



RAPPORT DE STAGE

effectue au GEPAN
du 01.05.81. au 26.06.81

BABOU AMINE
I.U.T. MESURES PHYSIQUES
TOULOUSE

S O M M A I R E

Chapitre 1 : le CNES	
1.1. Description	1
1.2. Rôle	2
1.3. Objectifs	3
1.4. Les installations	4
Chapitre 2 : le GEPAN	
2.1. Pourquoi le GEPAN ?	7
2.2. Qu'est-ce que le GEPAN ?	7
2.3. Etudes des phénomènes aérospatiaux non identifiés	8
Chapitre 3 : Etudes des cas d'observation avec interaction sur le sol	
3.1. Procédure d'Alerte	16
3.2. Conditions d'intervention	18
3.3. Méthodologie d'une enquête	18
3.4. Mesures physiques et essais mécaniques des sols	24
Chapitre 4 :	
4.1. Etude mécanique des végétaux	38
Conclusion	43
Annexe : liste du matériel dans les valises d'intervention courbes	

REMERCIEMENTS

Je remercie tout le personnel du GEPAN qui m'a beaucoup aidé à effectuer ce stage instructif et profitable, tant sur le plan des méthodes et techniques, que sur l'intégration à une entreprise.

o o o

- CHAPITRE 1 -

LE CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES (C.N.E.S.)

1.1. DESCRIPTION

Créé par la loi du 19.12.61, le Centre National d'Etudes Spatiales a commencé officiellement à fonctionner le 1er mars 1962, avec pour mission d'orienter et de développer des recherches nécessaires à la mise en oeuvre des moyens spatiaux. Le CNES est un établissement public, scientifique et technique à caractère industriel et commercial, dont l'essentiel des ressources est constitué par des subventions de l'Etat. Ses effectifs s'élèvent à environ mille **agents, essentiellement des ingénieurs, des** techniciens et des employés administratifs et à un nombre à peu près identique de personnels appartenant à des entreprises sous-traitantes travaillant dans les différents centres.

1.2. RÔLE DU CNES

Le CNES joue un rôle important sur trois plans :

- le plan national,
- le plan européen,
- le plan international.

.../...

1.2.1. SUR LE PLAN NATIONAL

Dès l'origine, le CNES a choisi de ne pas créer ses propres équipes scientifiques en recherche fondamentale et a décidé de s'appuyer sur les laboratoires du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) et des Universités, quitte à renforcer les moyens, notamment les équipements nécessaires à la réalisation des expériences spatiales embarquées sur satellites, sur le SPACELAB, sur les ballons, voire sur les fusées-sondes.

Ces laboratoires ont en général le potentiel technique et humain nécessaire à la réalisation des expériences qu'ils proposent. Cependant, le Centre Spatial de Toulouse (CST) intervient à tous les niveaux de développement : assistance à la conception, coordination technique, assistance sur certains problèmes technologiques particuliers comme le contrôle thermique ou l'écriture et l'exploitation des logiciels de dépouillement. Le CNES joue aussi un rôle important dans la communauté scientifique particulièrement dans les domaines de l'astronomie et de la géophysique.

Au point de vue industrie, les activités spatiales sont à l'origine d'activités industrielles, dont l'importance ira en croissant avec le développement des applications. Elles apparaissent comme un élément fondamental de l'évolution technico-économique de la société, comparable dans son importance potentielle à l'apparition de l'énergie nucléaire, analogue dans ses conséquences au bouleversement que les ordinateurs apportent dans le domaine du traitement de l'information.

Actuellement, le secteur français emploie environ dix mille personnes, dont environ la moitié pour la seule industrie. Afin de mieux faire connaître leurs moyens et leurs produits, le CNES et les 41 sociétés ou organismes français ayant des activités dans le secteur spatial, ont créé un groupement d'intérêt économique (G. I. E.) appelé PROSPACE. Ce groupement a pour tâche essentielle d'informer les professionnels de l'espace sur les produits spatiaux commercialisés par ses adhérents.

1.2.2. SUR LE PLAN EUROPEEN

Le CNES représente la France auprès de l'Agence Spatiale Européenne (A.S.E.) dont les dix pays membres sont : l'Allemagne, la Belgique, le Danemark, l'Espagne, la France, l'Italie, les Pays-Bas, le Royaume-Uni, la Suède et la Suisse. Le budget de l'A.S.E., en 1977, est de 2 600 millions de francs. La France contribue au budget général et au programme scientifique en fonction de son P.N.B*, au programme ARIANE pour 64 %, aux autres programmes facultatifs selon des clés particulières. Au total, la participation française représente la plus grosse contribution (34 %).

1.2.3. SUR LE PLAN INTERNATIONAL

Outre l'A.S.E., le CNES entretient des relations avec les organismes internationaux suivants :

- l'O.N.U., Organisation des Nations Unies,
- l'U.I.T., Union Internationale des Télécommunications,
- l'O.M.M., Organisation Météorologique Mondiale,

Ces relations ont pu être épisodiques ou prendre un caractère plus permanent. Dans ce dernier cas, les liens juridiques, prenant la forme d'une convention entre le CNES et l'organisme partenaire, ont été établis.

1.3. LES OBJECTIFS DU CNES

• Dans le domaine scientifique, de soutenir la communauté scientifique française dont les recherches exigent la mise en oeuvre des techniques spatiales et de mener une politique permettant à cette communauté de participer à des programmes originaux de recherche fondamentale.

P.N.B. : Produit National Brut

- Dans le domaine des applications, de préparer les administrations à utiliser au mieux de leurs intérêts et des intérêts de l'industrie française les moyens puissants que représentent les techniques spatiales, ceci dans les domaines des télécommunications, de la diffusion, de la télévision et de la **téléphonie**, des télécommunications des services aéronautiques et maritimes, et de la métrologie.

a De promouvoir l'utilisation et éventuellement organiser avec les utilisateurs potentiels, des domaines où les techniques spatiales conduisent à des **solutions** nouvelles : localisation de stations terriennes, collecte des données de petites stations automatiques, **téledétection** des ressources terrestres, recherche de nouvelles sources d'énergie, etc.. .

- D'assurer le développement et la mise au point de nouvelles **technologies** indispensables à la faisabilité des grands projets spatiaux.

1.4. LES INSTALLATIONS DU CNES

1.4.1. SON SIEGE

Implanté à Paris, il regroupe en plus de la Présidence et de la Direction Générale, le **Secrétariat** Général et la Direction des Programmes et de la Politique Industrielle. Le Secrétariat Général est chargé **essentiellement** de trois missions concernant les domaines suivants :

- . l'administration générale du CNES et la politique du personnel,
- . les affaires économiques et financières,
- . les relations extérieures.

La Direction des Programmes et de la Politique Industrielle est chargée pour sa part :

- . d'élaborer les orientations à long et à moyen terme des programmes spatiaux français,

- d'orienter les programmes de recherche fondamentale et d'intérêt public utilisant les moyens spatiaux,
- de définir les programmes français vis-à-vis des organismes internationaux, en particulier en ce qui concerne l'A.S. E.,
- d'élaborer la politique industrielle du CNES en liaison avec les autorités de tutelle et des grandes administrations.

1.4.2. LE CENTRE SPATIAL DE TOULOUSE (CST)

Le CST est le plus important centre technique du CNES. Il regroupe tous les moyens en personnel et en matériel nécessaires à la réalisation d'un programme spatial, à l'exception des activités relatives aux lanceurs qui sont localisées à Evry.

Cependant, le choix par le gouvernement français d'une politique spatiale européenne a nécessité de définir le rôle du CST sur deux plans :

- sur le plan national

Le CST apporte son soutien technique aux laboratoires scientifiques du CNRS et de l'Université engagés dans la recherche spatiale fondamentale. Il fait développer dans l'industrie française les technologies de pointes nécessaires à la construction des véhicules spatiaux. Il réalise les expériences spatiales faites en coopération bilatérale avec les Etats-Unis et l'U.R.S.S. ou d'autres pays et en assure le suivi et l'exploitation après la mise en orbite ;

- sur le plan européen

les importants moyens d'essais dont il dispose permettent de tester les gros satellites européens et les futurs satellites lancés par ARIANE. Ainsi, les satellites européens OTS 1 et 2, MAROTS, METEOSAT 1 et 2 ont été dans le grand simulateur d'ambiance spatiale du CST, le plus grand d'Europe.

1.4.3. LA DIRECTION DES LANCEURS (DLA)

Installée dans la ville nouvelle d'Evry, elle a, après avoir assuré la conception et le développement du lanceur français **DIAMANT**, la charge de conduire l'important projet du développement du lanceur **ARIANE** capable de porter des **satellites** géostationnaires pesant 400 à 500 **kg**, des **satellites** régionaux européens de **télécommunication** ou de télévision et des **satellites** européens intégrés à des systèmes **mondiaux** de météorologies, de navigation aérienne ou maritime, dont la maîtrise d'oeuvre a été confiée au CNES par l'A.S.E. et dont le premier lancement a eu lieu le 1er juin 1979.

1.4.4. LE CENTRE SPATIAL GUYANAIS (CSG)

Construit en 1964, le CSG a été choisi spécialement par le CNES parmi d'autres sites mondiaux comme centre de ses programmes de lancement à cause de sa latitude géographique quasiment équatoriale permettant aux lanceurs de profiter pleinement de l'effet de fronde dû à la rotation terrestre pour les lancements plein Est. Le CSG est installé près de Kourou, en Guyane française, sur la côte atlantique à 65 km de Cayenne. C'est la seule région du territoire relativement dégagée de la forêt. La zone de Kourou est un site particulièrement bien adapté aux activités spatiales. Elle permet des **lancements** en direction du Nord-Est, dans n'importe quel azimut entre -12° et $+95^\circ$ par rapport au Nord.

Cependant, le CNES ne s'attache pas seulement à l'étude et à la réalisation d'engins spatiaux. Il consacre aussi une grande partie de ses activités à des études plus spécifiques de recherche. C'est ainsi qu'il a pris en charge le Groupe d'Etudes des Phénomènes Aérospatiaux Non identifiés (GEPAN).

.../...

- CHAPITRE 2 -

LE GROUPE D'ETUDES DES PHÉNOMÈNES AÉROSPATIAUX NON IDENTIFIÉS (GEPAN)

2.1. POURQUOI LE GEPAN ?

Il semble que de tout temps des phénomènes insolites aient été observés dans le ciel par des hommes. Mais, depuis la seconde guerre mondiale, des rapports relatifs à des objets volants non identifiés sont devenus plus en plus nombreux. Pour cela, aux Etats-Unis, des recherches ont été faites par des Commissions travaillant à la demande de l'U.S. Air Force.

Sans parvenir à expliquer la totalité des rapports en leur possession, ces Commissions formulèrent **toutefois** des **conclusions** défavorables à des recherches ultérieures sur le phénomène OVNI. Mais les rapports d'observation ne cessèrent pas cependant de s'accumuler. La persistance de ce phénomène conduisit à la création du GEPAN qui a pour but de résoudre ce problème.

2.2. QU'EST-CE QUE LE GEPAN ?

Le GEPAN a été créé le 1er mai 1977 au sein du CNES, sur le CST, à la suite d'une demande formulée par le public et par une prise en compte de l'administration du CNES. Actuellement, environ une dizaine de personnes sont employées à plein temps au GEPAN et une quarantaine de personnes dépendant de divers organismes du secteur public ou privé sont associées aux travaux du GEPAN.

.../...

Parallèlement, un Conseil Scientifique a été nommé, composé de scientifiques de très haut niveau dont le rôle est de superviser et de conseiller le GEPAN dans ses activités et ses orientations.

En amont du GEPAN, un rôle très important est joué par la Gendarmerie qui, en collaboration avec le GEPAN, établit un procès-verbal pour chaque observation qui leur est rapportée et adresse une copie de celui-ci au GEPAN.

2.3. ÉTUDE DES PHÉNOMÈNES AÉROSPATIAUX NON IDENTIFIÉS

2.3.1. COLLECTE D'INFORMATIONS

La première information du GEPAN provient des personnes qui rapportent par témoignage qu'ils ont observé un phénomène curieux dans le ciel et qu'ils n'ont pas réussi à l'identifier.

En général, chaque observation est d'abord signalée à la Gendarmerie la plus proche du lieu d'observation qui, suivant l'importance des cas, prévient directement le GEPAN ou établit un rapport détaillé du témoignage qu'il transmettra au GEPAN ultérieurement.

2.3.2. PRINCIPE

Le propos du scientifique (au GEPAN) est, à partir du témoignage, de déterminer si un stimulus^X est à l'origine de l'observation rapportée

* Stimulus : cause externe ou interne capable de provoquer la réaction d'un organisme vivant (définition du Micro-Robert) ;

dans le témoignage. Si aucun stimulus n'est responsable, cela peut-être soit une mauvaise interprétation, soit une hallucination, soit un canular. Si un stimulus est responsable, il peut être :

- connu par le témoin, mais non identifié,
- inconnu par le témoin, donc non identifié, et dans cette deuxième catégorie :
 - soit faisant partie de la connaissance scientifique,
 - soit encore inconnu de la connaissance scientifique.

Il faut donc essayer au maximum d'identifier le stimulus **comme** faisant partie de ce qui est connu, mais aussi accepter le cas contraire.

2.3.3. METHODOLOGIE DE RECHERCHE *

Rappelons d'abord que le but de la recherche est de déterminer la nature des stimulus par la **méthode** scientifique. Pour cela, revenons à la source de la démarche scientifique, en considérant les sciences du réel (physique, astronomie, sociologie, médecine, etc...). On constate que toutes reposent sur des observations ou des expériences. C'est ce que l'on peut appeler les "observables". Les expériences du physicien, les observations de l'astronome, les enquêtes du sociologue portent sur des "observables" qui leur permettent de fonder leurs théories et auxquelles ils doivent se soumettre. Ainsi, d'une certaine manière, on pourrait dire qu'un domaine de recherche scientifique se délimite par le choix des observables.

Pour l'étude des phénomènes aérospatiaux non identifiés, les observables les plus immédiats sont bien sûr les témoins et leurs témoignages ; c'est par eux que le problème apparaît et se développe. Cependant, ils ne constituent pas les seuls éléments directement saisissables.

* Les paragraphes 2.3.3. et 2.3.4. s'inspirent du chapitre 2 de la Rote Technique n°3 du GEPAN ;

En effet, les observations des témoins se font en un lieu donné, dans des circonstances particulières (topographique, géographique, météorologique, etc..). C'est ce que nous appellerons l'environnement physique, dont l'étude est indispensable pour chaque cas d'observation et pour toute recherche générale sur le problème.

Mais, ces trois éléments (témoins, témoignages et environnement physique) ne suffisent pas à délimiter le champ d'étude. Un quatrième élément **reste à** désigner : celui qui intervient dans le fait que le témoignage circule et dans la forme qu'il prend, dans le comportement du témoin vis-à-vis du témoignage et dans la manière dont celui-ci est reçu. C'est l'ensemble social, culturel, idéologique dans lequel le témoignage vient s'insérer. Nous l'appellerons l'environnement psychosocial (au sens le plus large).

En désignant ces quatre éléments "observables" (étudiables) , nous constatons que :

- ♦ ces "observables" forment un tout indissociable où chacun d'eux est en relation avec les trois autres. C'est un système et le chercheur doit en étudier tous les pôles ainsi que leurs inter-relations ;
- ♦ la seule chose qui échappe à l'observation directe, ce sont justement les stimulus dont il s'agit de déterminer la nature.

2.3.4. SCHEMA DIRECTEUR

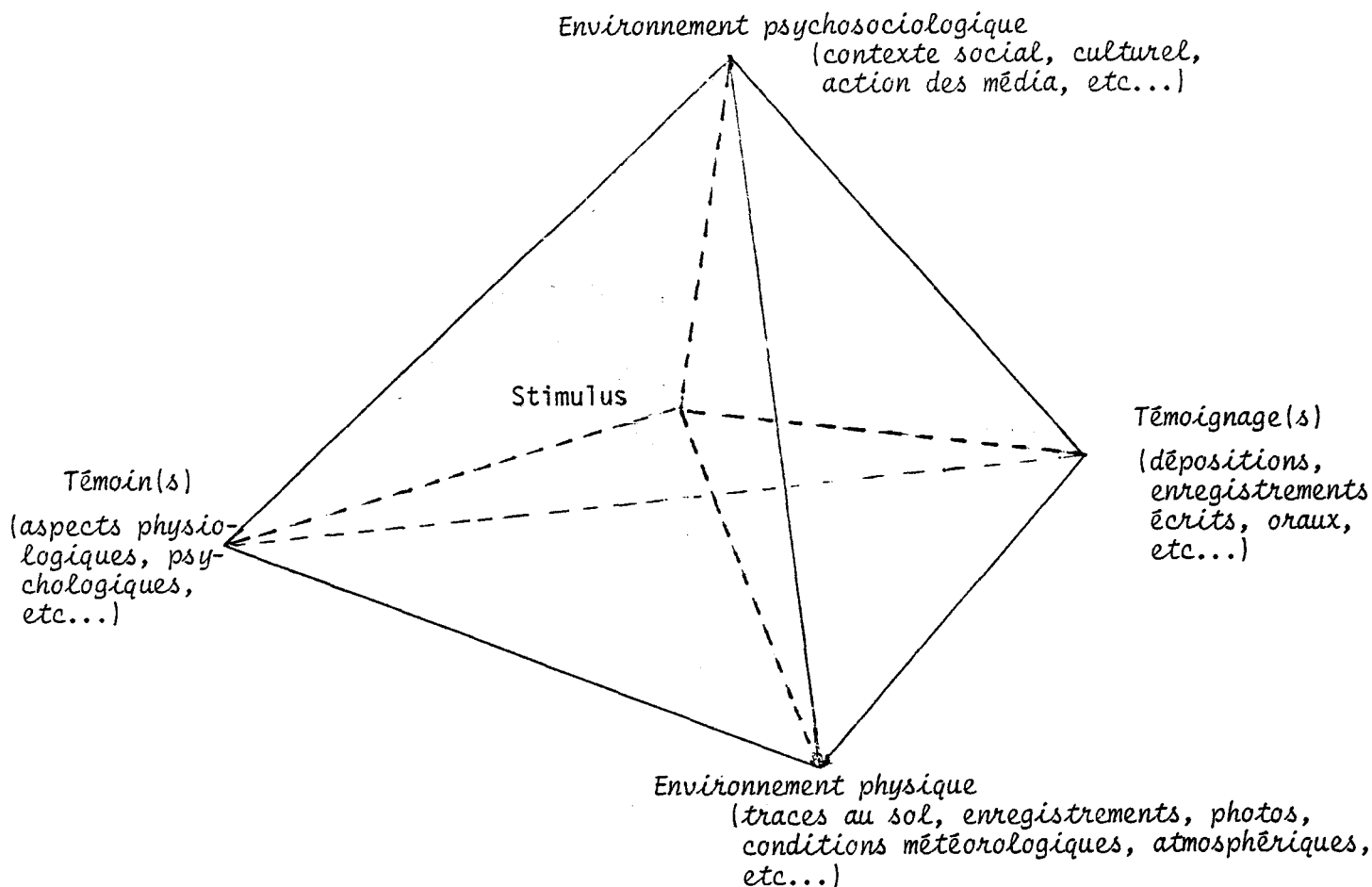
Il s'agit d'élaborer un schéma de recherche qui réponde aux conditions que nous venons de discuter.

.../...

Intervention de quatre domaines d'études :

- les témoins,
- les témoignages,
- les environnements physiques,
- les environnements psychosociologiques et culturels.

Nous avons construit un schéma de relations tétraédriques. Les quatre domaines observables se situant aux sommets du tétraèdre. Le non observable (le stimulus), se trouvant au centre, forme donc, avec les triplets de sommets, un ensemble de quatre tétraèdres intérieurs à celui des domaines observables.



.../...

2.3.5. LES DIFFERENTS TYPES DE PHENOMENES

* Phénomènes de type A :

Ce sont les phénomènes complètement identifiés (tel ballon du CNES, tel hélicoptère de telle base, telle planète, la rentrée de tel satellite, etc.).

* Phénomènes de type B :

Ce sont les phénomènes qui ne peuvent être identifiés avec certitude mais dont les caractéristiques, décrites par les témoins, permettent l'assimilation à un phénomène bien connu.

* Phénomènes de type C :

Ce sont les phénomènes qui ne peuvent être identifiés mais dont les aspects imprécis ou insuffisamment renseignés rendent impossibles une exploitation ultérieure.

* Phénomènes de type D :

Ce sont les phénomènes que les experts ne peuvent identifier malgré des rapports relativement précis et complets. Les études statistiques des cas d'observation révèlent que 20 % environ des cas sont de cette classe D.

Selon les caractéristiques de l'observation des phénomènes de type D, on distingue six rubriques possibles* :

● Observations relativement éloignées

1. Lumières nocturnes

Cette catégorie regroupe toutes les observations de lumières nocturnes bien définies dont l'apparence et/ou les mouvements ne peuvent être expliqués par les experts en termes de sources lumineuses connues. Ces lumières apparaissent souvent colorées.

* Couramment désignées comme étant la classification de Hyneck, du nom d'un astrophysicien américain qui l'a proposée ;

2. Disques diurnes

En fait, cette expression recouvre tous les objets célestes observés le jour & qui sont généralement en forme d'oeuf ou de disque et présentent souvent un éclat métallique. Ils peuvent apparaître haut dans le ciel ou très près du sol et sont souvent rapportés comme étant capables de stationner longuement en vol comme un hélicoptère, mais sans rotor ni bruit. Ils semblent aussi pouvoir se déplacer à une vitesse souvent qualifiée "d'extraordinaire".

3. Observations instrumentales

Il s'agit là des observations faites au moyen des différents instruments (radar, jumelles, lunette astronomique, appareil photographique, etc...) qu'elles accompagnent ou non une **observation** visuelle. Toutefois, quand elles complètent une observation oculaire faite simultanément, elles peuvent apporter une confirmation objective d'autant plus qu'elles donnent lieu à des documents pouvant faire l'objet d'une analyse ultérieure (par exemple, dans le cas de l'obtention d'un écho radar non identifié).

• Observations rapprochées

La limite adoptée pour distinguer les observations éloignées des observations rapprochées (moins de 200 m) correspond à la valeur au-delà de laquelle la vision binoculaire ne permet plus d'apprécier **correctement** les distances.

4. Observations rapprochées de type 1 (O.R.1.)

Il s'agit des observations faites à moins de 200 m sans aucun effet physique sur le témoin ou l'environnement.

5. Observations rapprochées de type 2 (O.R.2.)

Cette catégorie concerne les rapports d'observation mentionnant les inter-actions entre l'OVNI et l'environnement : par

.../...

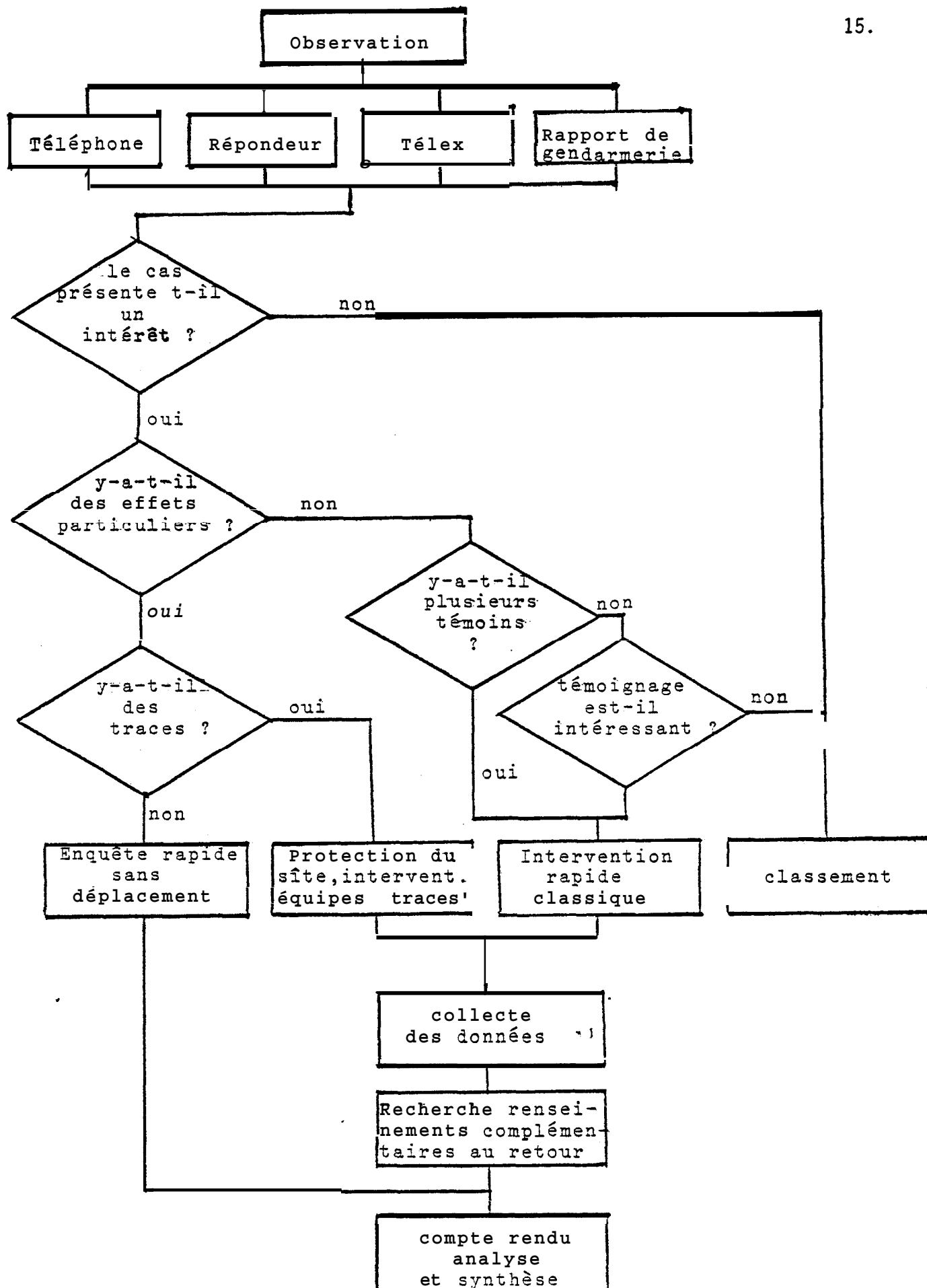
exemple, perturbations du système d'éclairage ou du fonctionnement du **moteur** ou du récepteur radio des **automobiles**, traces ou brûlures sur le sol, effets physiques sur les plantes, les animaux, voire les humains.

6. Observations rapprochées de type 3 (O.R.3.)

Les rapports classés dans cette catégorie décrivent la présence d'entités qui seraient des occupants de l'OVNI. Ils **ne** font cependant que très rarement état de contacts directs ou de communications avec le(les) témoin(s), mais il existe quelques rapports comportant des observations à très courte distance où le(les) témoin(s) dit(disent) avoir été "**retenu(s)**" ou "paralysé(~) temporairement par les occupants.

2.3.6. ORGANIGRAMME D'INTERVENTION DU GEPAN

Voir graphique page suivante.



ORGANIGRAMME DE DEROULEMENT D'UNE ENQUETE

- CHAPITRE 3 -

ÉTUDE DES CAS D'OBSERVATION AVEC INTERACTION SUR L'ENVIRONNEMENT

Pour cette partie d'étude, on s'intéressera uniquement aux phénomènes de type D avec observation rapprochée de type 2 (O. R. 2.), c'est-à-dire les cas où il y a interaction entre le phénomène OVNI et l'environnement.

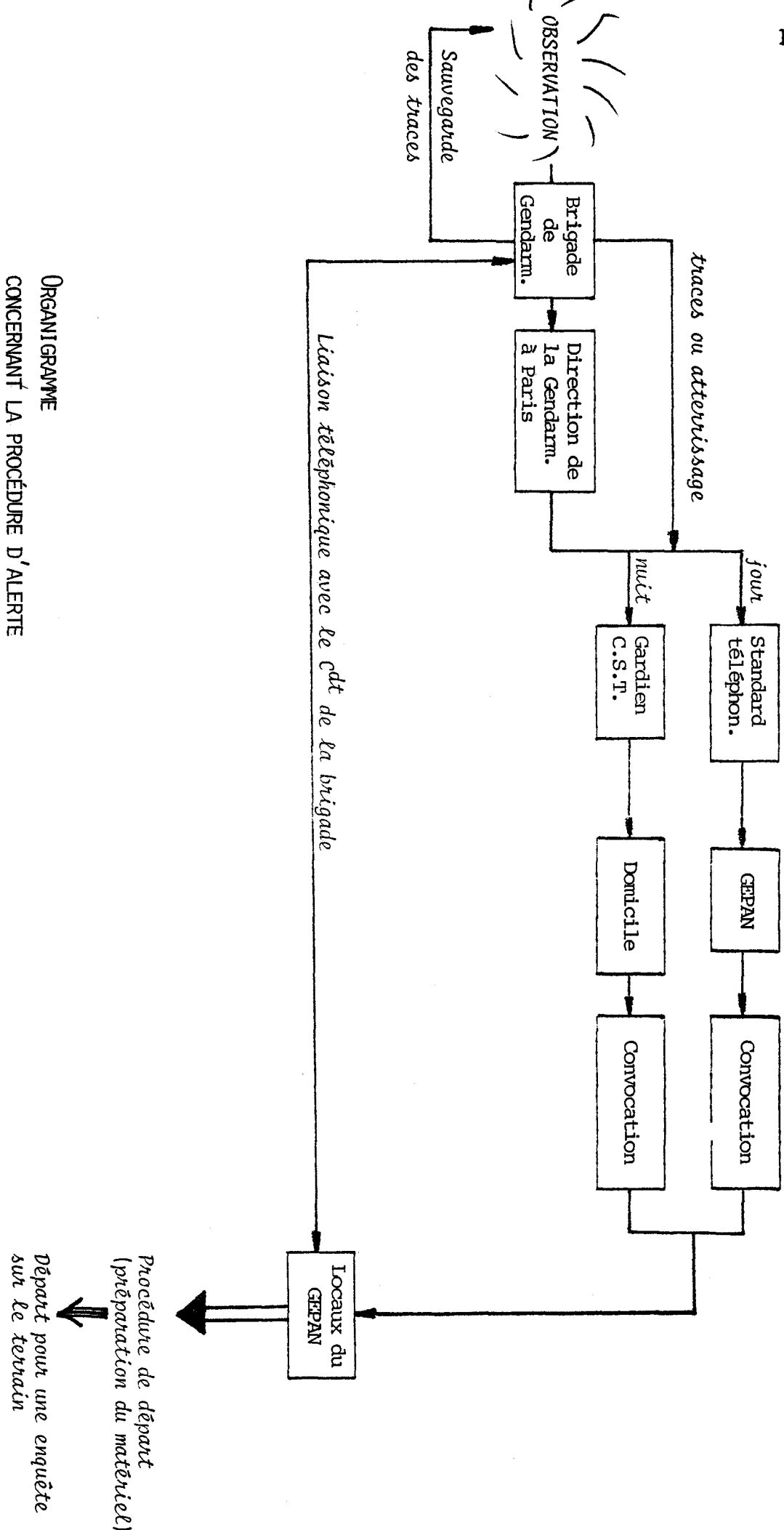
C'est l'un des cas qui nous permet de faire des mesures à caractère physique sur l'environnement perturbé par la présence du phénomène, donc de connaître son comportement, voire aussi d'aboutir à une identification éventuelle de celui-ci.

3.1. PROCÉDURE D'ALERTE

(Voir organigramme concernant la procédure d'alerte présenté page suivante).

C'est à travers l'organigramme que l'on peut se faire une idée sur les démarches à suivre en cas d'alerte pour une observation mentionnant une interaction.

.../...



ORGANIGRAMME
CONCERNANT LA PROCÉDURE D'ALERTE

L'examen de cet organigramme nous fait remarquer trois choses :

- 1 - l'importance du rôle de la Gendarmerie : sauvegarde de la zone d'observation jusqu'à l'arrivée de l'équipe du GEPAN ;
- 2 - la nécessité de déplacement de l'équipe du GEPAN pour une enquête sur le lieu d'observation ;
- 3 - la nécessité de disponibilité de l'équipe du GEPAN à tout moment pour une intervention.

3.2. CONDITIONS D'INTERVENTION

Pour qu'une enquête puisse se faire dans de bonnes conditions, il faut que :

- l'équipe du GEPAN soit avertie dans un délai le plus court possible après le moment d'observation,
- les traces soient bien préservées pour éviter les piétinements ou les dégradations que pourraient provoquer des curieux.

3.3. MÉTHODOLOGIE D'UNE ENQUÊTE

3.3.1. PRINCIPE

Une enquête a pour but de recueillir le maximum de renseignements nécessaires à l'étude des quatre éléments "observables" afin d'aboutir à une détermination de la nature du stimulus.

.../...

3.3.2. EXAMEN INDIVIDUEL DES DISCOURS DES TEMOINS*

Selon les méthodes d'études des témoins mises en place actuellement au GEPAN, l'examen individuel des discours des témoins doit précéder l'évaluation de la probabilité que les éléments subjectifs soient minimum (P.E.S.M.). Cet examen repose sur l'analyse de deux critères :

- . cohérence **inter-témoignages**,
- . niveau d'implication (ce dernier analyse les rapports entre le témoin et le témoignage, tels qu'ils apparaissent dans ses discours).

3.3.3. EXAMEN DE L'ENVIRONNEMENT PSYCHOSOCIOLOGIQUE*

Le degré d'implication du témoin dépend aussi de plusieurs facteurs :

- . les personnes environnant le témoin et avec lesquelles il a pu discuter de son **observation**,
- . la représentation intensive du phénomène **OVNI donnée** par les media (journaux, télévision, radio, etc..) , en particulier dans la période précédant l'observation,
- . l'influence des groupements ufologiques dans l'environnement du témoin.

* Ces examens sont effectués par des psychologues.
attachés au GEPAN.

3.3.4. LES TEMOIGNAGES

En général, les rapports d'observation transmis par la Gendarmerie donnent peu de renseignements sur les conditions d'observation, l'aspect et le comportement du phénomène. Il est donc nécessaire de questionner chaque témoin afin de pouvoir reconstituer l'événement avec plus de précisions et enregistrer par écrit chaque témoignage.

3.3.5. EXAMEN DE L'ENVIRONNEMENT PHYSIQUE (ETUDE DE LA TRACE)

3.3.5.1. Description des lieux

- . Situation géographique du lieu d'observation
- . Date d'atterrissage du phénomène
- . Conditions météo au moment de l'observation t_0
- . Date d'intervention
- . Conditions météo au moment de l'intervention t_1
- . Description de l'environnement régional et immédiat du lieu (photo)
- . Aspect du sol
- . Evolution des conditions météo de t_0 à t_1
- . Description de la végétation (photo)

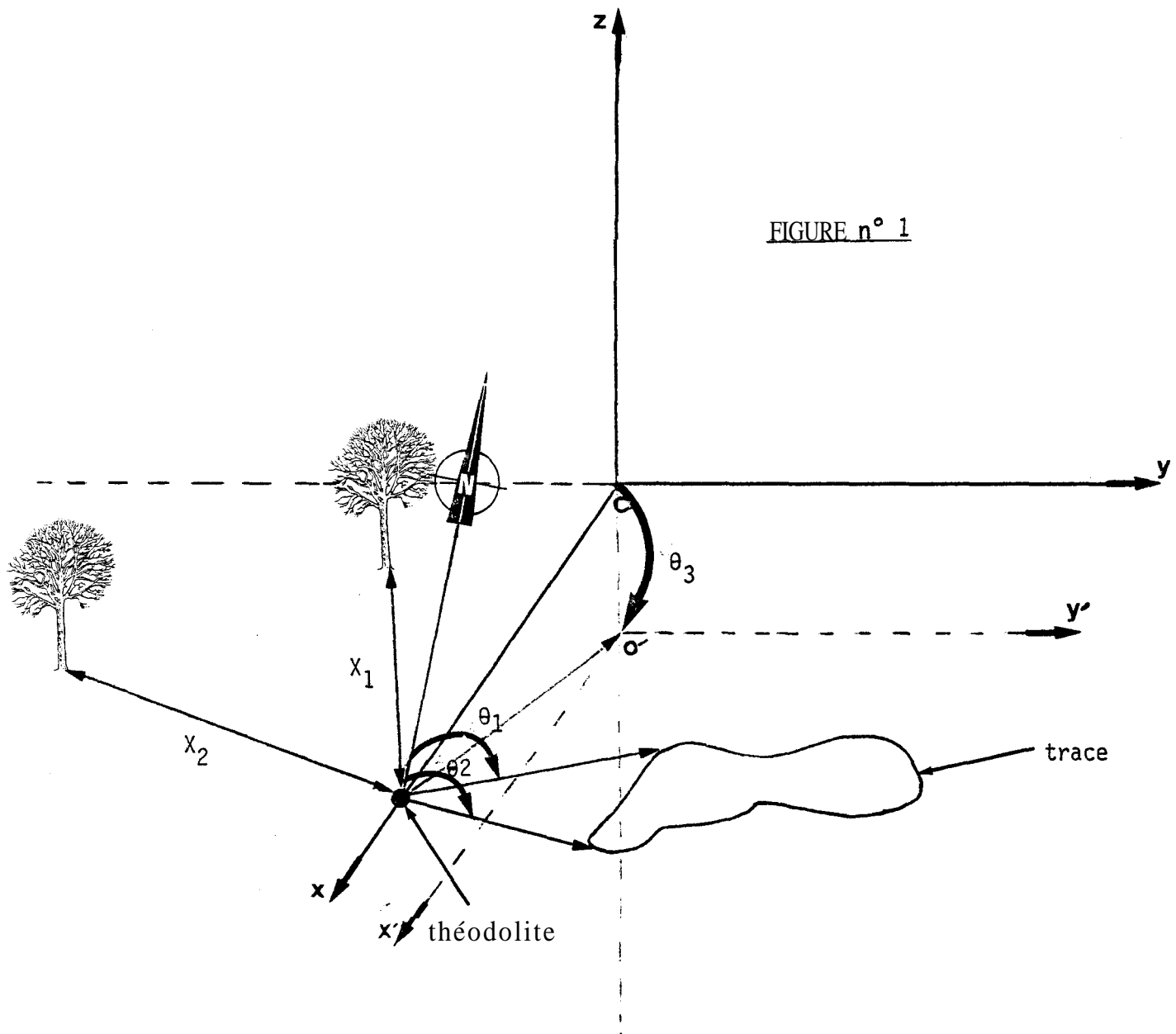
3.3.5.2. Localisation visuelle des traces

(Nombre - dimensions - formes - aspects - distance par rapport à un repère fixe (Nord, par exemple)).

La mesure de la distance, en général angulaire, par rapport à un repère fixe se fait à l'aide d'un théodolite. Cet appareil permet de déterminer avec une grande précision la position en azimut et en site de la trace par rapport au repère choisi.

Exemple : voir figure n° 1, page suivante.

.../...



$(X, 0, Y)$ plan supposé horizontal

$(X', 0', Y')$ plan dans lequel est la trace

(θ_1, θ_2) position en azimuth /Nord

(θ_3) position en site/par rapport à l'horizon

(X_1, X_2) déterminent la position du théodolite par rapport à des repères fictifs (arbre, maison, ...). La mesure des distances X_1 et X_2 se fait à l'aide d'un télémètre.

3.3.5.3. Quadrillage

En fonction de la localisation visuelle, on définit un **quadrillage** approprié (orientation - distance maximum - nombre d'intervalles). Le nombre d'intervalles devrait être limité à $n = 10$. Les axes OX et OY doivent être orthogonaux et repérés par rapport au Nord. La numérotation des cases sera toujours identifiée et conforme au modèle représenté à la figure n° 2, ci-dessous.

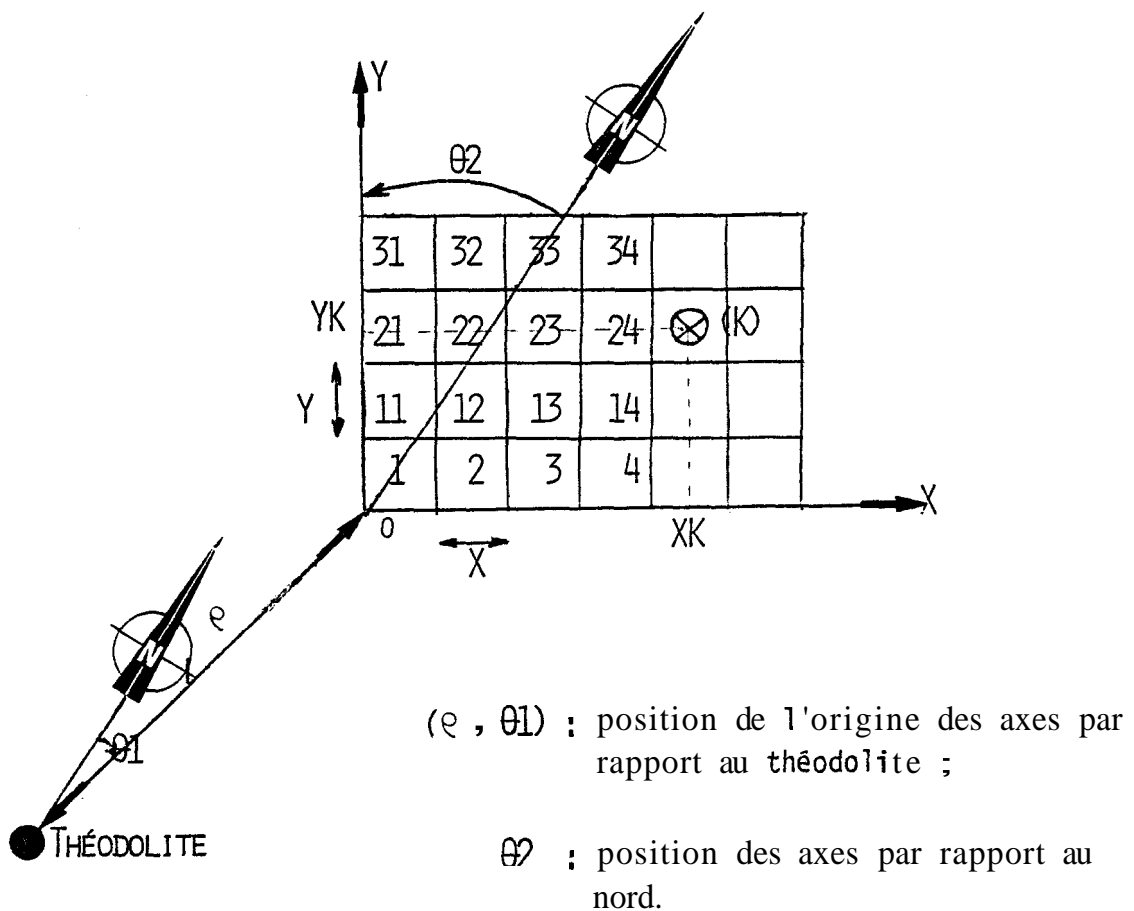


FIGURE n° 2

.../...

3.3.5.4. La position des traces

Elles sont repérées par rapport aux cases et par rapport à deux coordonnées. On notera la trace "K" dans la case (n) dont les coordonnées sont X_k et Y_k (voir figure n° 2, page précédente).

3.3.5.5. Formes et dimensions

Les formes seront décrites et les mesures données pour chaque trace. Pour cela, on s'aidera des dessins et des photographies (aspects, couleurs, profondeur, etc..).

3.3.6. DIFFERENTS TYPES D'INTERACTIONS

3.3.6.1. Intéraction mécanique

Une pression ou une action quelconque déforme le sol :

- soit plastiquement (changement de forme, de volume, ...) avec changement de structure,
- soit par emprunt (trou creusé, ...).

3.3.6.2. Intéraction thermique

Il y a échauffement du sol :

- soit par radiation (infrarouge, électromagnétique),
- soit par effet joule,
- soit par conduction (par exemple, par un jet de gaz chaud).

Cet échauffement peut avoir des effets très variés suivant le mode et l'intensité des radiations. On peut imaginer d'autres types d'interactions :

- magnétique (variation du champ magnétique local provoqué par le phénomène,
- ionique,
- chimique.

.../...

3.4. MESURES PHYSIQUES ET ESSAIS MÉCANIQUES DES SOLS

Nos mesures ont pour but de comparer les **caractéristiques** du sol dans la zone perturbée à celles du sol dans une zone non perturbée (sol témoin).

3.4.1. MESURES A CARACTERE PHYSIQUE

3.4.1.1. La radioactivité

Par suite d'une interaction entre le **phénomène** O.V.N.I. et le sol, il est toujours intéressant de vérifier l'existence d'une radioactivité que l'on conque. Cette radio **activié** peut provenir :

- . soit des particules radioactives émises par le phénomène lui-même,
- . soit par un bombardement neutronique du sol par le phénomène provoquant la désintégration des éléments naturels.

3.4.1.2. Désintégration produite par des neutrons

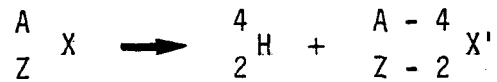
Les neutrons ne possèdent pas de charge électrique et, par suite, pénètrent très **facilement** à l'intérieur des noyaux chargés **positivement** où ils provoquent des transformations nucléaires. La pénétration des neutrons à l'intérieur des noyaux d'un élément donne naissance à d'autres éléments appelés isotopes qui ont le même numéro atomique que l'**élément** initial mais de masse atomique différente. Ces isotopes peuvent être stables ou instables. Dans ce dernier cas, ils se désintègrent en émettant des particules alpha (α), bêta (β) ou des rayonnements gamma (γ).

• les particules α :

Ce sont les particules d'hélium ${}^4_2\text{He}$

.../...

Processus de désintégration α :



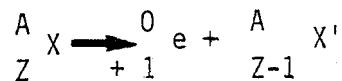
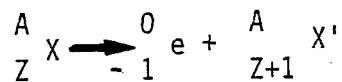
Elle n'a lieu que si le numéro atomique du noyau est supérieur au nombre "magique" 82.

• Les particules β :

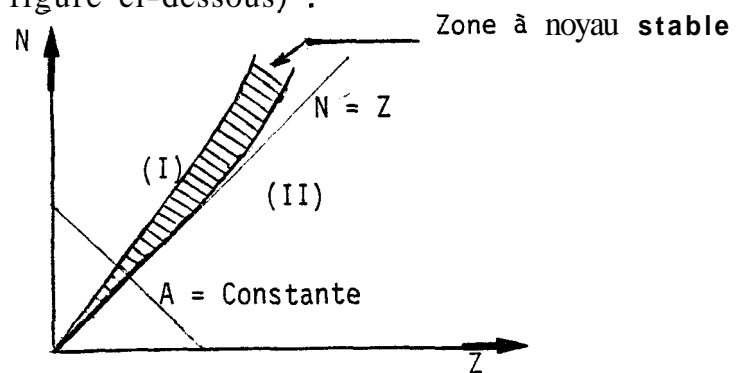
Il existe deux types de particules (β) :

- les particules négatives (β^-) qui sont des électrons (${}_{-1}^0 e$)
- les particules positives (β^+) qui sont des positrons (${}_{+1}^0 e$)

Processus de désintégration β :



L'émission des particules β^- et β^+ est fonction de Z et N (voir figure ci-dessous) :



Zone (I) : émission de β^- Zone (II) : émission de β^+

X : isotope quelconque instable

Z : numéro atomique (nombre de protons)

A : masse atomique (nombre de protons et de neutrons)

N : nombre de neutrons.

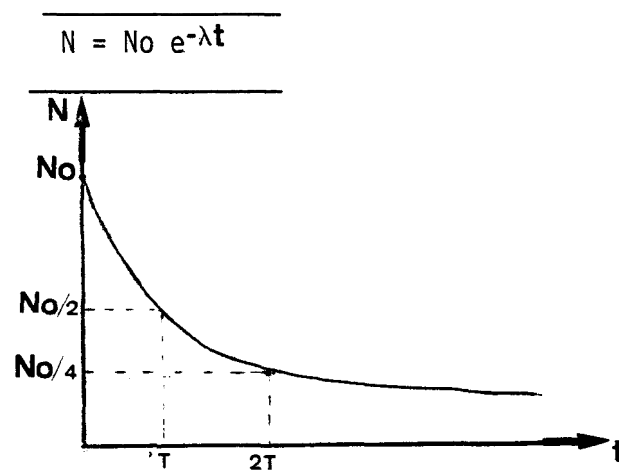
.../...

- Les rayons γ :

Ce sont les rayonnements électromagnétiques émis par les noyaux qui passent d'un état excité à un état fondamental. L'émission d'une particule α ou β peut laisser le noyau résultant dans un état excité ; les rayons γ sont alors émis lorsque le noyau résultant passe par cet état excité à l'état fondamental.

3.4.1.3. Evolution d'une substance radio-active

On considère qu'une substance radioactive évolue suivant une loi statistique telle que :



N : nombre d'atomes restant

N_0 : nombre initial d'atomes

λ : constante de radioactivité du corps considéré

T : période d'un corps radioactif (temps au bout duquel la moitié du nombre initial d'atomes du corps radioactif considéré a disparu).

.../...

3.4.1.4. Mesure de la radio-activité

Dans le cadre de l'investigation des spectres électromagnétiques, le GEPAN s'est équipé d'un compteur IPAB 71 muni d'une sonde SCB 3 pour la mesure des radio-activités

3.4.1.4.1. Description de la sonde SCB 3

La sonde SCB 3 est constituée de trois compteurs Geiger montés en parallèle.

Le compteur connu sous le nom de Compteur Geiger est formé essentiellement d'un cylindre C et d'un fil fin W monté **parallèlement** à l'axe du cylindre et isolé de celui-ci **comme** le montre la figure n° 3. Le cylindre contient un gaz tel que l'air ou l'argon sous une pression d'environ 5 à 12 cm de mercure. Une différence de potentiel (THT) est maintenue entre le fil et la paroi du cylindre. Les particules peuvent pénétrer à l'intérieur du Compteur Geiger par l'ouverture A, qui est **généralement** recouverte d'une mince feuille de mica, verre ou aluminium. Une particule ionise le gaz, le long de sa trajectoire ; les ions, sous l'action du champ électrique, sont accélérés et, par suite de collision avec des molécules ou atomes neutres produisent d'autres ions, de telle sorte que le courant d'ionisation s'amplifie rapidement. De cette façon, il y a production d'un courant pendant très peu de temps. Ce courant, très bref, est ensuite amplifié de façon à pouvoir faire fonctionner un haut-parleur et un compteur (voir schéma synoptique du compteur IPAB 71).

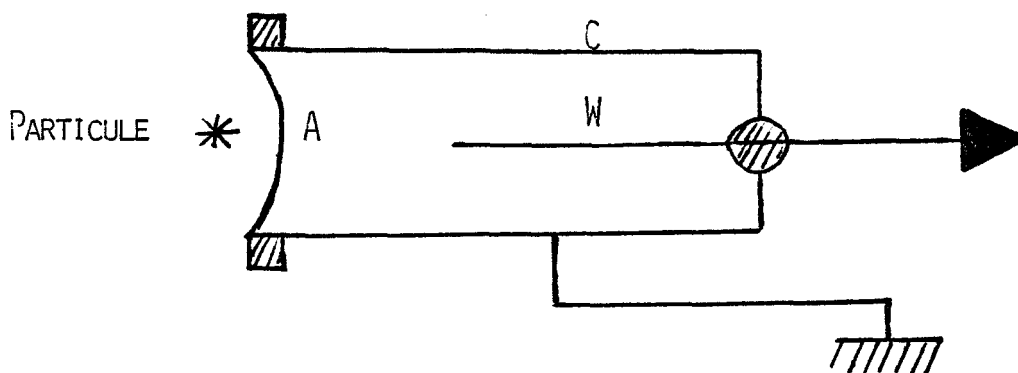


FIGURE 3
COMPTEUR GEIGER

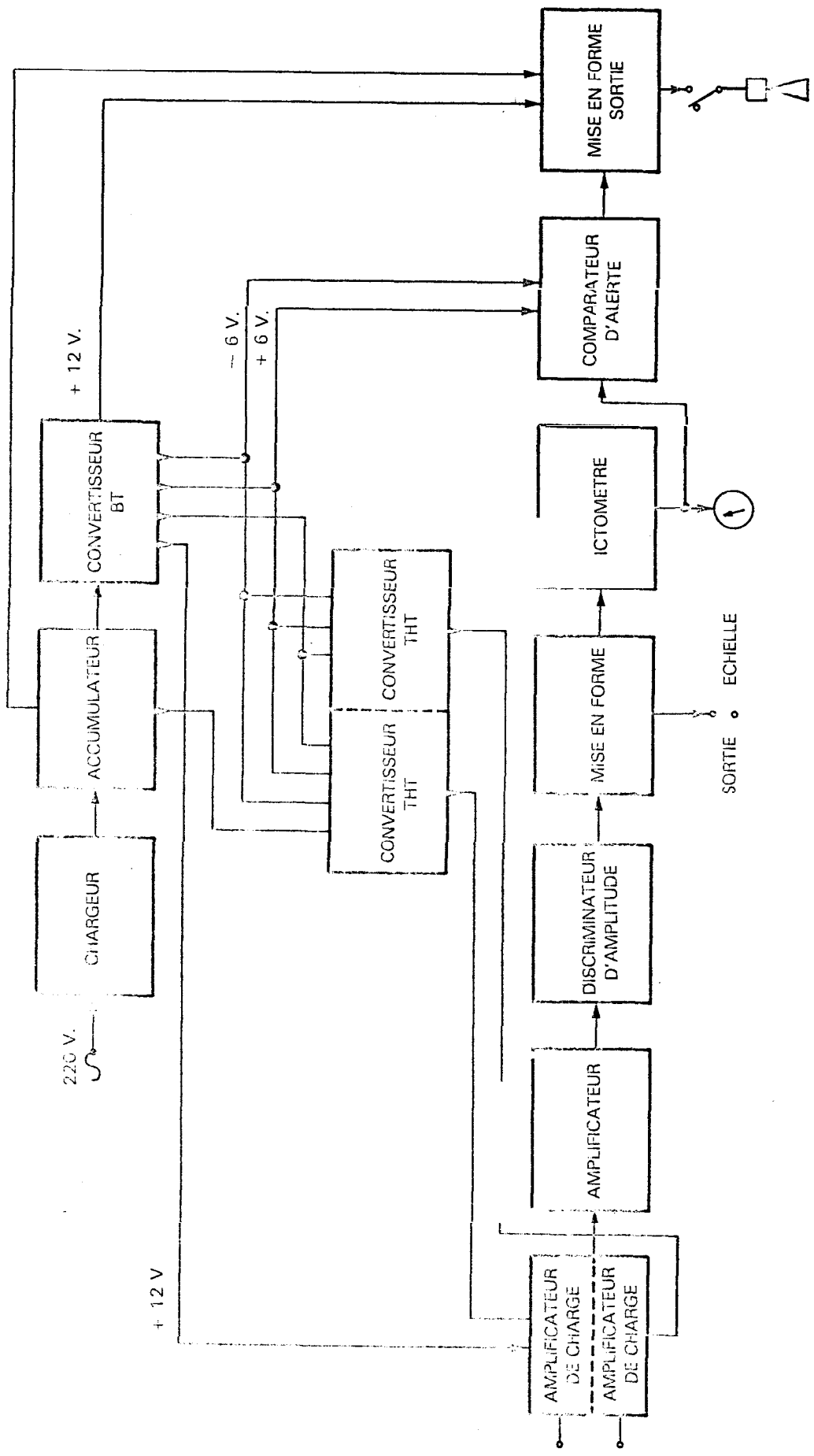


Fig. N° 3 — SCHEMA SYNOPTIQUE

L'étude que j'ai faite sur cet appareil a permis à l'équipe (trace) du GEPAN de bien connaître le fonctionnement de l'appareil dont les caractéristiques répondent parfaitement aux conditions d'utilisation exigées.

L'étalonnage du Compteur IPAB 71 n'a pas été effectué par manque de source étalon mais le seuil de détection minimum de l'appareil a été vérifié à l'aide d'un échantillon d'isotope XE-133 fourni par le CHR de Toulouse.

3.4.1.5. Le champ magnétique

Dans le domaine d'investigation des spectres électromagnétiques, toute remanence magnétique apporterait des informations considérables. Un tel phénomène peut être dû :

- . soit à un champ extérieur,
- . soit à des courants induits.

Il peut être détecté par un magnétomètre moyennement sensible.

3.4.1.5.1. Mesure de champ magnétique à l'aide d'une sonde 1.592 munie d'un magnétoscope 1.580

Description de la sonde

La sonde est constituée principalement d'une plaquette de semi-conducteur dont les faces (a) et (b) sont métallisées pour la rendre bien conductrice. La plaquette est insérée dans un circuit électrique (figure n° 4). Un courant I , de l'ordre de quelques dixièmes d'Ampère, la traverse de la face (a) à la face (b). Nous supposons que ce courant est dû au déplacement de charges positives $+e$. Ces charges se déplacent donc dans le sens du courant I , à la vitesse v , parallèlement aux faces (c) et (d) de la plaquette.

Le Rhéostat R_h permet d'ajuster I à la valeur convenable, contrôlé par un milliampèremètre (mA).

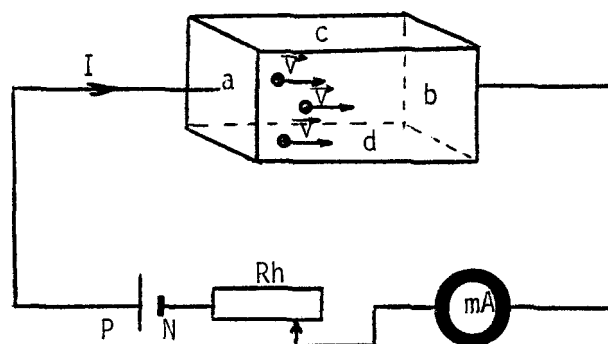


Figure n° 4

Lorsqu'on introduit la plaquette dans un champ magnétique, de sorte que le vecteur induction (\vec{B}) lui soit perpendiculaire (figure 5), chaque charge est alors soumise à une force électromagnétique dont le sens est donné par la règle des trois doigts (voir figure n° 6).

Les trajectoires des charges sont déviées vers le haut. Il apparaît un excès de charges positives sur la face (c) et, par conséquent, un excès de charges négatives sur la face (d) ; il y a donc, entre ces deux faces, création d'une différence de potentiel, dite tension de HALL (U_h). Ce phénomène est appelé effet HALL.

La tension de HALL est proportionnelle au courant I et à l'induction B . Nous pouvons écrire :

$$U_h = kIB$$

k étant une constante qui dépend de la plaquette.

Si le courant I est constant, on a :

$$U_h = KB = \kappa \cdot \mu \cdot H \quad (\mu = \text{constante magnétique})$$

La tension de HALL est alors proportionnelle au seul champ magnétique H et le magnétoscope V peut être gradué directement en ampère par mètre (A/m). L'ensemble du dispositif constitue une sonde de HALL.

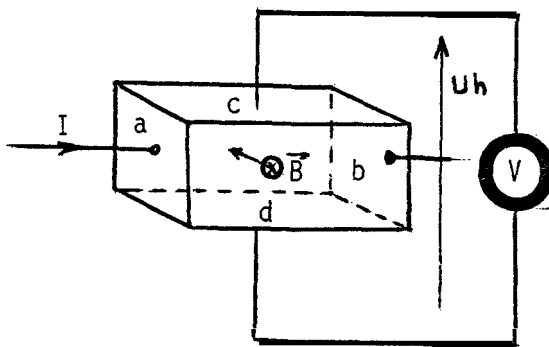


Figure n° 5

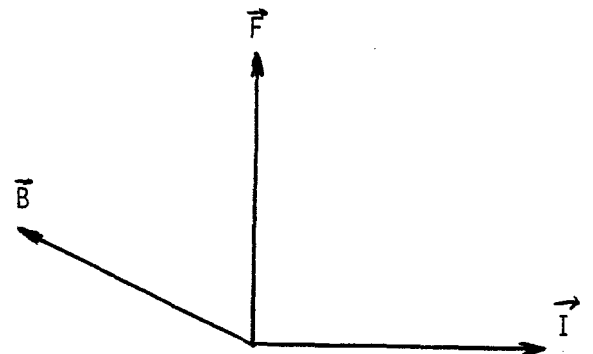


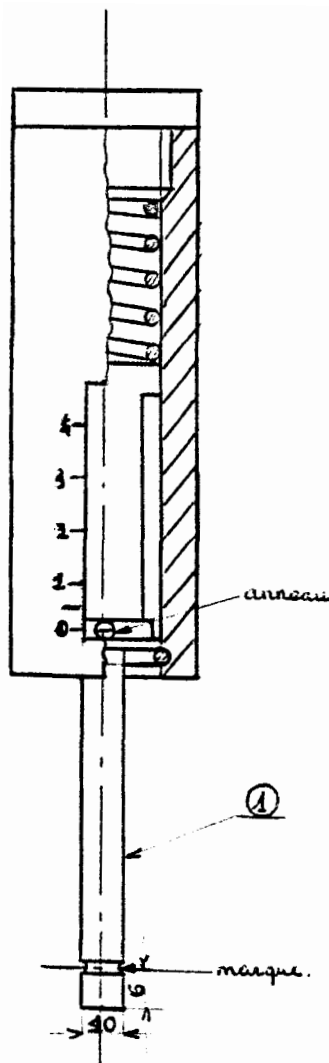
Figure n° 6

3.4.2. ESSAIS MECANIQUES DES SOLS

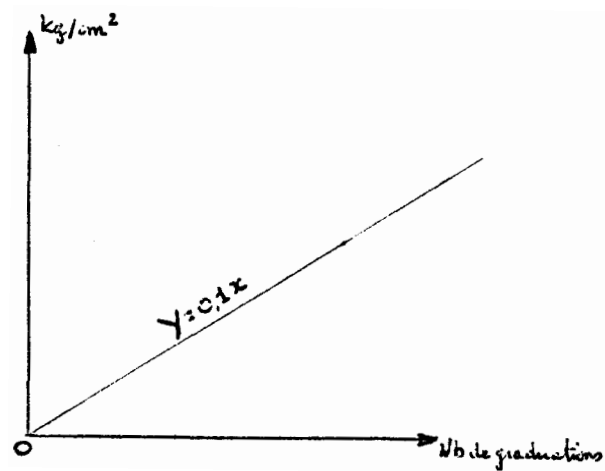
3.4.2.1. Essais pénétrométriques

Le penetromètre est un appareil très simple destiné à mesurer rapidement la résistance à la compression du sol.

A - Fonctionnement du pénétromètre



- 1 - Porter l'anneau au point 0 de l'échelle
- 2 - Faire pénétrer la pièce 1 dans le sol (en exerçant une pression constante) jusqu'à la marque
- 3 - Lire la résistance à la compression sur l'échelle calibrée



.../...

B - Applications

Connaissant la surface de contact(s) entre l'objet et le sol, il suffit de mesurer la valeur de la résistance à la compression du sol dans la surface de contact (X_1) et celle du sol témoin (X_0) pour en déduire le poids (P) de l'objet d'après la relation ci-dessous :

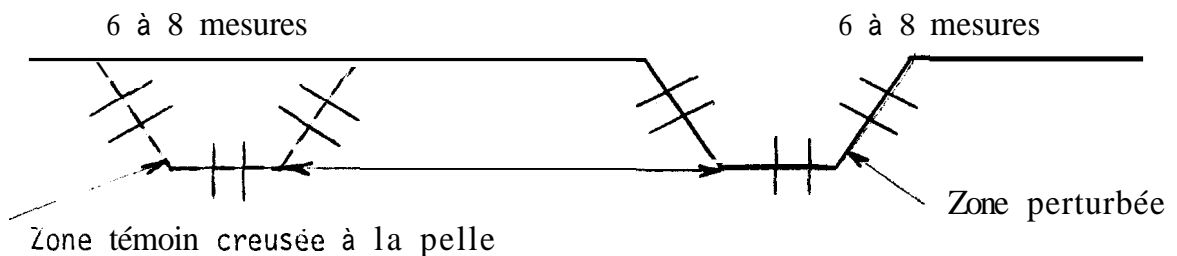
$$P = S (X_1 - X_0)$$

X_0 et X_1 seront déduits en faisant la moyenne des 4 ou 5 mesures dans chaque zone

$$X_0 = \frac{\sum X_0}{N}$$

$$X_1 = \frac{\sum X_1}{N}$$

La mesure au pénétromètre permet aussi de savoir immédiatement si la zone perturbée a été creusée ou enfoncée en force, la pression de perturbation dans le premier cas étant beaucoup plus faible que dans le second (comparaison de la zone témoin et de la zone influencée). Les essais peuvent être faits à des profondeurs croissantes par exemple en dégagant le fond de 5cm en 5cm pour voir le gradient de résistance sur l'empreinte.



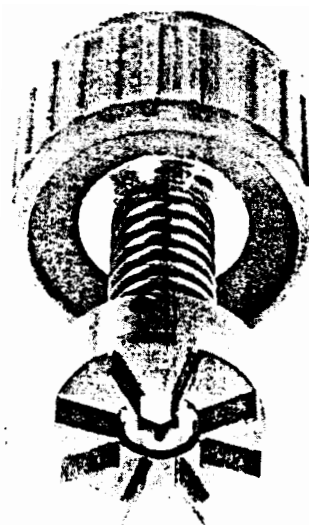
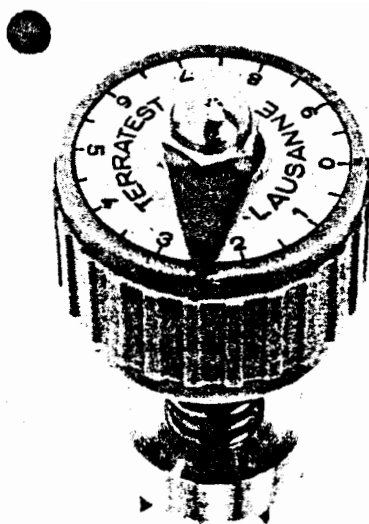
.../...

3.4.2.2. Essais scissométriques

Le scissomètre est un appareil conçu pour mesurer directement la résistance au cisaillement du sol. L'essai consiste à enfoncer dans le sol une tige munie à son **extrémité** de palettes verticales, puis de leur imprimer un mouvement de rotation à vitesse angulaire constante, **jusqu'au** cisaillement du sol. Le couple nécessaire à ce cisaillement est mesuré à l'aide d'un ressort étalonné, fixé sur la tige de l'appareil.

Description et courbes d'étalonnage de l'appareil

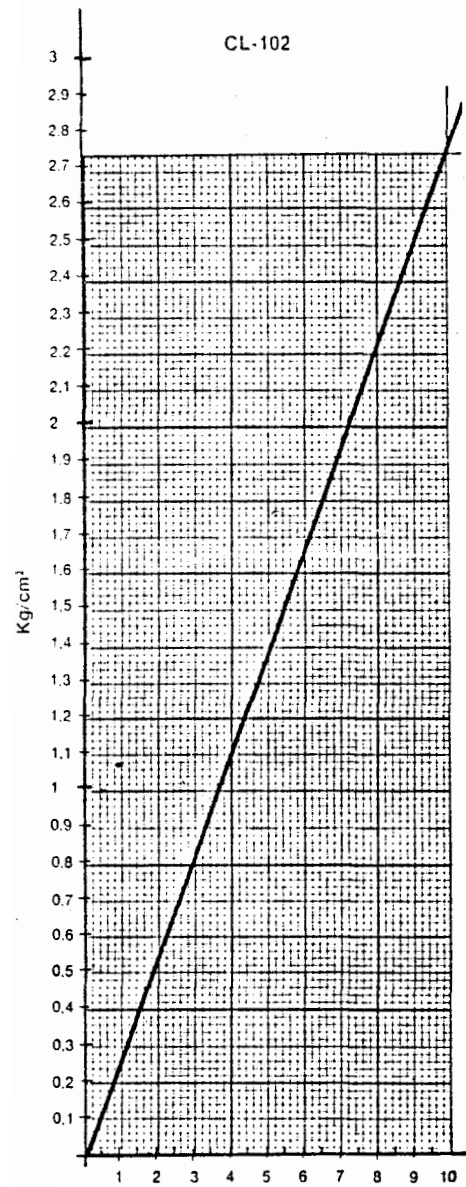
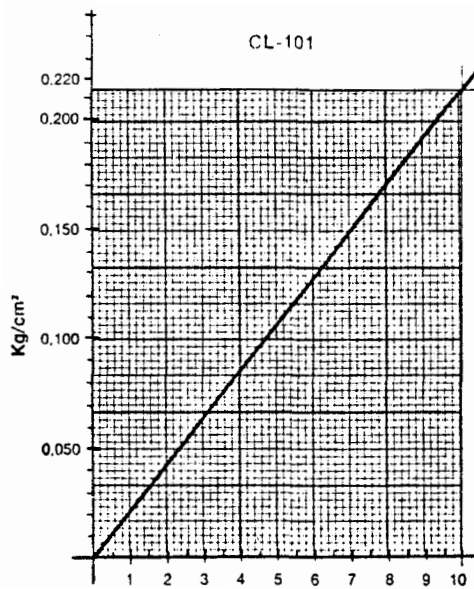
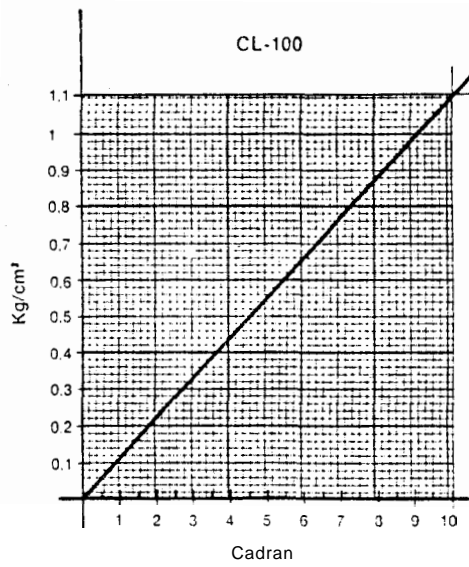
TERRATEST



CI-100 Mini-Scissomètre

Scissomètre de poche

Tableau des résistances au cisaillement en kg/cm^2 en fonction de l'adaptateur employé



$$2,5 \text{ T./S.F.} = 27,340 \text{ kg m}^2 = 2,734 \text{ kg/cm}^2$$

$$1 \text{ T./S.F.} = 10,936 \text{ kg.m}^2 = 1,093 \text{ kg/cm}^2$$

$$0,2 \text{ T./S.F.} = 2,186 \text{ kg.m}^2 = 0,218 \text{ kg/cm}^2$$

3.4.2.3: Emploi simultané du scissomètre et du pénétromètre

Si l'on reporte les résultats de ces deux essais sur un diagramme de Mohr, l'essai sur **scissomètre** se représente par un cercle centré sur l'origine et dont le rayon est égal à la valeur mesurée. Le cercle représentatif de l'essai au pénétromètre de poche est un cercle passant par l'origine, dont le centre se trouve sur l'axe des contraintes normales et dont le diamètre est donné par la valeur mesurée. La tangente commune à ces deux cercles est la droite critique caractérisée par les paramètres C (ordonnée à l'origine) et ϕ (angle avec l'horizontale).

L'utilisation simultanée du scissomètre et du pénétromètre permet de juger en quelques minutes si un terrain est essentiellement cohésif ou si le frottement interne joue un rôle important dans sa résistance au cisaillement.

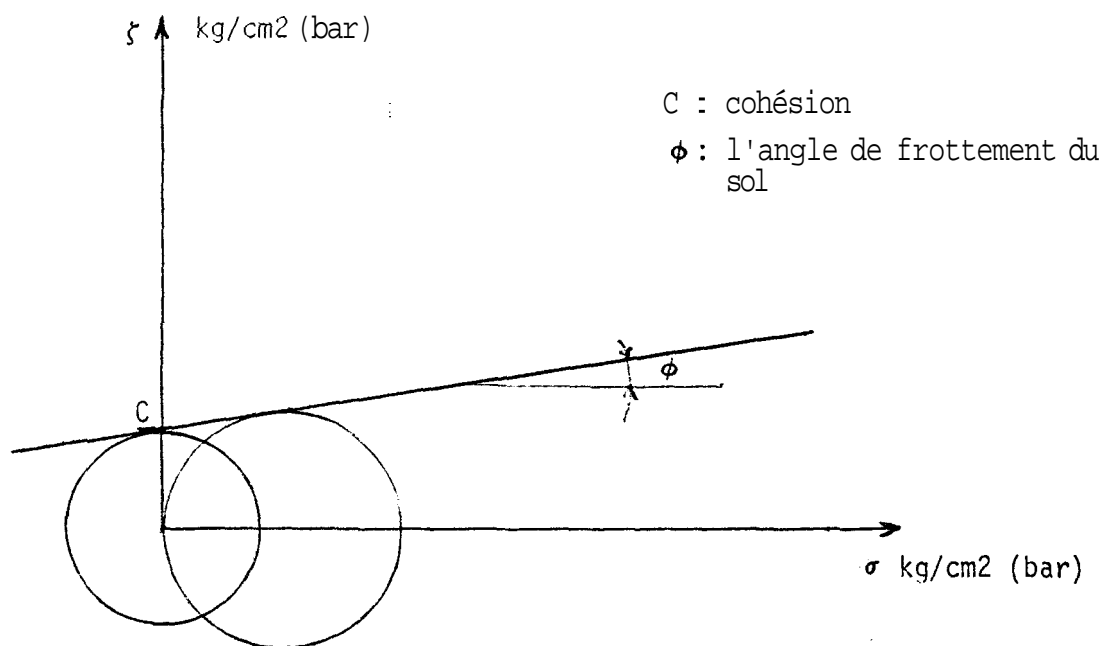


Diagramme de Mohr

.../...

3.4.3. PRELEVEMENT D' ECHANTILLONS

A - Procédure de prélèvement

La procédure de prélèvement est un ensemble d'instructions donné à l'équipe "analyse des traces" pour prendre une certaine quantité d'échantillons (remaniés ou non remaniés) d'un sol ou de **toute** autre matière susceptible de pouvoir fournir par analyse, les **renseignements** concernant un éventuel **atterrissage**.

B - Prélèvement remanié

Ce type de prélèvement est utilisé pour mesurer :

- . la teneur en eau (50 à 100 g nécessaire),
- . le pourcentage de matière organique,
- . la texture granulométrique,
- . les limites **d'Atteberg** (limite de liquidité, de plasticité, etc.),
- . la densité des grains.

C - Prélèvement non remanié

Il s'agit de prélèvement non remanié à partir de carottages (technique de conservation d'un sol sans perturbation).

Ce type de **prélèvement** est utilisé pour :

- . mesure de densité apparente du sol,
- . mesure des propriétés mécaniques (en particulier C et ϕ),
- . examens **visuels** au microscope (optique, électronique),
- . mesures d'échauffement.

Remarque :

Chaque point de mesure ou de prélèvement sera positionné en distance et azimuth par rapport à l'**origine** du cadrillage.

- CHAPITRE 4 -

4.1. ÉTUDE MÉCANIQUE DES VÉGÉTAUX

Jusqu'à présent, les rares cas où le GEPAN est intervenu ont parfois laissé apparaître des traces sur la végétation qui prenaient l'aspect d'herbes couchées. Or, aucune étude générale n'a, semble-t-il, jamais été menée sur les réactions mécaniques d'un tissu herbeux soumis à une pression donnée. Le but de l'étude qui va suivre est d'essayer de mettre en évidence certains des paramètres qui interviennent sur la mécanique de l'herbe. On peut constater déjà, que l'action d'une pression quelconque déforme l'herbe. Cette déformation peut être élastique ou permanente.

4.1.1. MESURE DE LA HAUTEUR DE L'HERBE EN FONCTION DE P, D, tr

$\frac{P}{S}$ = pression kg/cm²

D = temps de pression

tr = temps de remontée de l'herbe

h = hauteur de l'herbe

h_M = hauteur initiale de l'herbe

S = surface de contact ici constante : 400 cm²

Tableau des mesures

tr(mm)	1	10	20	2R	6R	24R	P: 5kg D: 10s S: 400 cm ²
h(cm)	29	30	-11-	-11-	-11-	-11-	
h _{II} (cm)	30	-11-	-11-	-11-	-11-	-11-	
P _c	24	26	27	27 ⁺	29	30	P: 5kg D: 2mm S: 400 cm ²
h _{II}	30	-11-	-11-	-11-	-11-	-11-	
h	24	26	27	27 ⁺	29	30	P: 5kg D: 2 30mm S: 400 cm ²
h _{II}	30	-11-	-11-	-11-	-11-	-11-	
h	19	21	22	24	25	28	P: 5kg D: 10 2R S: 400 cm ²
h _{II}	30	-11-	-11-	-11-	-11-	-11-	
h	24	25	25	26	28	30	P: 20kg D: 2mm, 10s S: 400 cm ²
h _{II}	30	-11-	-11-	-11-	-11-	-11-	
h	23	25	25	26	28	30	P: 20kg D: 2mm S: 400 cm ²
h _{II}	30	-11-	-11-	-11-	-11-	-11-	
h	22	25	26	27	29	30	P: 20kg D: 30mm S: 400 cm ²
h _{II}	30	-11-	-11-	-11-	-11-	-11-	
h	15	18	20	22	22	26	P: 20kg D: 2h S: 400 cm ²
h _{II}	30	30	-11-	-11-	-11-	-11-	
h	23	25	26	26	28	30	P: 50kg D: 10s S: 400 cm ²
h _{II}	30	-11-	-11-	-11-	-11-	-11-	
h	22	24	25	26	28	30	P: 50kg D: 2mm S: 400 cm ²
h _{II}	30	-11-	-11-	-11-	-11-	-11-	
h	19	21	22	23	24	25	P: 50kg D: 30mm S: 400 cm ²
h _{II}	30	-11-	-11-	-11-	-11-	-11-	
h	14	17	19	22	22	24	P: 50kg D: 2h S: 400 cm ²
h _{II}	30	-11-	-11-	-11-	-11-	-11-	

On constate que les courbes $h = f(\ln tr)$ sont à peu près des droites. On peut donc dire que ces courbes obéissent approximativement à une loi telle que $fi = a \ln tr + ho$.

- a est la pente de chaque droite dépendant de P et D.
- ho est l'ordonnée à l'origine de chaque droite dépendant de P et D.

Etude de ho en fonction de P et D

Tableau de mesures

D \ P(kg)	10b	2mm	30mm	2h	
5	29	24	24	19	$ho(cm)$
20	24	23	22	16	
50	23	22	19	14	

Si on ne travaille que sur les pressions $P \geq 5kg$, on peut dire que les courbes $ho = f(P)$ obéissent à une loi telle que $ho = \alpha P + \beta$. On constate que α et β dépendent de D.

Etude de a en fonction de D:

.../...

Tableau de mesures

α		-0,04	-0,1	-0,2
D	10.5	2mn	30mn	2h

En ne travaillant que sur $D \geq 2mn$, on peut assimiler la courbe

$$\alpha = g(D) \text{ à une droite telle que } \alpha = \vartheta \ln D + \Psi$$

avec $\vartheta = -0,80$ et $\Psi = -0,04$

$$\Psi = g(2mn)$$

Etude de β en fonction de D

Tableau de mesures

β	27	24,2	24,2	20.
D	10.5	2mn	30mn	2h

En assimilant la courbe $\beta = f(D)$ à une droite, on peut dire que la variation de β en fonction de D suit une loi telle que

$$\beta = \gamma \ln D + \delta$$

avec $\gamma = -0,2$ et $\delta = 30$

.../...

L'étude de a étant très difficile, on se reportera au tableau ci-dessous pour chaque mesure.

$\begin{matrix} D \\ P(\text{kg}) \end{matrix}$	10b	2mn	30mn	2R
5	0,086	0,166	0,166	0,2
20	0,14	0,166	0,2	0,22
50	0,166	0,19	0,166	0,26.

A partir de toutes ces études, on peut avoir une idée sur la loi à laquelle obéirait la variation de h en fonction de P , D et tr . Cette loi pourrait être telle que $h = a \ln tr - (0,81 \ln D + 0,04)P - 0,021 \ln D + 30$

C'est une loi approximative qui ne peut s'appliquer que dans certains cas car tout au long de cette étude, on a remarqué que la déformation de l'herbe ne dépend pas seulement de P , D et tr mais aussi de plusieurs facteurs cités ci-dessous :

- la hauteur et la qualité de l'herbe
- la densité de l'herbe
- la nature du sol
- les conditions atmosphériques, etc.

Cependant, ce travail pourra, nous l'espérons, contribuer à une approche plus générale de ce problème dans l'avenir.

CONCLUSION

Ce stage m'a permis de me familiariser sur toute la méthodologie d'une enquête employée par le **GEPAN** pour une intervention en cas d'observation mentionnant une **interaction** entre le phénomène signalé et le sol.

Il a été également pour moi, l'occasion de prendre connaissance d'un matériel nouveau (Compteur Geiger, magnétomètre, etc.).

L'imprécision et la subjectivité d'une éventuelle observation d'un phénomène accentuent la difficulté du travail des chercheurs.

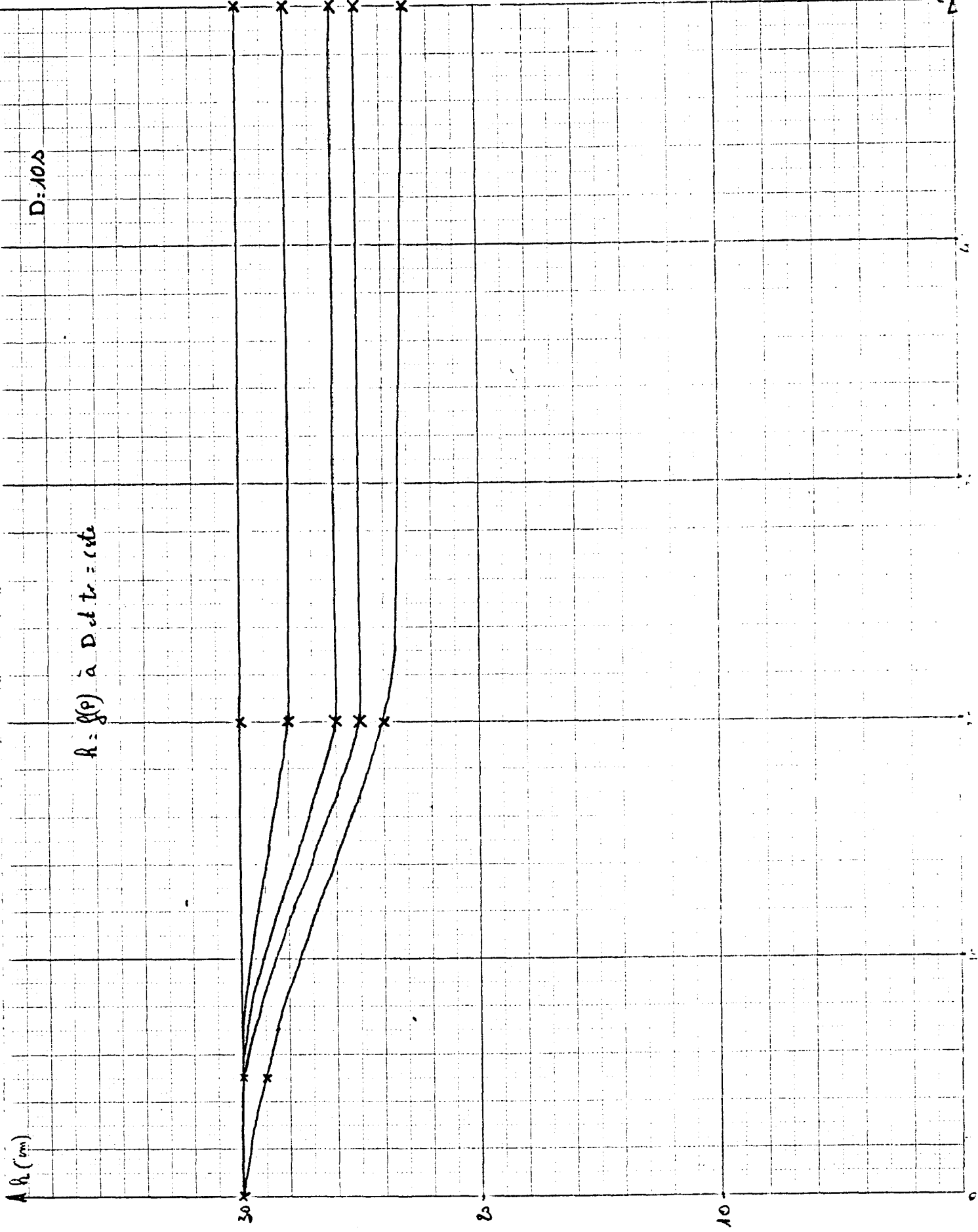
o o o

$A_{rl} \text{ (cm)}$

$D = 10\Delta$

$h = f(\rho) \text{ à } D \text{ et } tr = \text{cte}$

$\times 24 tr = tr$
 $\times 6 tr = tr$
 $\times 2 tr = tr$
 $\times 10 mm = 20 mm$
 $\times 1 mm = tr$



$\rho \text{ (cm)}$

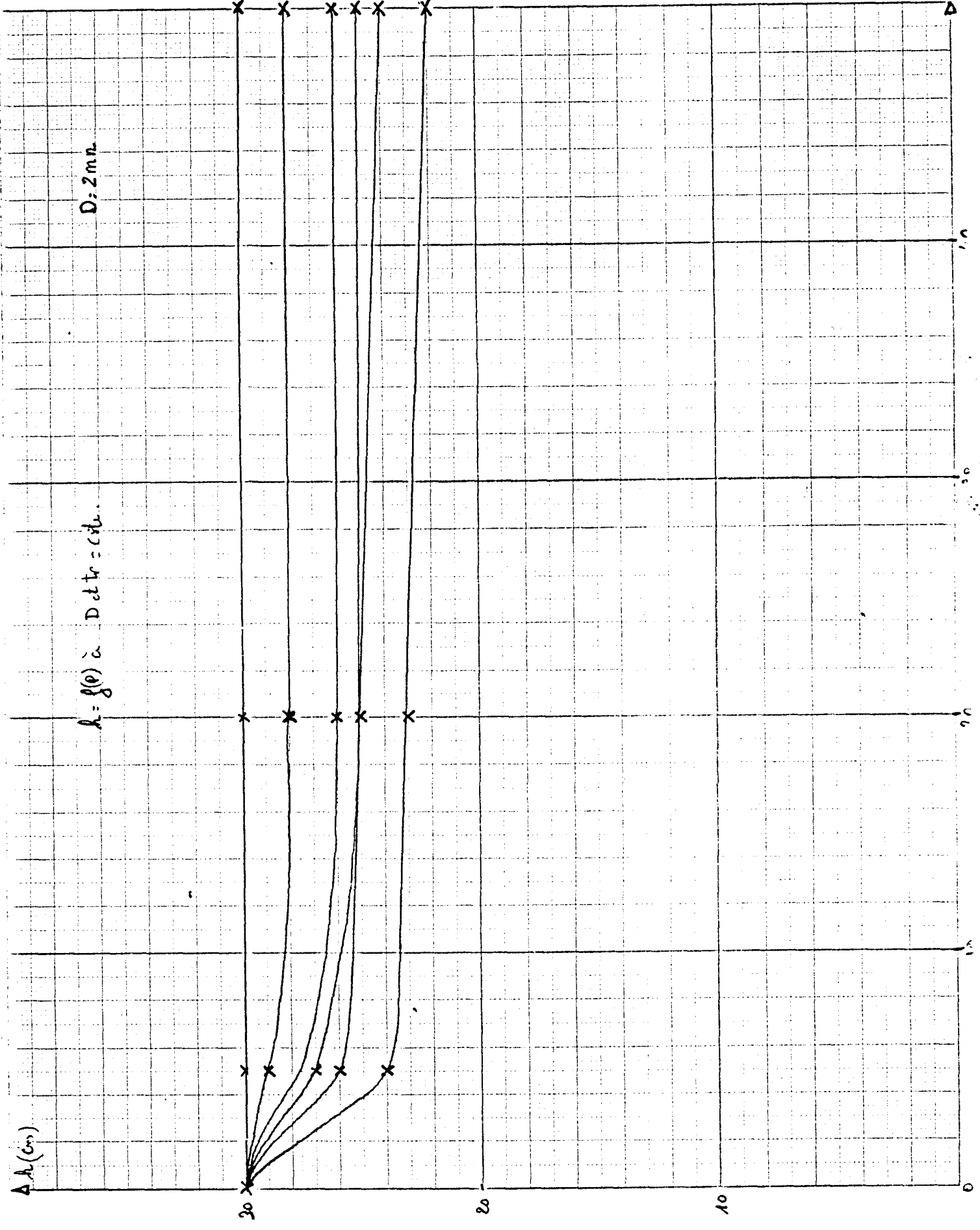
ΔA (cm)

$D: 2\text{mm}$

$\lambda = f(\theta) \hat{=} D \sin \theta = c \sin \theta$

$\times 24\lambda$
 $\times 6R$
 $\times 2R$
 $\times 20\text{mm}$
 $\times 10\text{mm}$
 $\times 1\text{mm}$

ΔP (kg)



20

20

10

0

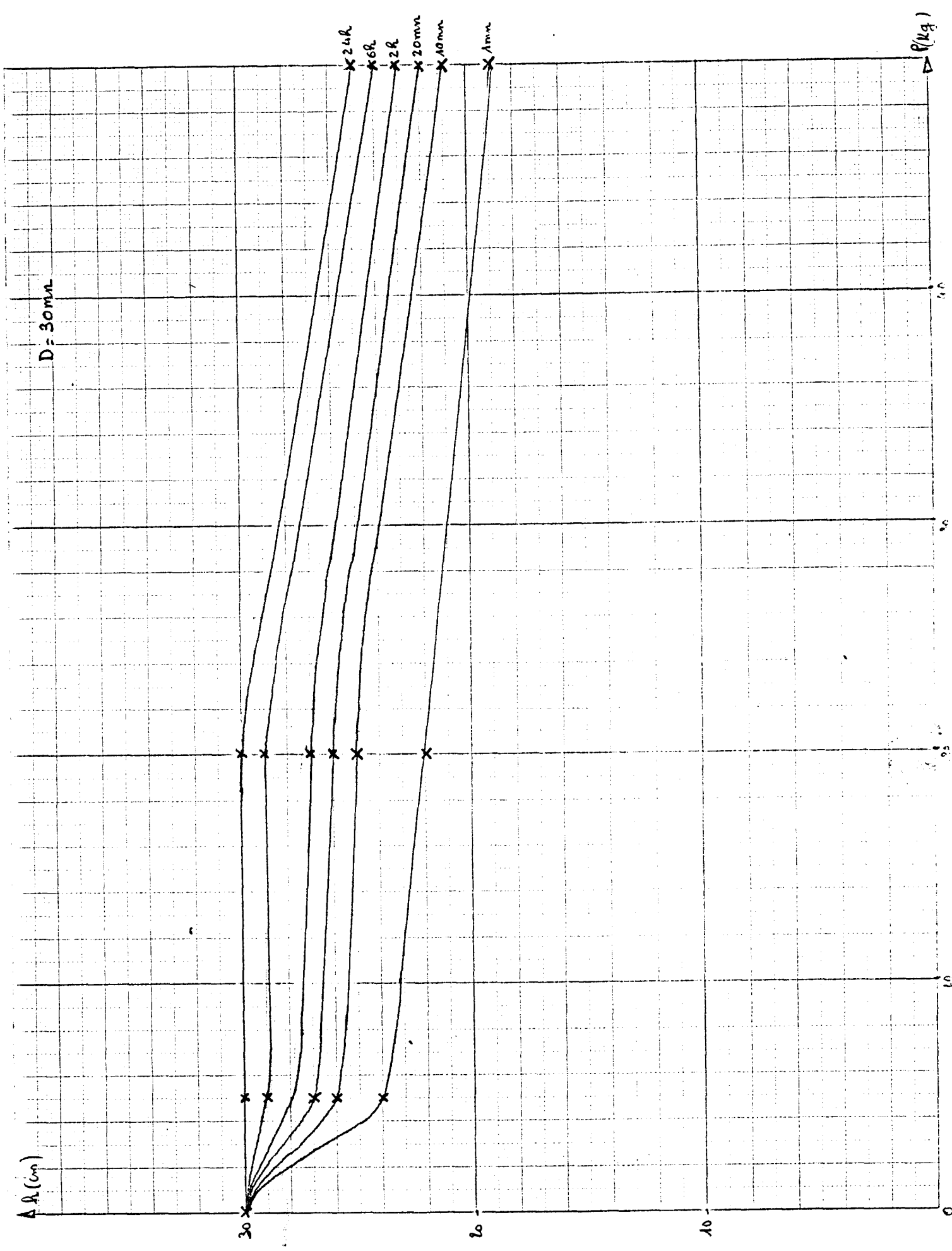
10

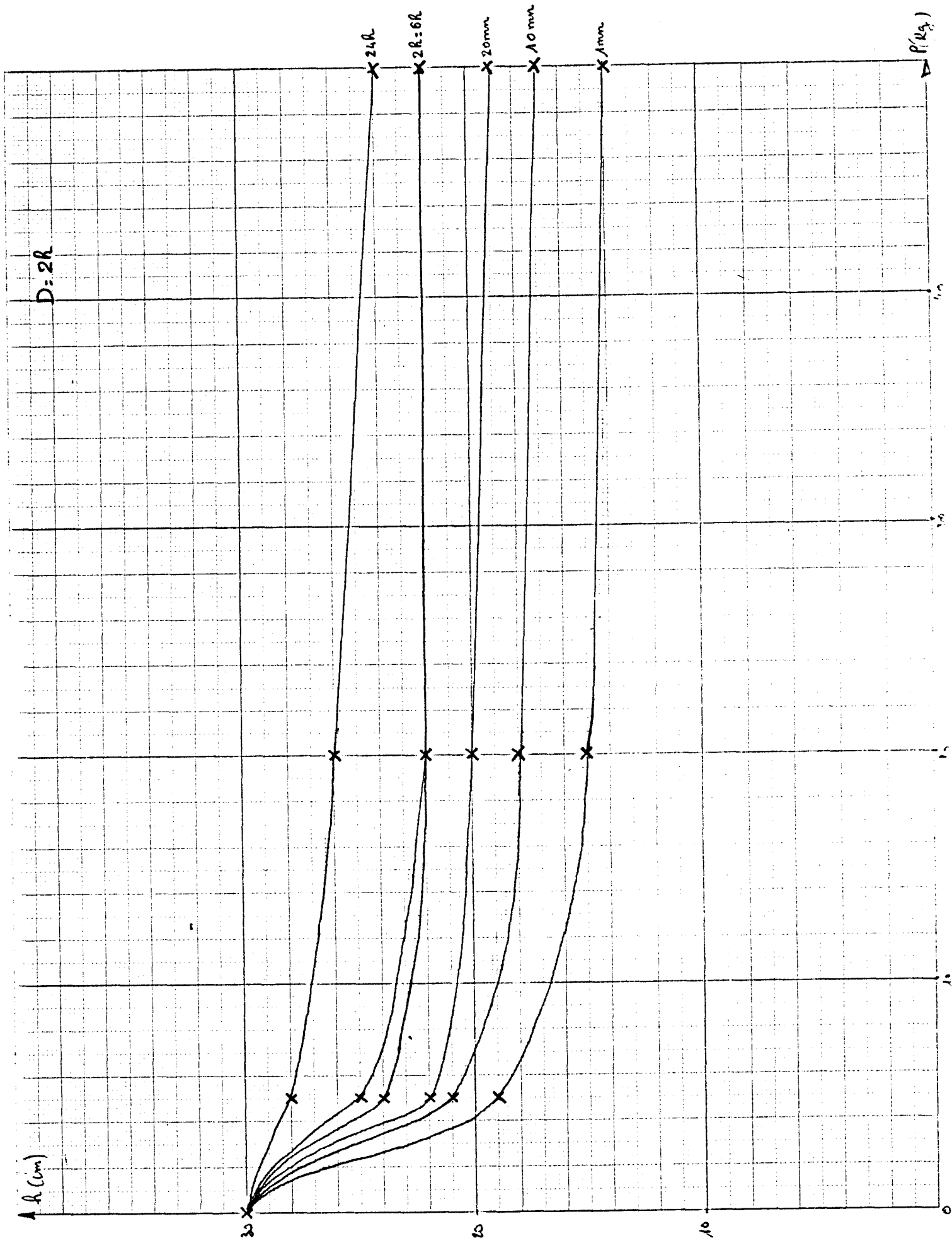
20

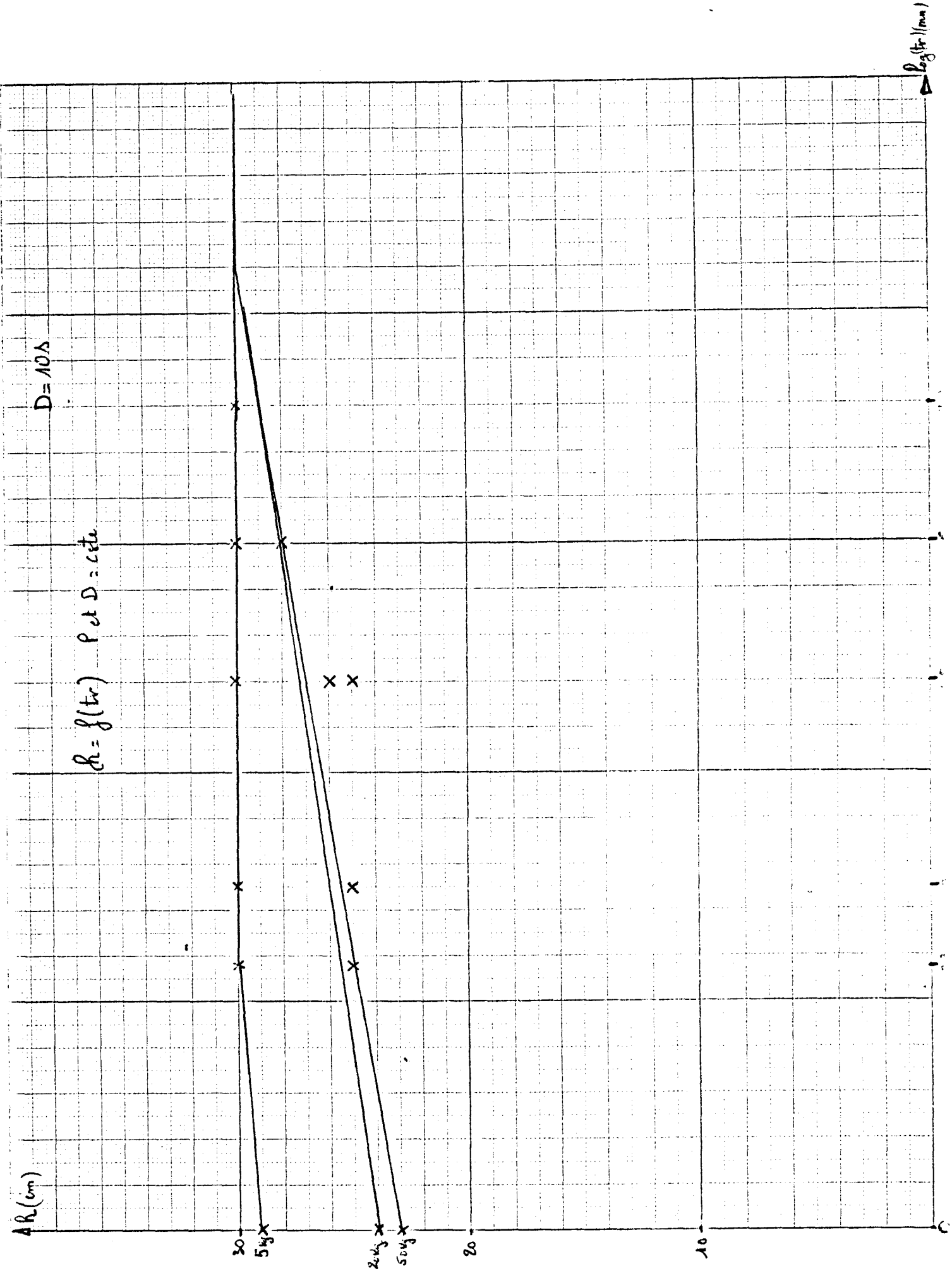
30

40

50





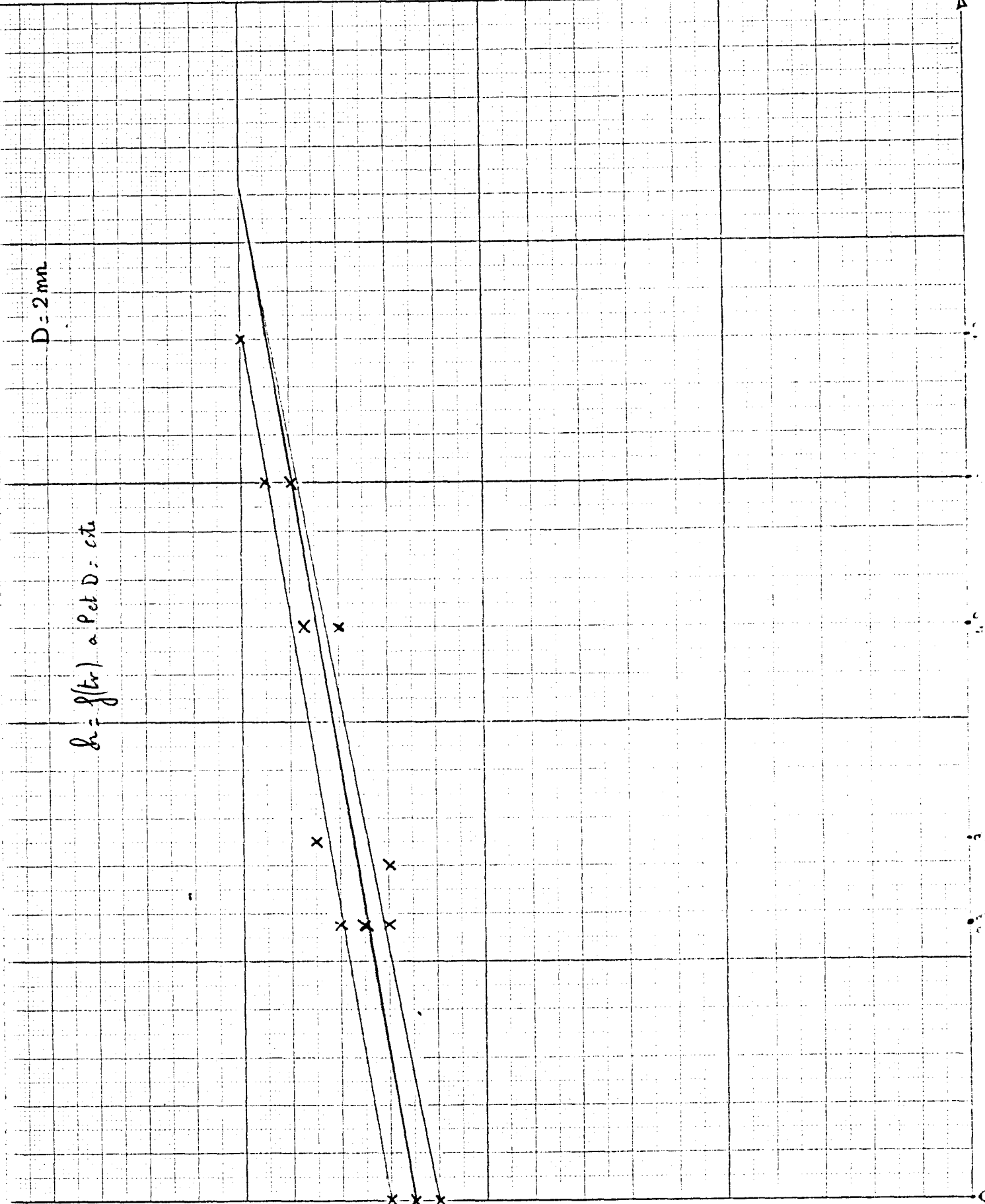


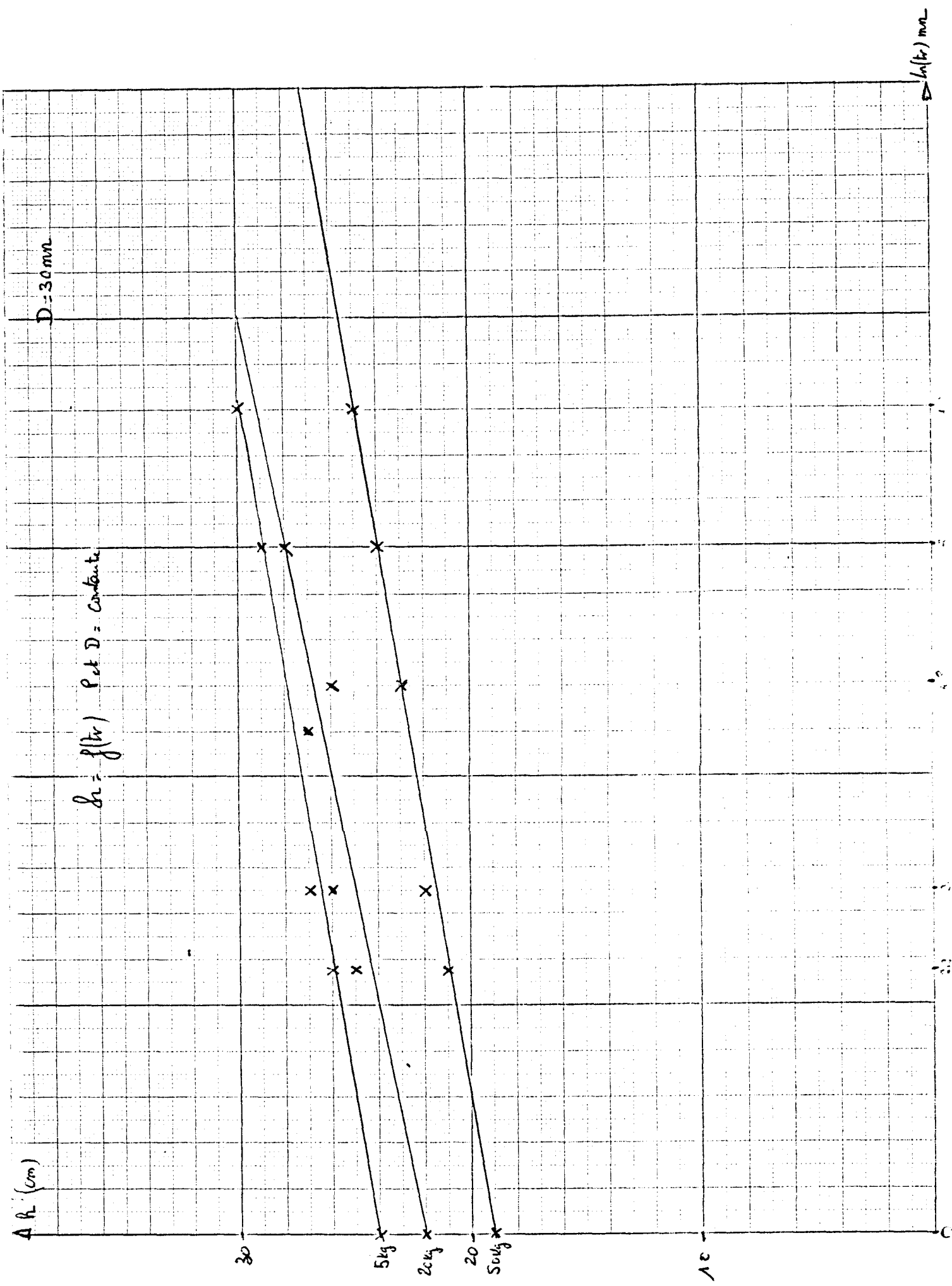
ln tr (mm)

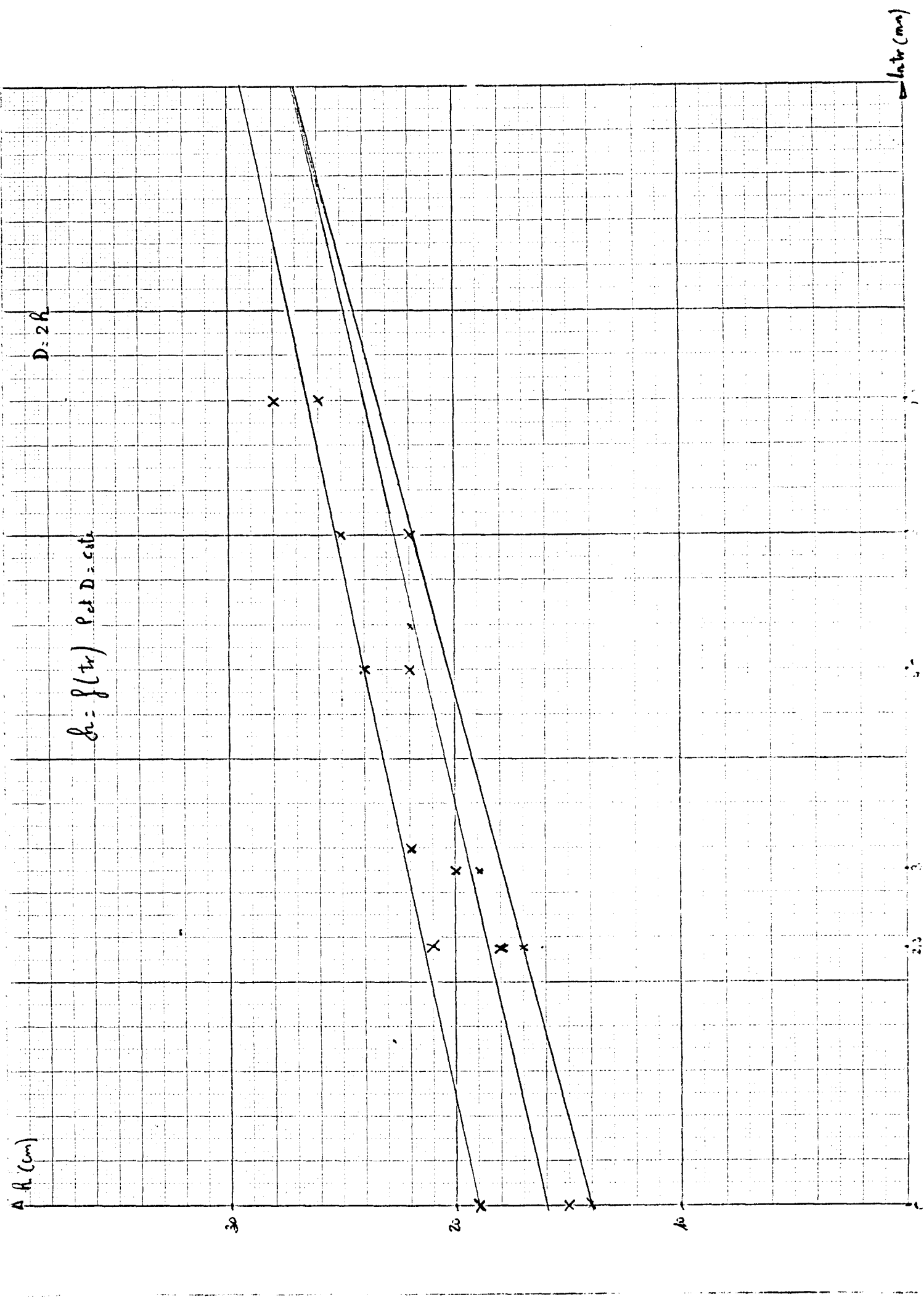
D = 2 mm

$h_c = f(\ln tr)$ a Pet D = cte

5kg
20kg
50kg







ln tr (min)

D = 2R

$\ln = f(tr) P \text{ et } D = \text{cste}$

A R (cm)

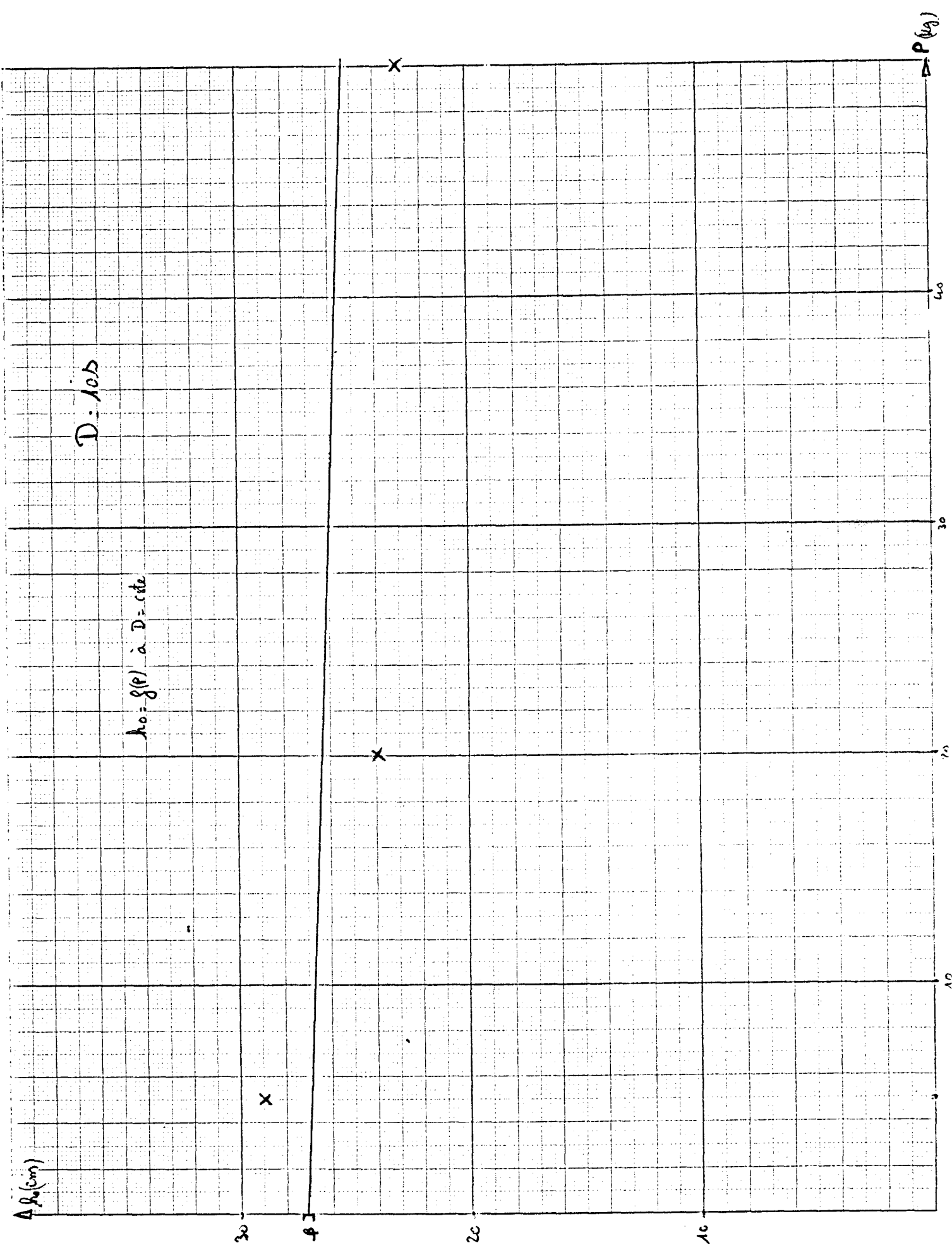
30

20

10

2

2.5



D: Job

$h_0 = g(P)$ à D: cde

Abv. (cm)

30

20

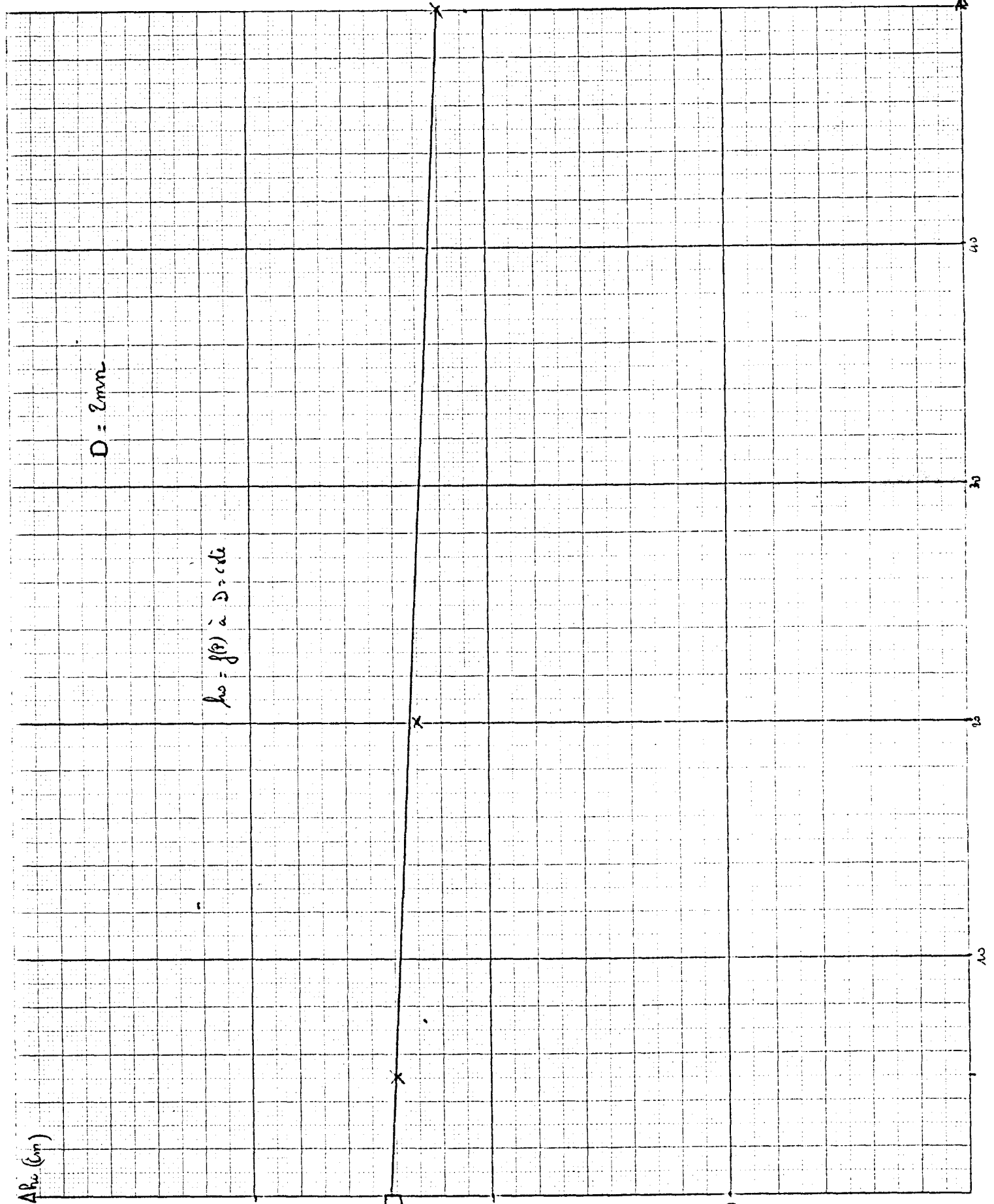
10

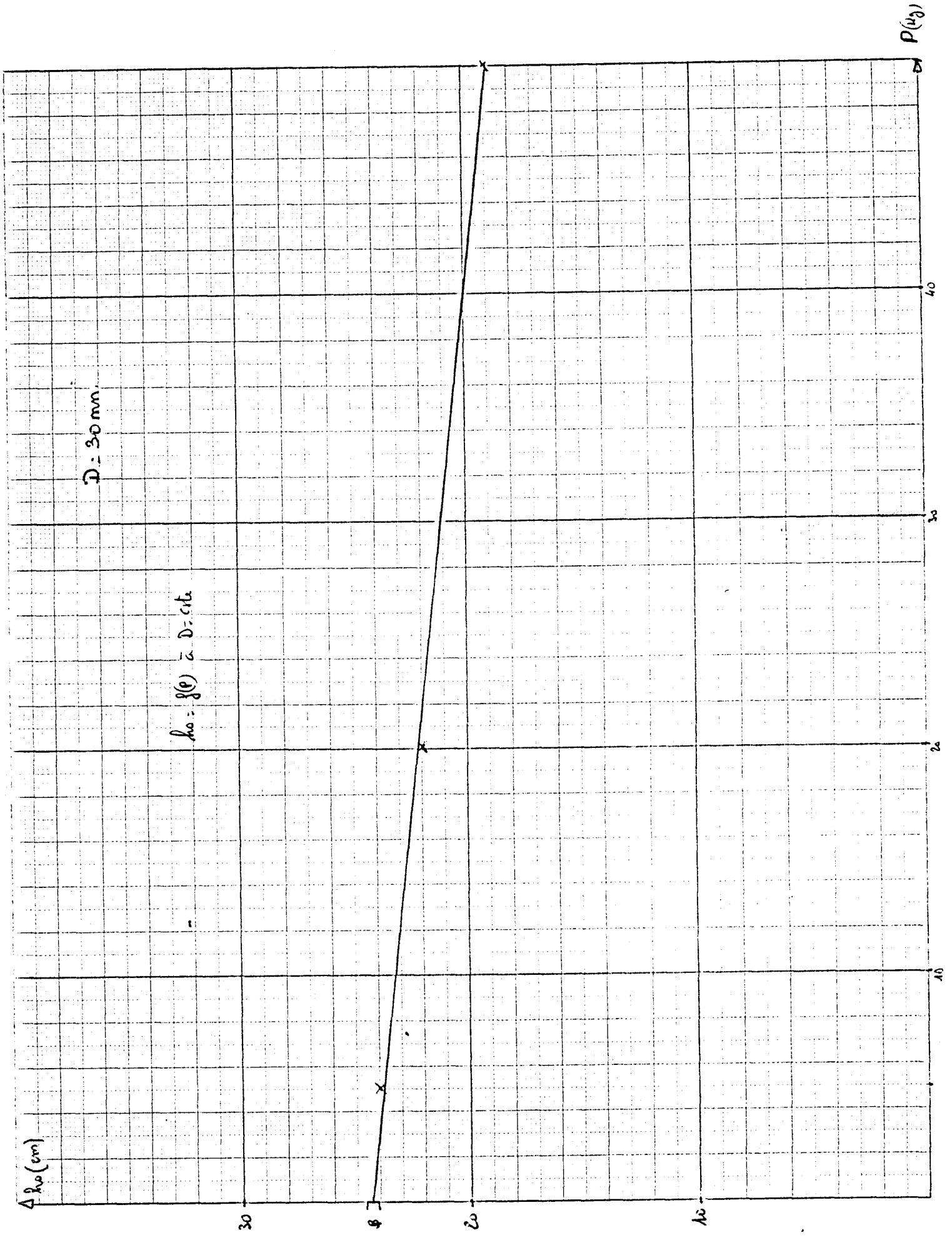
0

$D = 2\text{mm}$

$\rho_0 = f(\theta)$ à $D = \text{cte}$

$\rho(\theta)$

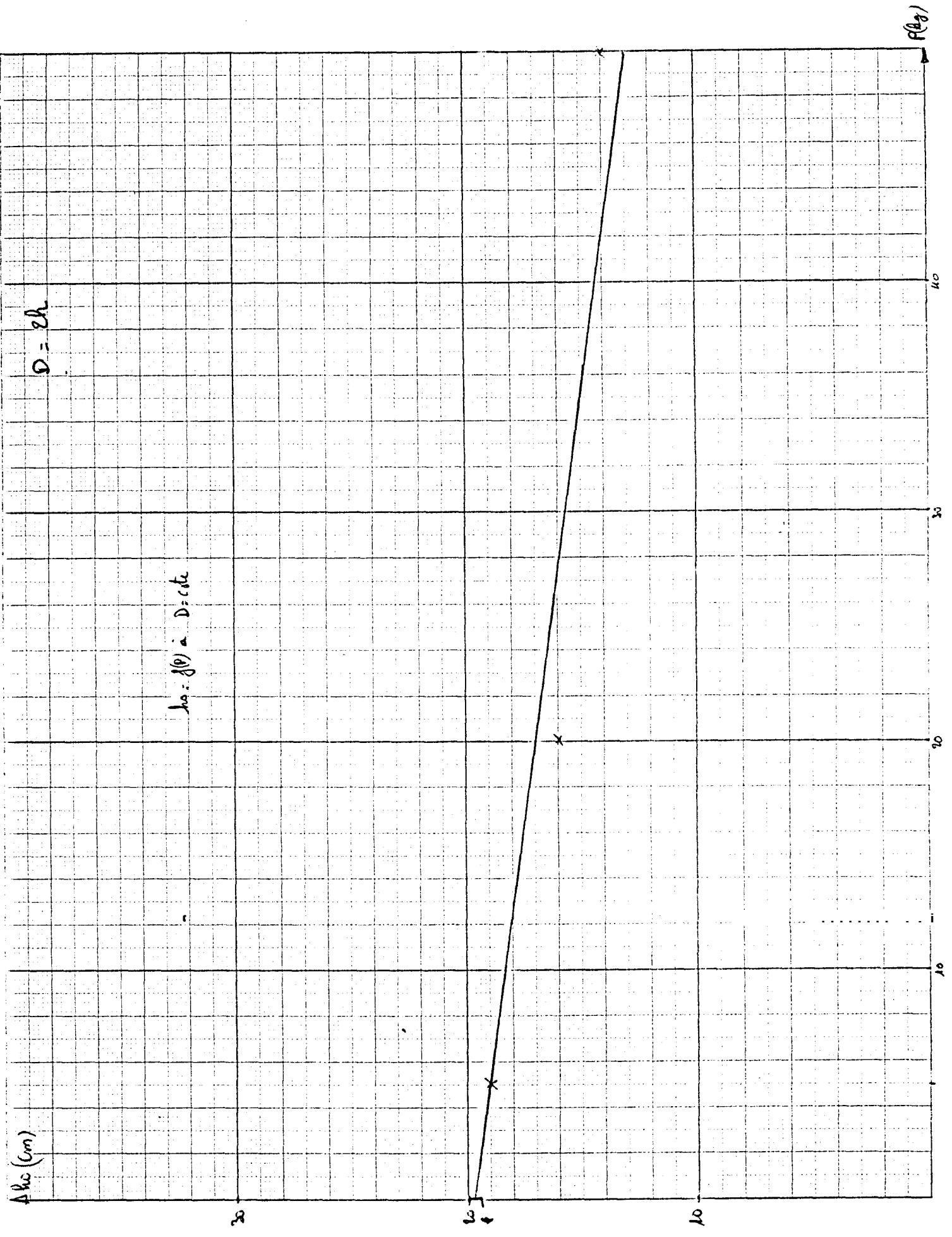




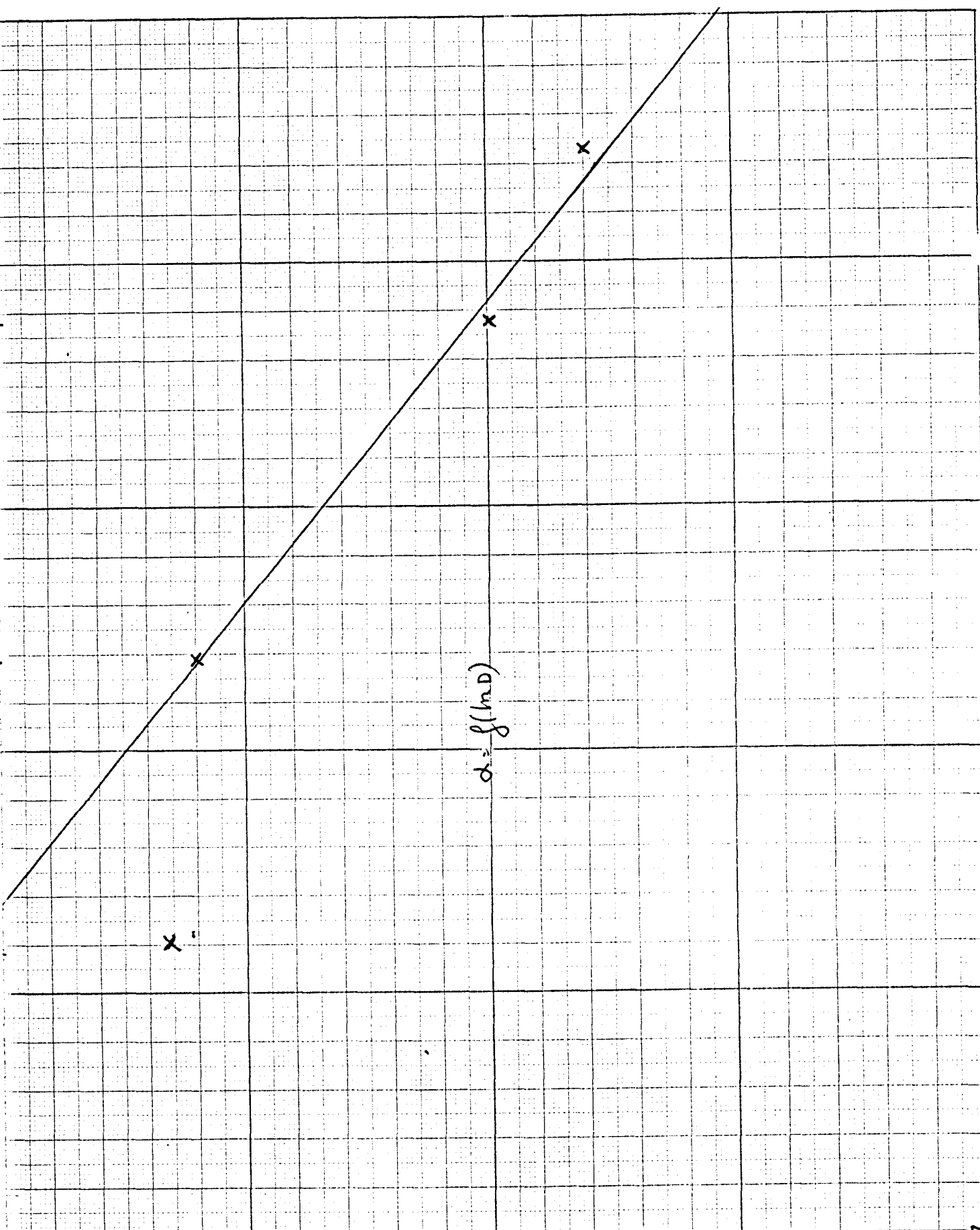
Δh_c (cm)

$$D = 2h$$

$h_0 = f(\rho)$ à $D = \text{cte}$



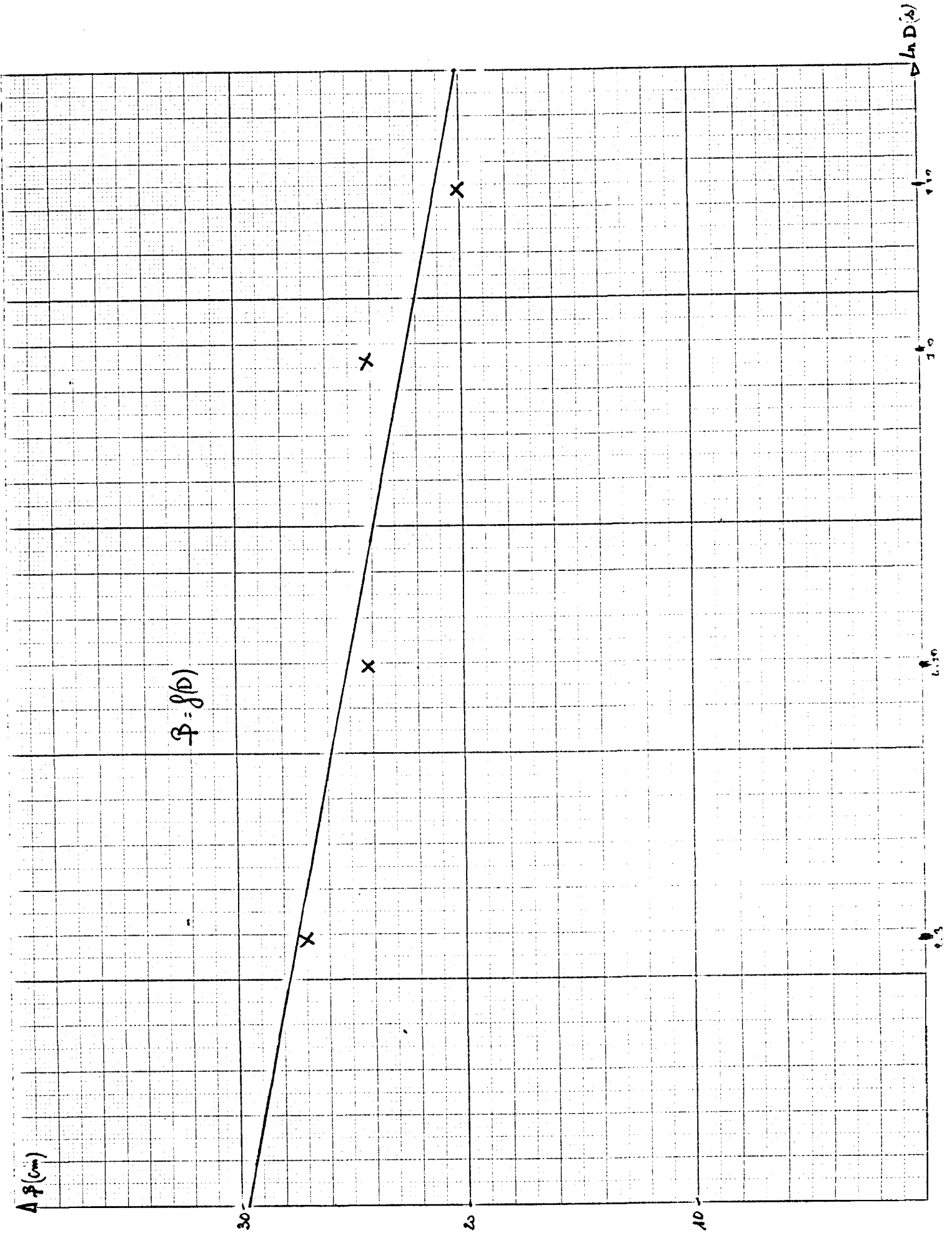
1/2000



$d = f(h, n, D)$

V

Δ



LISTE DU MATÉRIEL DANS LA VALISE "INTERVENTION RAPIDE" SANS TRACE

- 1 télémètre (Racing 1200) avec un télescope 6 x 18
- 1 chronomètre (Kriter)
- 1 décamètre (Stanley)
- 1 OPTI-METER
- 1 boussole de précision
- 1 magnétophone pour enregistrement (Sony TC D5M)
- 1 micro ECM 500
- 1 multiset 500
- 1 boussole simple
- 1 compas ESSEL
- 1 boîte de 12 crayons de couleur
- 1 blanchette avec 2 pinces à papier
- 1 fiche de renseignements concernant le témoin
- 1 rouleau de Scotch
- 1 bloc de papier
- 1 trousse contenant :
 - . gomme
 - . Feutre
 - . colle Scotch
 - . crayon à papier
 - . taille crayon
- 1 trousse contenant :
 - . une paire de ciseau
 - . une agrapheuse
 - . une boîte d'agrafes
 - . un couteau
- 1 lampe de poche
- 1 pochette d'étiquettes
- 2 cassettes
- 1 mètre
- 1 boîte de feutres multicolores

LISTE DU MATÉRIEL DANS LA VALISE "INTERVENTION RAPIDE" AVEC TRACE

- 1 pénétromètre
- 1 scissomètre
- 3 ailettes de mesure de couple (taille 1, 2, 3)
- 1 paire de règles en acier INOX
- 1 paire de ciseaux
- 1 loupe (Lurnagny)
- 7 carottes avec accessoires
- 1 rouleau de ficelle
- 1 marteau
- 1 clé de 8
- 1 rouleau de fil de nylon
- 1 lot de 20 piquets
- 1 rouleau de ruban orange de signalisation
- 1 ciseau
- 1 sachet contenant :
 - . 1 scissomètre
 - . 3 ailettes de taille 1, 2, 3
 - . 2 clés à 6 pans de 2mm
- sachets en plastique de différente taille
- 1 sachet contenant :
 - . 1 truelle
 - . 1 pelle
- 2 rallonges à scissomètre
- 1 lot de piquets cylindriques
- 1 pochette d'étiquettes
- 1 décamètre (Stanley)