

**5<sup>e</sup>**

cycle d'observation

par Pierre Grandsire  
Editions de l'Ecole

# Fiches de travaux expérimentaux

## Thèmes physico-mathématiques

# l'école

EDITION - LIBRAIRIE - PAPETERIE - 11, RUE DE SÈVRES, PARIS VI<sup>e</sup> - TÉL. : 548 71-68 - 06-10 - COMPTE CHÈQUES POSTAUX PARIS 169-56

FICHES DE TRAVAUX SCIENTIFIQUES EXPERIMENTAUX

CLASSE DE 5<sup>ème</sup> TOUTES SECTIONS

SERVICE COMMERCIAL  
N/RÉF.

T.S.E. CONFIES, LE PLUS SOUVENT, AU PROFESSEUR DE GEOGRAPHIE

- Fiche n° 4 - Etude d'un centre urbain.
- Fiche n° 5 - Le marché.
- Fiche n° 6 - Une usine.
- Fiche n° 7 - A la ferme.
- Fiche n° 8 - De la classe à la commune.
- Fiche n° 9 - Ecole et enseignement.
- Fiches n° IO & n° II - Relevés météorologiques.
- Fiche n° I2 - Le calendrier des saisons.

T.S.E. CONFIES, LE PLUS SOUVENT, AU PROFESSEUR DE SCIENCES NATURELLES

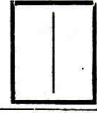
- Fiche n° I - Etude d'un cours d'eau.
- Fiche n° 2 - Les arbres qui nous entourent.
- Fiche n° 3 - Les cultures à la ferme.
- Fiche n° 39 - Les états de l'eau.
- Fiche n° 40 - L'eau naturelle.
- Fiche n° 4I - L'eau pure et l'eau potable.
- Fiche n° 42 - L'appareil photographique et l'oeil.

T.S.E. CONFIES, LE PLUS SOUVENT, AUX PROFESSEURS DE MATH ou PHYSIQUE

- x Fiche n° I3 - Le mouvement hélicoïdal.
- x Fiche n° I4 - Le palmer.
- x Fiche n° I5 - La machine à diviser.
- x Fiche n° I6 - Vitesse de rotation.
- x Fiche n° I7 - Etude d'une rotation.
- x Fiche n° I8 - Transmission du mouvement.
- x Fiche n° I9 - Engrenages.
- x Fiche n° 20 - Le compte-tours.
- x Fiche n° 2I - Le différentiel.
- x Fiche n° 22 - L'additionneur mécanique.
- x Fiche n° 23 - Etude du tour.
- x Fiche n° 24 - Poids et dynamomètre.

x Pour les travaux de cette fiche un matériel Meccano a été sélectionné par l'auteur. La Librairie L'ECOLE le fournit sous emboitage spécial en contreplaqué.

A. 80 bis



# Un cours d'eau

● L'eau est le meilleur solvant. Elle dissout les gaz, l'air en particulier, ce qui permet la respiration des animaux et des plantes aquatiques. Elle dissout des liquides, des solides; elle nettoie...

L'eau est un moyen de transport, une productrice de

force motrice (moulins, turbines hydrauliques), une pourvoyeuse d'aliments pour l'homme, puisqu'elle entretient la vie des animaux et des plantes.

L'eau est un agent géologique : l'érosion due aux eaux de ruissellement sculpte la surface de la terre.

## DÉBIT DU COURS D'EAU

1<sup>re</sup> piste de découvertes : **Évaluation du débit.**

● Le débit est le volume d'eau qui s'écoule en une seconde. En ce qui concerne un cours d'eau, le débit peut s'évaluer, grosso modo, en multipliant :

- l'aire de la section mouillée (profil transversal)
- par la vitesse de l'eau à la seconde.

Lors de chacun de ces relevés, l'endroit du pont à partir duquel la mesure a été effectuée est marqué (à la craie ou à l'aide d'un repère quelconque) afin de permettre les mesures prévues plus loin.

De plus, mesurez, à 1 cm près également, la distance "d" (voir figure 1) séparant la partie supérieure du parapet (ou du garde-fou) du niveau de l'eau; reportez ci-dessous cette mesure sur la ligne réservée à cet effet.

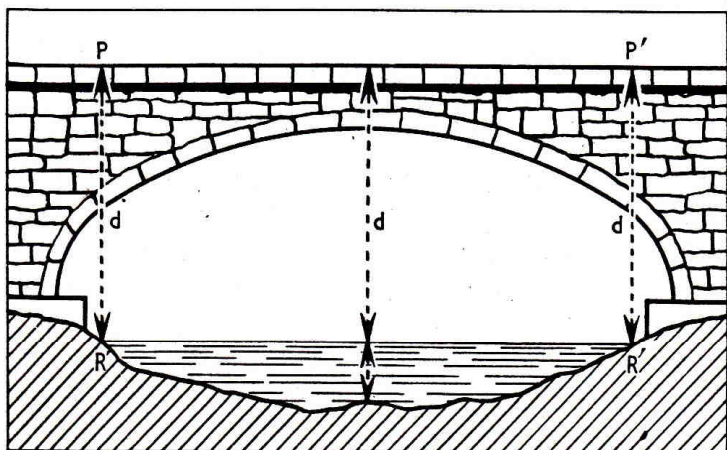


Figure 1. — La profondeur de l'eau est égale à la différence entre la distance du fond, mesurée à partir du parapet du pont, et la valeur "d".

1<sup>re</sup> partie : Relevés de distances.

Il s'agit de sonder le fond du cours d'eau, à partir d'un pont ou d'une passerelle rectiligne le franchissant.

Utilisez pour cela, soit une perche, soit une corde fine tendue au moyen d'une charge fixée à son extrémité; mesurez ainsi la distance séparant le fond du lit de la partie supérieure du garde-fou ou du parapet (voir figure 1).

Ces relevés devront être suffisamment nombreux pour que l'on obtienne un schéma assez précis de la configuration du profil transversal : effectuez de 4 à 8 mesures selon la largeur du cours d'eau et la nature du fond (le nombre de mesures à effectuer étant fixé par le professeur).

Les distances sont mesurées à l'aide d'un décimètre à ruban, à 1 cm près (voir la remarque A de la fiche préliminaire), puis reportées sur le tableau ci-contre, dans la première colonne.

Mesure correspondant à la distance "d" : .....

	Distance	Profondeur		Distance	Profondeur
1 <sup>er</sup> relevé			5 <sup>e</sup> relevé		
2 <sup>e</sup> relevé			6 <sup>e</sup> relevé		
3 <sup>e</sup> relevé			7 <sup>e</sup> relevé		
4 <sup>e</sup> relevé			8 <sup>e</sup> relevé		

2<sup>e</sup> partie : Positions respectives des points utilisés. —

Mesurez, au moyen du décimètre, la distance séparant les différents points (précédemment repérés) à partir desquels les mesures de profondeurs ont été effectuées.

Mesurez de même la distance séparant les deux points extrêmes de cette suite des points P et P' (voir figure 1) situés au niveau de la rive, la position de la rive par rapport au pont étant repérée à l'aide d'un fil lesté descendu depuis le pont jusqu'au niveau de la rive.

Les distances obtenues sont transcrites, en mètres, au fur et à mesure, sur la ligne ci-dessous où sont déjà désignées par les lettres P et P' les positions respectives des deux rives, en tenant compte au mieux des distances relatives.



(suite de l'exposé en page 2)

## 2<sup>e</sup> piste de découvertes : Le cours d'eau.

Au cours d'une sortie, soit individuelle, soit avec quelques camarades (ceux formant votre groupe de travail par exemple), soit avec l'ensemble de la classe accompagnée du professeur, "rendez visite" à un cours d'eau proche de votre établissement scolaire.

Choisissez pour cela le moment où le niveau de l'eau est normal, c'est-à-dire où le cours d'eau n'est ni en crue, ni

en période de basses eaux dues à la sécheresse.

Observez le courant (sa puissance, ses anomalies : ralentissement, accélération, tourbillons), la couleur des eaux et leur limpidité.

Reportez vos remarques, sous forme d'un court rapport, sur une double feuille de copie (qui sera également utilisée pour la rédaction des deux autres rapports de cette 2<sup>e</sup> piste de découvertes).

## Suite de la première piste :

### 3<sup>e</sup> partie : Mesure de la vitesse.

Pour évaluer la vitesse du courant, employez de petits objets susceptibles de flotter, bouchons ou bouts de bois, que vous laisserez tomber depuis le pont.

Ces corps flottants, tombant à la verticale le long du parapet du pont, en amont du cours d'eau, sont entraînés par le courant. Il s'agit de relever le temps, exprimé en secondes et dixièmes de seconde, qu'ils mettent pour traverser la largeur du pont et reparaître de l'autre côté, à la verticale de l'autre parapet du pont. Ce temps est mesuré à l'aide d'un chronomètre : déclenchez l'appareil lorsque le corps flottant lâché touche l'eau, et arrêtez l'aiguille lorsque le corps flottant paraît de l'autre côté.

Une première série de mesures est effectuée depuis le pont, à mi-distance des deux rives, l'expérience étant recommencée au moins quatre fois, si possible six fois, en utilisant pour chaque essai un expérimentateur différent. Les résultats en sont relevés sur le tableau ci-dessous; portez-y également mention, dans la première colonne, de la distance parcourue par l'objet flottant, distance correspondant à la largeur du pont à évaluer en mètres, à 1 cm près.

Une deuxième série de mesures (de 4 à 6 essais) est faite en se plaçant sur le pont, à égale distance de la rive et de la partie médiane du lit, soit à droite soit à gauche. Les résultats en sont relevés sur le même tableau, dans les cases correspondantes, avec la distance parcourue, laquelle est normalement la même que précédemment, c'est-à-dire la largeur du pont.

Une troisième série de mesures est à effectuer le long de la rive, à quelques décimètres (50 à 100 cm) de la rive. En vue de ces mesures, l'expérimentateur se place le long de la rive, dans un endroit facile d'accès, et repère au préalable, au moyen de deux pierres par exemple, une distance de 20 mètres mesurée le long de cette rive. L'objet flottant étant alors lancé en face du repère situé en amont, l'expérimentateur déclenche le chronomètre pour l'arrêter lorsque cet objet a parcouru les 20 mètres précédemment repérés. Les temps obtenus au cours des divers essais effectués sont relevés à la partie inférieure du tableau, avec mention, dans la première colonne, de la distance parcourue (soit 20 mètres).

Mesures	Parcours effectués	1 <sup>er</sup> essai	2 <sup>e</sup> essai	3 <sup>e</sup> essai	4 <sup>e</sup> essai	5 <sup>e</sup> essai	6 <sup>e</sup> essai
1 <sup>re</sup> série							
2 <sup>e</sup> série							
3 <sup>e</sup> série							

Il reste à utiliser les différentes mesures relevées.

### 4<sup>e</sup> partie : Représentation de la section mouillée.

Les mesures relevées sur le tableau de la 1<sup>re</sup> partie du travail, en page 1, correspondent à des distances prises depuis la partie supérieure du parapet ou du garde-fou du pont. Les profondeurs d'eau sont égales, comme le montre la figure 1, à la différence entre les distances obtenues et la distance "d" également relevée. Évaluez donc, par différence, les profondeurs d'eau correspondant aux divers relevés et portez les valeurs obtenues dans la colonne de droite du tableau de la page 1.

L'axe horizontal du graphique placé en page 3 a été tracé en haut, ce graphique étant destiné à relever des profondeurs d'eau qui ont été mesurées à partir du niveau de l'eau, placé lui-même à la partie supérieure. Les profondeurs précédemment calculées sont donc à transcrire sur l'axe vertical de ce graphique à partir du point O placé à la rencontre des deux axes. Sur l'axe horizontal, sont représentées les positions respectives des divers points ayant servi aux relevés et des points P et P', eux-mêmes projections des points R et R' marquant les rives (voir figure 1) : le point O du graphique coïncide avec la rive R, le point R' se trouve placé vers l'extrémité droite de cet axe horizontal.

Collez un rectangle de papier millimétré de dimensions convenables entre les deux axes tracés, puis déterminez une échelle de présentation identique pour les deux axes (pour chacun de ces axes, une division de 1 mm représentera donc le même nombre de centimètres de longueur réelle); cette échelle doit être telle que toute la largeur du cours d'eau puisse être représentée sur la longueur de l'axe horizontal disponible : indiquez ci-dessous l'échelle retenue.

Sur le graphique ci-dessous : 1 mm représente  
..... cm en largeur ou en profondeur.

(suite de l'exposé en page 3)

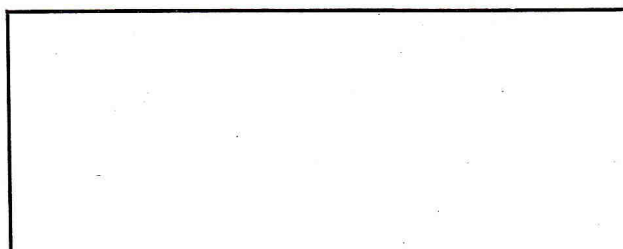
Suite de la 2<sup>e</sup> piste de découvertes : **Le cours d'eau en période de crue.**

Au printemps, à la suite des pluies, fortes en cette saison, et pour certains cours d'eau, par suite de la fonte des neiges, il se produit des périodes de crues qui vont parfois jusqu'aux inondations.

Refaites l'enquête effectuée précédemment (voir page 2), en repassant de préférence aux mêmes endroits afin de pouvoir faire une comparaison, lorsque le cours d'eau est en crue.

Rédigez, sur la double feuille de copie où a été transcrite la précédente enquête, un nouveau rapport sur les observations effectuées, en les comparant aux précédentes.

Les différents points obtenus sont finalement joints, soit par des segments rectilignes, soit par une courbe sinueuse représentant au mieux les variations de profondeurs indiquées par les valeurs relevées (la ligne devra être tracée soigneusement, au moyen d'un crayon finement taillé).



5<sup>e</sup> partie : Évaluation de l'aire de la section mouillée.

Le graphique obtenu va permettre d'évaluer approximativement l'aire du profil transversal (ou section mouillée) du cours d'eau considéré.

Comptez dans ce but le nombre de mm<sup>2</sup> (petits carrés de 1 mm de côté) qui représente, sur le graphique, la superficie de cette section mouillée. Procédez colonne par colonne suivant les alignements verticaux, en tenant compte de chaque carreau dont la moitié au moins est située à l'intérieur de la surface considérée et en négligeant les autres. Le nombre total de carreaux est à indiquer ci-dessous (aire exprimée en mm<sup>2</sup>).

**Aire de la section, sur le graphique :** .....

6<sup>e</sup> partie : Calcul de l'aire, en vraie grandeur.

Puisqu'il s'agit de surfaces (obtenues par le produit de deux dimensions), l'échelle de représentation de l'aire correspond au carré de l'échelle utilisée pour chacune des dimensions. Exprimez donc cette dernière échelle (relevée plus haut) en un rapport de mêmes unités (en millimètres), afin d'en déduire l'échelle de représentation des surfaces du graphique tracé, puis de calculer l'aire de la section mouillée en vraie grandeur (cette aire sera convertie en m<sup>2</sup>, à 1 dm<sup>2</sup> près, donc avec 2 chiffres décimaux).

**1 mm représente** ..... **mm en vraie grandeur.**

**Échelle de représentation des surfaces :**

**1 mm<sup>2</sup> représente** ..... **mm<sup>2</sup> en vraie grandeur.**

**Aire de la section mouillée : en mm<sup>2</sup>** .....

**convertie en m<sup>2</sup> :** .....

7<sup>e</sup> partie : Évaluation des vitesses.

Considérez les valeurs relevées sur le tableau de la page 2, colonnes de droite, et calculez, en ce qui concerne chacune des trois séries de mesures relevées :

1<sup>o</sup> La moyenne des temps obtenus au cours des différents essais de chacune des trois séries, en arrondissant au dixième de seconde près (voir la remarque B de la fiche préliminaire).

**Temps moyen de parcours du flotteur :**

1<sup>o</sup> série : .....

2<sup>o</sup> série : .....

3<sup>o</sup> série : .....

2<sup>o</sup> La vitesse à la seconde correspondante (le parcours divisé par le temps), chaque temps en secondes étant affecté, pour l'exécution de la division, d'un premier chiffre décimal représentant le nombre de dixièmes de seconde (vitesse calculée en mètres par seconde, à 1 cm près).

**Vitesse de chaque partie du cours d'eau :**

1<sup>o</sup> série : .....

2<sup>o</sup> série : .....

3<sup>o</sup> série : .....

3<sup>o</sup> Déduisez-en la vitesse moyenne (en mètres par seconde, à 1 cm près) correspondant aux trois vitesses obtenues : cette vitesse moyenne peut être considérée comme la vitesse du courant.

**Vitesse du courant :** .....

8<sup>e</sup> partie : Calcul du débit.

D'après le texte donné en page 1, calculez enfin le débit par seconde du cours d'eau, en tenant compte de l'aire de la section mouillée (exprimée en m<sup>2</sup>) et de la vitesse moyenne à la seconde déterminées. Ce débit sera obtenu en m<sup>3</sup> (puisque l'aire est en m<sup>2</sup> et la vitesse en m).

**Débit par seconde du cours d'eau :** .....





# Les arbres qui nous entourent

● Vous avez, l'an dernier, en classe de 6<sup>e</sup>, choisi un lieu planté d'arbres qui devait faire l'objet d'observations pendant deux années. Le travail proposé cette année doit vous amener à prendre plus intimement contact avec la vie de la forêt, plus particulièrement grâce à

l'observation systématique que la 1<sup>re</sup> piste de découvertes vous demande d'entreprendre. D'autre part, la rédaction de fiches d'identification vous fera mieux connaître les arbres (3<sup>e</sup> piste de découvertes), arbres qui meurent sous la hache et la scie des bûcherons (2<sup>e</sup> piste de découvertes).

## 1<sup>re</sup> piste de découvertes : La vie de la forêt.

Le tableau préparé sur les deux pages centrales de la fiche est destiné à noter, mois par mois, saison par saison, tout ce que vous observerez concernant la vie de la forêt : la vie des végétaux (arbres, arbustes, petites plantes), et la vie des animaux : ceux qui volent (oiseaux, insectes) et ceux qui marchent, qui courent ou qui nagent (insectes, batraciens, reptiles et mammifères).

En ce qui concerne les plantes, notez leur sortie de terre (si c'est possible), la poussée des nouveaux rameaux des arbres et des arbustes, l'apparition des feuilles, des fleurs, des fruits, la chute de ces fruits et de ces feuilles...

Au sujet des animaux, observez leur naissance, leurs activités, leurs mœurs, leur mort peut-être.

Cette étude nécessitera de fréquentes visites, au moins une fois par mois et, si possible, plusieurs fois, surtout à la belle saison. Pour l'étude des animaux, vous aurez avantage à vous promener en silence, ou mieux à vous asseoir quelques instants sans bouger : ainsi vous entendrez les mille bruits que font les petits animaux qui peuplent les taillis, et vous les verrez vivre. Il est également intéressant de les observer à différents moments de la journée : tôt le matin, au début de l'après-midi (en pleine chaleur), à la tombée de la nuit...

## 2<sup>e</sup> piste de découvertes : Le travail des bûcherons.

L'hiver est l'époque où l'on abat les arbres. Enquêtez à ce sujet, soit, si possible, dans le lieu faisant l'objet habituel de vos observations, soit, à défaut, dans une forêt proche où vous pouvez rencontrer des bûcherons au travail.

Cherchez particulièrement à obtenir des précisions sur les différents procédés d'abattage, les outils employés, le façonnage (bois de grume, quartiers, rondins, charbonnette et fagots), et sur le débardage (méthodes, matériel utilisé). Rédigez ci-dessous le compte rendu de ce que vous avez appris, en joignant des feuilles supplémentaires que vous conserverez avec la fiche. Illustrez votre reportage de dessins, schémas, voire même photographies.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

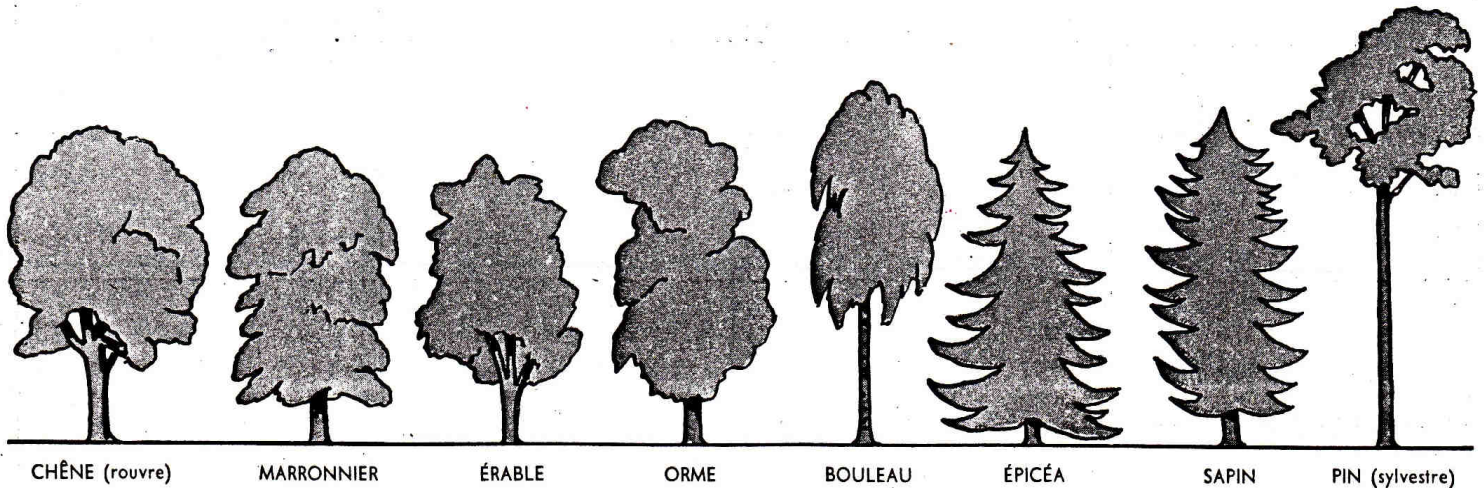


Figure 1. — Silhouettes d'arbres. Dans l'ordre : chêne, marronnier, érable, orme, bouleau, épicéa, sapin, pin.

	Septembre et Octobre	Novembre et Décembre	Janvier, Février et Mars
Arbres feuillus et résineux			
Arbustes et plantes grimpantes			
Petites plantes à fleurs			
Petites plantes sans fleurs (fougères, champignons...)			
Les oiseaux			
Les autres bêtes qui volent			
Les bêtes qui marchent et qui courent			
Les bêtes qui rampent et qui vivent dans la terre			









## Les cultures à la ferme

● Vous avez, en classe de 6<sup>e</sup>, étudié la culture d'un certain nombre de plantes (en principe quatre). Il vous est demandé de continuer cette étude pendant la présente année scolaire, en ce qui concerne les mêmes plantes (sauf avis contraire du professeur).

Toutefois, afin de poursuivre ces observations, vous serez probablement dans l'obligation de rechercher d'autres champs, car la même plante n'est pratiquement jamais cultivée sur le même terrain deux ans de suite. Pour ce choix, comme l'année dernière, tenez compte des possibilités d'accès, puisqu'il vous faudra venir plusieurs fois sur place : demandez l'accord de votre professeur concernant ce choix et assurez-vous de l'autorisation du propriétaire dont vous aurez à parcourir les terres.



Figure 1. — Les champs cultivés s'étendent à perte de vue.

### Première piste de découvertes : **Rotation des cultures.**

Le fermier a prévu une répartition de ses terres de manière à y faire succéder les plantes qu'il veut cultiver, tous les 2, 3 ou 4 ans. Il pratique ainsi l'assolement biennal (exemple : betteraves à sucre, blé); l'assolement triennal (exemple : pomme de terre, blé, avoine); l'assolement quadriennal (exemple : pomme de terre, avoine, trèfle, blé). Cette rotation des cultures explique qu'il vous a fallu changer de champ pour continuer vos observations concernant chacune des plantes cultivées.

Recueillez, auprès du fermier ou d'une autre personne compétente, tous les renseignements utiles sur l'importante question de l'assolement et de la rotation des cultures. Présentez ci-dessous, dans un court rapport, ce que vous avez appris à ce sujet.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### 2<sup>e</sup> piste de découvertes : **Étude systématique des cultures.**

Reprenez cette année l'observation systématique de la culture d'un certain nombre de plantes cultivées (les terrains utilisés pour les observations étant toutefois probablement différents de ceux de l'an dernier, comme nous l'avons vu plus haut).

Les tableaux des pages 2 et 3 de la fiche permettent de relever au fur et à mesure, mois par mois, toutes les remarques concernant, soit les travaux entrepris sur le terrain (notes

à souligner en jaune), soit la croissance de la plante (notes à souligner en rouge).

Ces quatre tableaux devront être complétés, en début d'année, dans leur colonne de gauche, par la mention du nom des plantes cultivées qui vont faire l'objet de cette étude. Ces mentions seront portées dans les quatre cases de la colonne, dans le même ordre que celui de la fiche utilisée en classe de 6<sup>e</sup>, afin de permettre la comparaison des résultats.

Automne	Octobre	Novembre	Décembre

Hiver	Janvier	Février	Mars

Printemps	Avril	Mai	Juin

Été	Juillet	Août	Septembre





## Un centre urbain

● Une ville — celle où vous demeurez ou celle où est situé votre établissement scolaire — est un milieu humain.

C'est l'étude de ce milieu que vous propose d'entreprendre cette fiche de travail.

Votre premier soin sera d'établir le *plan* de la ville (ou, si celle-ci est trop étendue, le plan du quartier). Vous étudierez ensuite le *commerce* de la cité, observerez le fonctionnement des *services publics*, et conclurez en considérant le bourg face à ses *relations avec l'extérieur*, c'est-à-dire en contact avec le pays qui l'entoure.

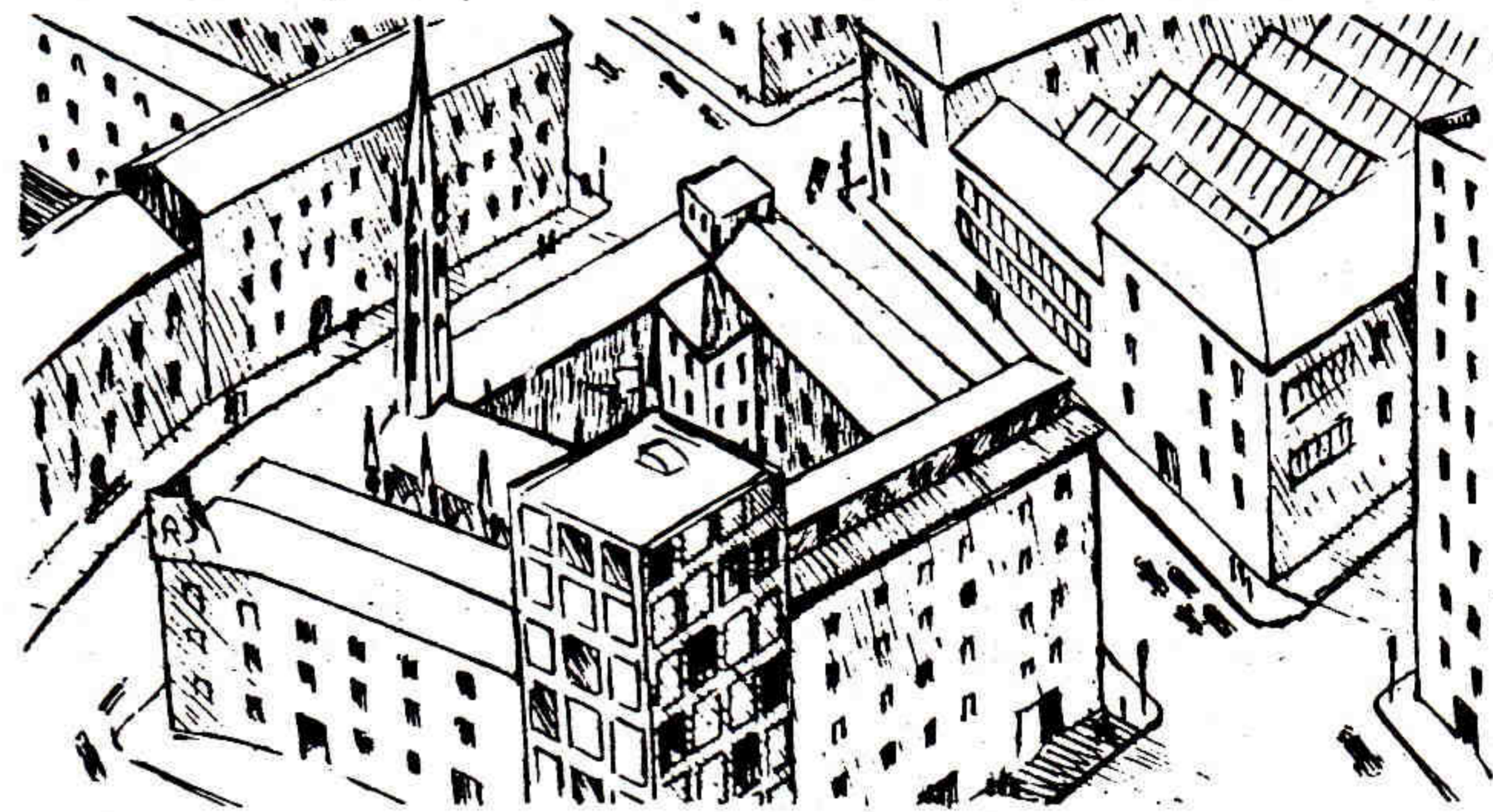


Figure 1. — La ville : maisons d'habitation, usines, bâtiments publics.

### 1<sup>re</sup> piste de découvertes : **Plan du centre urbain.**

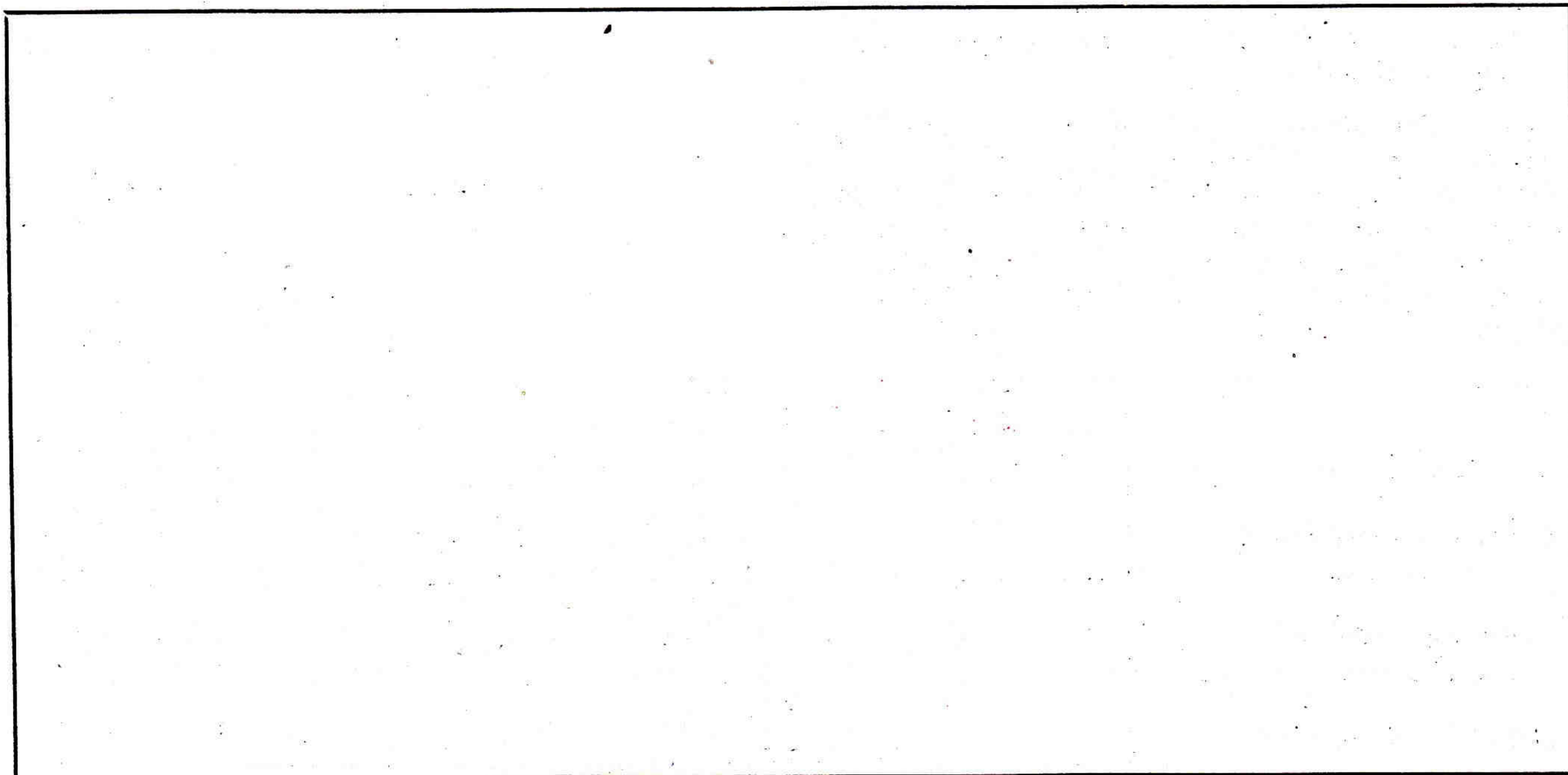
En vous aidant du plan en vente dans le commerce (que dans tous les centres importants on trouve chez les libraires), dressez le plan de la ville — ou seulement celui du quartier où vous êtes, selon les instructions que vous demanderez à votre professeur. Ce travail sera préparé par une visite de reconnaissance (plan en mains), afin de situer les principales rues et les édifices importants. Cette première découverte s'effectuera, soit individuellement, soit en collaboration avec des camarades, selon ce qui vous aura été demandé.

Si vous vous trouvez dans un très petit bourg, pour lequel il n'existe pas de plan dans le commerce, vous repérerez, lors de cette visite, les principales lignes du plan à tracer. L'orientation des rues les plus importantes sera précisée au moyen

d'une boussole ou de tout autre procédé; vous pouvez aussi évaluer approximativement la longueur des principales rues en comptant le nombre de pas nécessaire pour la parcourir (évaluez, au préalable, le nombre de mètres que vous parcourez en faisant, par exemple, 10 pas à l'allure normale, sans vous presser).

Le plan sera ensuite tracé dans la case ci-dessous en adaptant son échelle à la place disponible. Vous y ferez figurer les rues, les principaux pâtés de maisons, les principaux édifices et monuments publics; les noms des rues les plus importantes seront mentionnés. Notez également, dans un coin libre, le nom de la ville (ou quartier) ainsi représentée.

Employez les crayons de couleurs ou la peinture pour obtenir un travail plus clair.







## A LA DISPOSITION DU PUBLIC

### 3<sup>e</sup> piste de découvertes : Les services publics.

L'existence matérielle de la cité est assurée par des services mis à la disposition de tous les citoyens.

Il s'agit tout d'abord de la municipalité (maire, conseillers municipaux) et de l'organisation municipale (secrétaire de mairie, employés municipaux). Précisez donc, dans une première partie de cette étude, les fonctions respectives de chacune de ces personnes (signalez également comment ils ont été appelés à ces fonctions).

Dans une seconde partie du travail, présentez tous les autres services mis à la disposition du public : services officiels dépendant d'un ministère (enseignement, justice, police, etc.), services nationalisés (chemins de fer, banques, etc.), services privés (dus à l'initiative privée). Précisez le rôle de chacun.

La réalisation de cette enquête nécessitera d'assez longues recherches, qui ne pourront être probablement effectuées qu'en plusieurs fois. Notez soigneusement, au fur et à mesure, les résultats obtenus, et ne rédigez le compte rendu sur la fiche que lorsque l'ensemble des renseignements aura été recueilli.

Le compte rendu alors présenté sera illustré, et vous y joindrez tous les documents que vous aurez pu recueillir (en utilisant au besoin une ou plusieurs feuilles supplémentaires qui seront annexées à la fiche).

## LE BOURG ET LES ENVIRONS

### 4<sup>e</sup> piste de découvertes : **Liaison avec l'extérieur.**

La ville, le bourg, ne sont pas isolés. Ils sont en communication constante avec le pays environnant, avec le plus petit hameau et avec les plus grandes villes.

Tracez une carte simple de la région (dans les limites que vous précisera votre professeur), de telle sorte que le centre urbain étudié soit placé dans la partie centrale de ce plan.

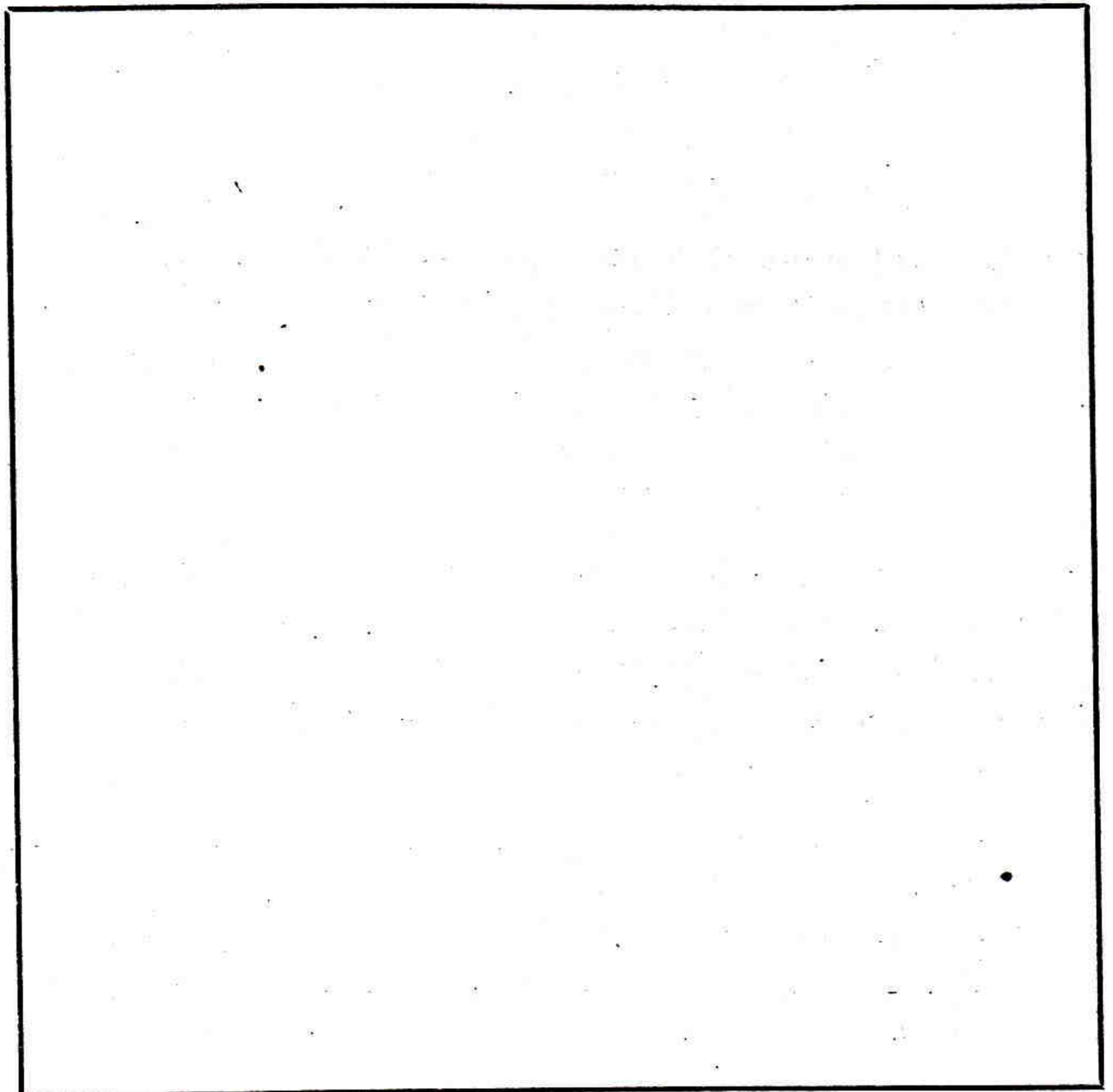
Aidez-vous pour cela, en particulier, du plan du département qui se trouve parmi les feuillets collés au dos de l'almanach distribué par les P. et T. (reproduisez même le quadrillage du modèle afin de vous aider dans ce tracé).

Indiquez sur cette carte les diverses voies de communication qui permettent les échanges entre les bourgs de la région : routes, voies de chemin de fer, voies d'eau. Utilisez les crayons de couleur ou la peinture pour illustrer.

Rédigez d'autre part ci-dessous un rapport présentant la ville en relation avec le pays environnant, en y précisant le rôle de chacune des voies de communication qui assurent ces relations :

- les routes : importance de leur trafic (trafic d'utilisation locale, trafic de passage);
- les voies ferrées : importance dans la vie de la cité (trafic local ou de passage, du point de vue des voyageurs et de celui des marchandises);
- les voies d'eau : rivières navigables, canaux, ports...

Concluez en situant, dans le pays, le bourg étudié : faites, en particulier, ressortir les caractéristiques de ce centre urbain (ville-marché, centre industriel, ville touristique, centre administratif...).



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### Autres pistes de découvertes.

- La maison urbaine : ses particularités, type local, les matériaux employés pour la construire et la provenance de ces matériaux.
- Le ravitaillement du centre urbain : en vivres, en eau,

- en énergie (électricité, charbon, gaz...).
- La banlieue de la ville : ses caractéristiques, ses liens avec la ville.
- Les métiers anciens ; un vieil artisan.



## 2° piste de découvertes : Le bourg et le marché.

Le jour de marché est une journée de grande animation dans le bourg ou dans le quartier. Rendez compte de cette animation, en vous efforçant d'en faire ressortir les divers aspects grâce aux indications ci-dessous :

Quels problèmes pose le marché aux divers services qui s'adressent au public : P. et T., banques, transports publics (chemin de fer et cars) ? Quels sont les services spéciaux prévus en cette occasion ?

Quelles répercussions le marché a-t-il sur la vie administrative du bourg ?

Quelles taxes municipales sont perçues auprès des marchands, et par qui ?

Une surveillance des prix est-elle assurée ? Qui s'en occupe ?

Comment est assuré le nettoyage après le marché ?

Ce questionnaire présente quelques aspects de l'activité particulière du jour du marché ; il n'est toutefois pas limitatif et vous pouvez aborder d'autres aspects qui vous paraîtraient intéressants. Utilisez une ou plusieurs feuilles supplémentaires s'il en est besoin. Illustrez.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## LE PRIX DES DENRÉES

### 3° piste de découvertes : Variations des prix.

Une liste de produits alimentaires est proposée dans le tableau ci-contre. Etudiez les variations de prix de ces denrées, en cours d'année, et plus particulièrement au début de chaque saison. Dans ce but, visitez le marché étudié aux époques suivantes : dans la première quinzaine d'octobre (au début de l'automne), dans la première quinzaine de janvier (au début de l'hiver), fin mars ou début avril (au début du printemps), fin juin (au début de l'été).

Après avoir vu les principaux marchands, tenez compte, pour les différentes denrées, d'une part du prix le plus bas, d'autre part du prix le plus élevé (de ..... francs à ..... francs). Les prix à relever sont ceux du kilogramme, sauf en ce qui concerne les œufs et les camemberts dont vous notez les prix à l'unité.

Les marchandises proposées ci-dessous se trouvent normalement sur le marché tout au long de l'année. Si toutefois l'une de ces marchandises n'était pas en vente au moment

de l'une de vos observations, notez-le simplement dans la case correspondante du tableau.

En fin d'année scolaire complétez la partie droite du tableau en y relevant :

1° Pour chaque denrée les deux prix extrêmes observés tout au long de l'année (le plus bas et le plus élevé).

2° La moyenne des prix pratiqués pendant l'année, en calculant la demi-somme des deux prix extrêmes annuels relevés.

Le tableau rempli, répondez, en bas de la page 3, aux questions suivantes :

Quelle denrée a subi la plus grande variation de prix en cours d'année ? Pouvez-vous expliquer pourquoi ?

Pour quelle denrée les prix ont-ils le moins varié ? Quelle en est à votre avis la raison ?

Un groupe d'aliments voit ses prix varier solidairement : celui des berres et fromages. Pourquoi ?



#### 4<sup>e</sup> piste de découvertes : Variations saisonnières.

Un certain nombre de fruits et de légumes ne sont vendus sur le marché que pendant une période assez courte (quelques semaines généralement) : ce sont les produits saisonniers.

Les quatre fruits et les légumes verts proposés dans le tableau ci-dessous se trouvent sur le marché à la fin du printemps, soit dans la dernière partie de l'année scolaire. Observez les variations des prix au kilogramme de ces six denrées, sur le marché, pendant six semaines consécutives (débutant donc au plus tard vers le 15 mai). Relevez le prix moyen au kilogramme de chaque denrée, ce prix moyen étant considéré comme la demi-somme des prix extrêmes relevés lors de chaque observation. Précisez, chaque semaine, dans la première colonne du tableau, la date exacte à laquelle les relevés ont été effectués.

Lorsque cette série d'observations aura été effectuée, dressez le graphique des variations du prix de ces denrées pendant cette période, en considérant les prix moyens obtenus chaque semaine.

Pour cela, collez tout d'abord un carré de papier millimétré de dimensions convenables à l'intérieur des deux axes préparés sur la fiche (coupez le papier en suivant l'un des traits plus gras). Choisissez ensuite une échelle pour chacun des deux axes.

L'axe horizontal portera les dates : les observations ayant été poursuivies pendant six semaines, il suffit donc de tracer sur cet axe cinq divisions égales, le point 0 correspondant à la date de la première observation.

Sur l'axe vertical, l'échelle sera choisie en fonction des prix extrêmes à y relever, le point 0 indiquant le prix le plus bas.

Vous aurez ainsi à tracer sur le graphique six lignes, une par denrée : employez les trois crayons de couleur habituels pour les distinguer en traçant une ligne pleine et une ligne pointillée de chaque couleur.

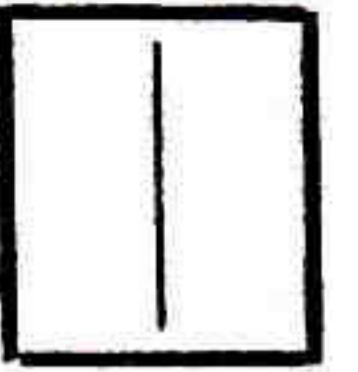
	Dates de l'examen	Abricots	Cerises	Fraises	Pêches	Pois frais	Haricots verts
1 <sup>re</sup> semaine							
2 <sup>e</sup> semaine							
3 <sup>e</sup> semaine							
4 <sup>e</sup> semaine							
5 <sup>e</sup> semaine							
6 <sup>e</sup> semaine							

#### Autres pistes de découvertes.

— Les divers marchands du marché : commerçants locaux, marchands ambulants, camelots.

— Les étalages : leur ordonnance; un bel étalage.

— Les instruments employés sur le marché : appareils de levage et de manutention qui sont des machines simples ou qui comportent des leviers; diverses sortes de balances et de bascules utilisées (en corrélation avec les travaux exécutés sur ces questions).



## Une usine

● Il existe probablement, à proximité, une ou plusieurs petites usines, situées généralement à la sortie du bourg. Entrez une enquête concernant l'une d'entre elles.

Vous choisirez celle à laquelle il vous sera le plus facile de vous rendre et, naturellement, que vous aurez pu obtenir l'autorisation de visiter (prenez conseil de votre professeur à ce sujet).

Les observations se feront en plusieurs étapes, que vous pourrez effectuer tout le long de l'année scolaire, selon les occasions : il n'y a même pas nécessité absolue de respecter l'ordre des enquêtes proposé par la fiche.



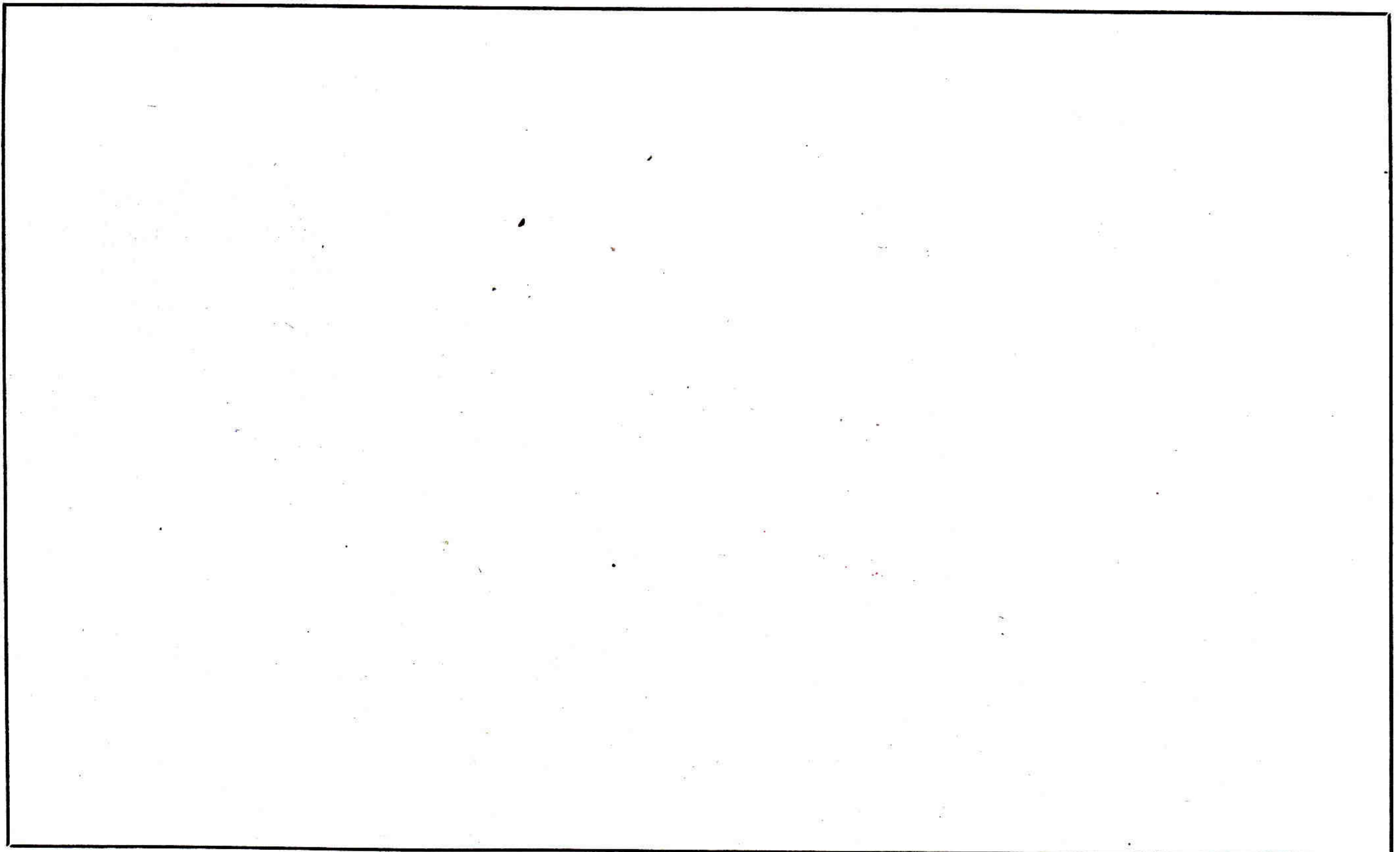
Figure 1. — De vastes bâtiments, parfois une cheminée, un château d'eau : une usine

### 1<sup>re</sup> piste de découvertes : Le plan de l'usine.

Lors de la première prise de contact avec l'usine choisie, étudiez la disposition et l'affectation des différents bâtiments qui la forment, en vue de dresser un plan simple. Indiquez sur ce plan la destination de chaque bâtiment : ateliers réservés à la fabrication, hangars, garages, bureaux administratifs, etc. Notez les principales subdivisions intérieures de ces bâtiments, au moins en ce qui concerne les ateliers. Si ces bâtiments comprennent plusieurs étages,

mentionnez-le dans la mesure du possible en indiquant l'affectation des différents étages.

Teintez légèrement au crayon de couleur les principales parties de l'usine : la fabrication en rouge ; l'emballage, l'expédition et le stockage en bleu ; l'administration en jaune. Joignez toutefois au plan un index explicatif de l'utilisation des différentes couleurs.



**2° piste de découvertes : La production de l'usine.**

Après avoir recueilli autour de vous les renseignements nécessaires, rédigez ci-dessous un rapport présentant :

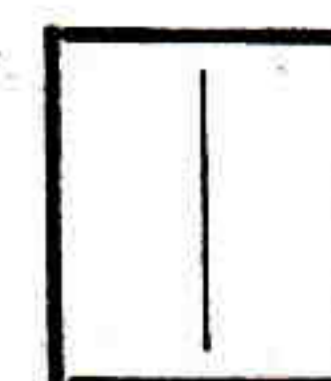
- la liste des principaux objets fabriqués dans l'usine;
- la destination de ces objets (comment et à qui sont-ils vendus?);
- les matières premières utilisées pour leur préparation (quelles sont-elles ? d'où viennent-elles ?)
- le nombre de pièces fabriquées pendant la dernière année d'exercice, tout au moins pour les principales productions.

Lors de la rédaction de ce compte rendu, les quatre points de l'enquête proposée seront mis en valeur à l'aide de quatre sous-titres; illustrez avec les documents recueillis, en employant au besoin une ou plusieurs feuilles supplémentaires qui seront annexées à la fiche.









## A la ferme

● Une ferme est à la fois une maison d'habitation et un lieu de travail.

Recherchez une ferme où vous pourrez aller facilement, soit parce qu'elle est proche de votre établissement scolaire, soit parce qu'elle se trouve à proximité de votre domicile; vous devez naturellement vous assurer que son propriétaire acceptera que vous lui rendiez visite plusieurs

fois au cours de l'année. Demandez d'autre part l'accord de votre professeur qui jugera si la ferme choisie peut convenir pour réaliser les observations envisagées.

Que vous vous y rendiez seul, accompagné de quelques-uns de vos camarades, ou en groupe avec votre professeur, soyez, lors de ces visites, poli et discret, et faites en sorte de déranger le moins possible vos hôtes.

### LA FERME A L'AUTOMNE

1<sup>re</sup> piste de découvertes : **La vie à la ferme.**

La vie de chaque jour du fermier et de la fermière, celle de ceux qui les aident (enfants, membres de la famille, ouvriers agricoles, filles de ferme), est une vie rude, aux multiples activités, qui diffère beaucoup de celle du citadin.

Afin de mieux vous en rendre compte, relevez, au cours d'une journée, les diverses occupations du fermier et de ceux qui l'aident dans son travail d'une part, de la fermière et des personnes qui l'aident d'autre part.

En ce début d'année scolaire, faites une première série

d'observations correspondant à une journée de travail du début de l'automne.

Dans ce but, allez rendre visite au fermier et à la fermière (en fin de journée de préférence) et, d'après les renseignements qu'ils voudront bien vous donner, notez sur le tableau ci-dessous les diverses activités des uns et des autres au cours de cette journée, en précisant autant que possible l'heure approximative à laquelle elles ont été effectuées.

En ce qui concerne les activités de la veillée, vous noterez aussi bien celles qui sont un travail que celles qui sont une détente (écouter la radio par exemple).

Activités...	de la matinée	de l'après-midi	de la veillée
du fermier et de ses aides			
de la fermière et de ses aides			

2<sup>e</sup> piste de découvertes : **Plan de la ferme.**

Pour mieux apprendre à connaître la ferme choisie, dressez tout d'abord un plan des bâtiments qui la composent.

Pour réaliser ce travail, vous aurez besoin de renseignements que seul le fermier — ou quelqu'un qui connaît bien la ferme — pourra vous donner.

Le plan demandé doit être assez détaillé et, en conséquence, il sera fait sur une feuille de papier à dessin d'une surface égale à celle de la fiche (au besoin, si les bâtiments de la ferme sont répartis sur une surface assez étendue, ce tracé se fera sur une feuille de format double). Les dimensions du plan prévu doivent permettre de faire figurer les principales

divisions intérieures, en pièces et en salles, des bâtiments.

Seront mentionnés sur ce plan : la maison d'habitation et ses bâtiments annexes, les logements des animaux, les locaux destinés à ramasser les récoltes, etc.

Bien que l'on ne vous demande pas de relevé topographique d'une fidélité rigoureuse, l'établissement d'un tel plan nécessitera sans doute plusieurs évaluations de mesures, qui se feront à l'aide d'un décimètre (que vous pourrez fabriquer avec une corde ou que l'on vous prêtera).

Utilisez les crayons de couleur ou la peinture pour illustrer le plan obtenu.



## LA FERME AU PRINTEMPS

Suite de la 1<sup>re</sup> piste de découvertes : **La vie à la ferme.**

*Avec le renouveau, les travaux de culture reprennent intensément à la ferme : les journées de travail sont longues.*

*Evoquez, comme vous l'avez déjà fait, une journée de travail à la ferme au début du printemps (fin mars ou début avril),*

*en complétant le tableau ci-dessous, avec indication des heures.*

*En cette période de l'année, comme en été du reste, où il y a tant à faire à la ferme, il est possible, les jours étant très longs, que certains travaux soient repris après le repas du soir, à la veillée.*

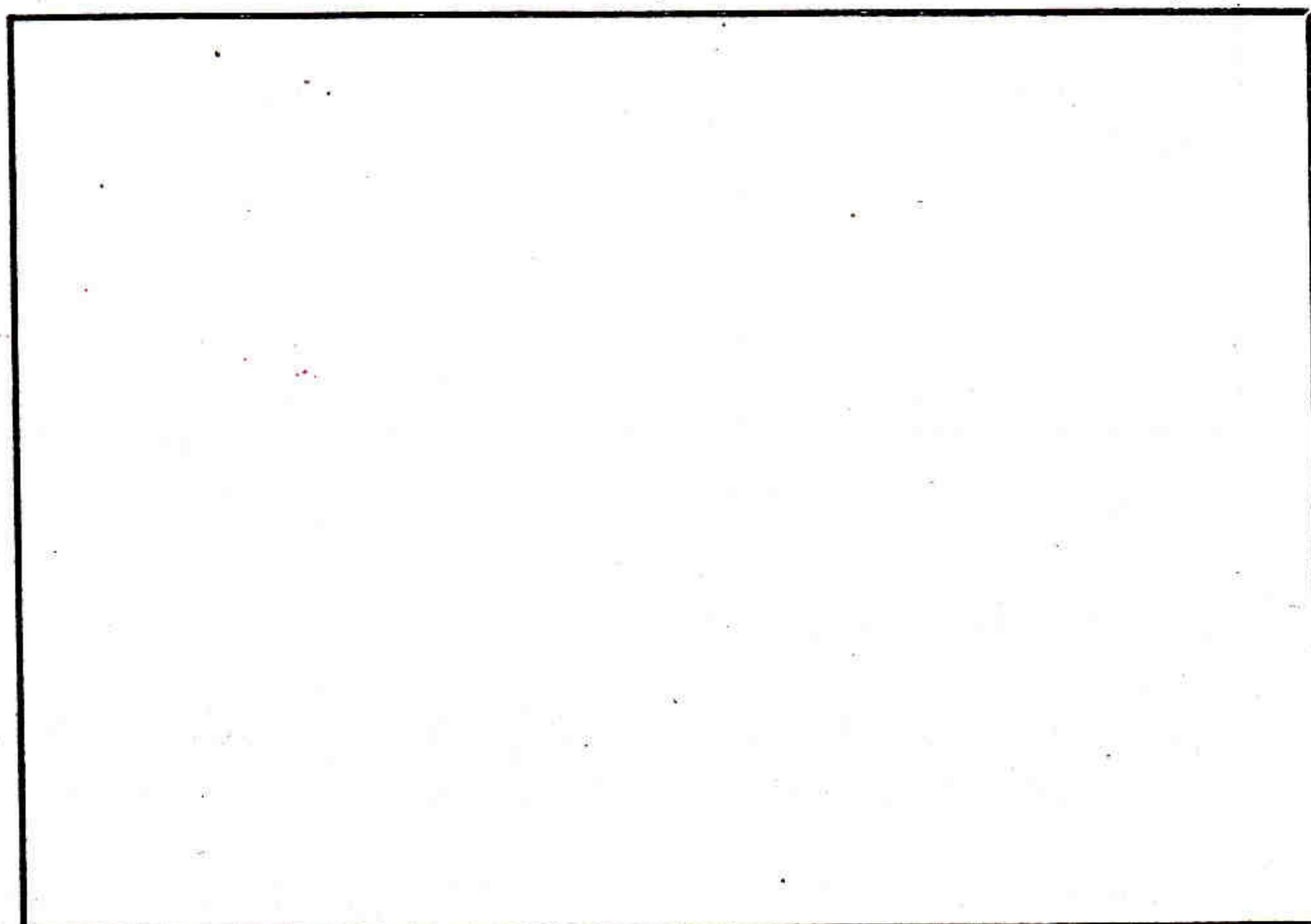
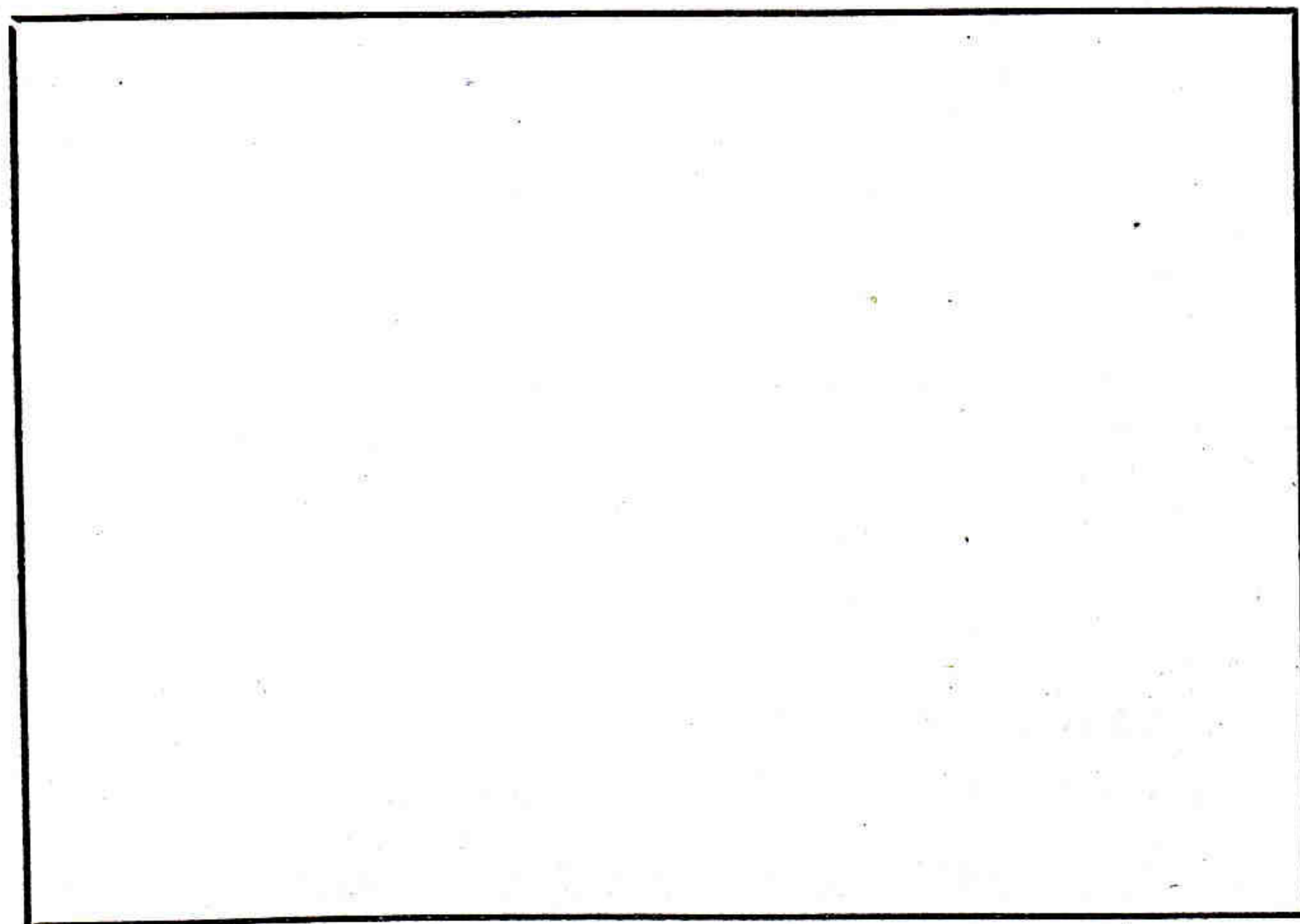
Activités...	de la matinée	de l'après-midi	de la veillée
du fermier et de ses aides			
de la fermière et de ses aides			

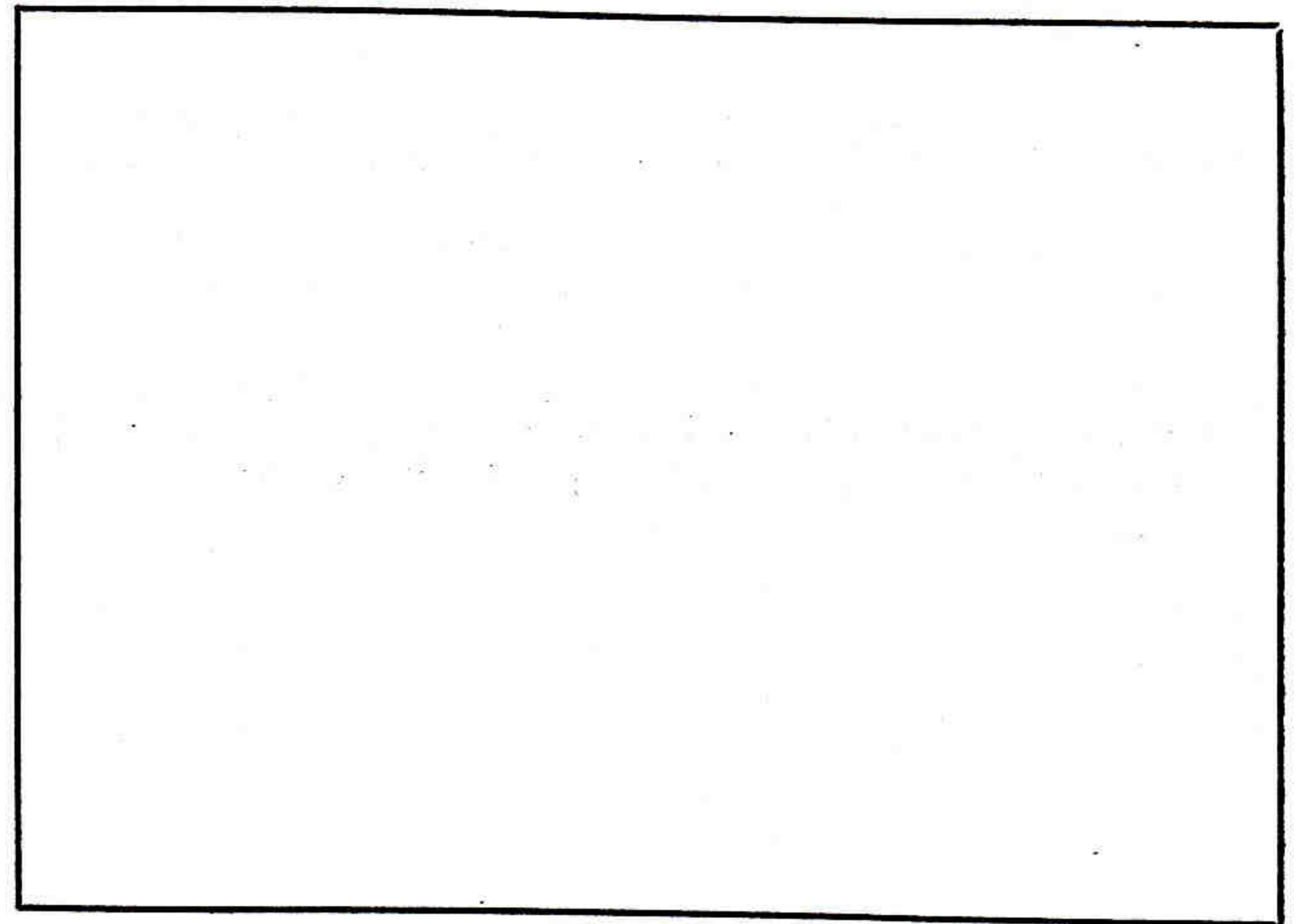
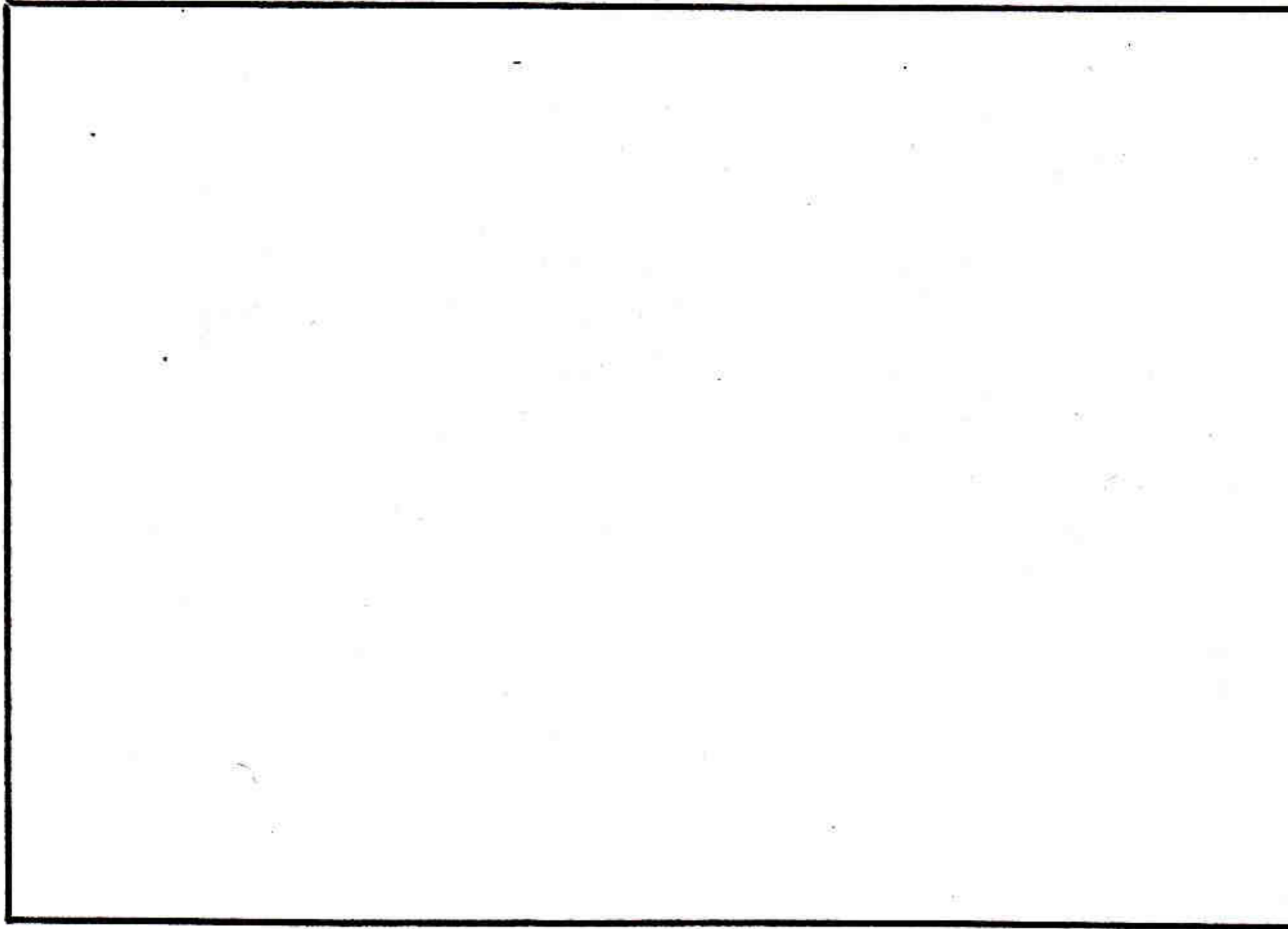
4<sup>e</sup> piste de découvertes : **Examen du matériel.**

*Vous avez déjà établi une liste du matériel utilisé à la ferme. D'autre part vous avez, en manipulations, appris ce qu'est un levier et comment les engrenages transmettent le mouvement dans les machines. Or, plusieurs outils sont des leviers, bien des machines renferment, non seulement des leviers, mais de nombreux engrenages.*

*Choisissez, parmi les outils et les machines employés à la*

*ferme, quatre d'entre eux particulièrement intéressants du point de vue de l'utilisation des leviers et des engrenages et présentez, dans chacune des quatre cases prévues (deux au bas de cette page et deux en haut de la page 4), un dessin aussi détaillé que possible, dessin qui fasse apparaître les particularités mécaniques qui vous intéressent. Utilisez au besoin les crayons de couleur pour rendre plus clairs les croquis exécutés.*





## LA FERME EN ÉTÉ

Suite de la 1<sup>re</sup> piste de découvertes : **La vie à la ferme.**

En été, il y a beaucoup de travail à la ferme. Présentez, comme lors des saisons précédentes, les activités du fermier,

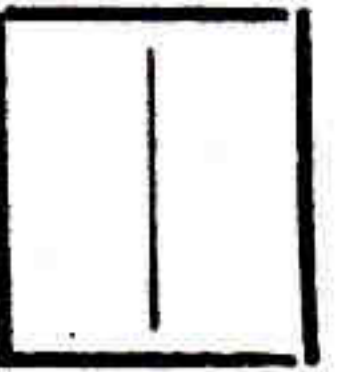
de la fermière, de ceux qui les aident, pendant une journée de travail du début de l'été (fin juin ou début juillet), en remplissant les cases du tableau ci-dessous.

Activités...	de la matinée	de l'après-midi	de la veillée
du fermier et de ses aides			
de la fermière et de ses aides			

### Autres pistes de découvertes.

- Étude du domaine : utilisation des terres (terres labourables, herbages, terrains plantés et boisés).
- L'eau à la ferme (les problèmes que pose la nécessité d'avoir de l'eau pour la consommation des hommes,

- pour celle des bêtes, pour la culture).
- Les animaux à la ferme : divers élevages.
- Les relations de la ferme avec l'extérieur : les voisins, le bourg, le marché en ville, les coopératives, etc.



## De la classe à la commune

● Vous faites partie d'une classe, d'une école, d'une ville ou d'un village, d'une commune, d'un pays.

En classe, vous êtes habitué à vous considérer, vis-à-vis de vos camarades, par rapport aux notes et aux classements qui rendent compte de votre travail scolaire. Mais cette classe est aussi une communauté de jeunes et, dans cette cellule sociale, votre âge par exemple vous donne une place déterminée, et il en serait de même pour votre domicile, pour la profession exercée par vos parents, etc.

Vous appartenez à bien d'autres groupes humains. Ainsi vous habitez sur le territoire d'une commune : commune urbaine ou rurale, ou mixte, commune très peuplée ou à faible densité de population..., et vous avez également une place parmi les habitants de cette commune.



Figure 1. — La mairie est le centre administratif de la commune.

### LES ÉLÈVES DE LA CLASSE

1<sup>re</sup> piste de découvertes : **Âges des élèves.**

Années de naissance	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
19.....												
19.....												
19.....												
19.....												
19.....												
19.....												

1<sup>re</sup> partie : Tableau par mois de naissance.

Classez tout d'abord, sur le tableau ci-dessus, les élèves de votre classe par âge, en marquant un bâton pour chacun d'entre eux dans la case correspondant à son mois et à son année de naissance (les années y ont été portées dans l'ordre croissant, l'année la plus ancienne étant placée sur la première ligne).

2<sup>e</sup> partie : Nombre d'élèves par âge.

Relevez ci-dessous, d'après les renseignements recueillis, le nom et le jour exact de naissance des élèves dont l'anniversaire tombe pendant le mois en cours, afin de pouvoir tenir compte du jour exact de leur naissance pour évaluer leur âge.

Élèves nés pendant le mois de : .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Comptez alors le nombre d'élèves qui ont atteint : 11 ans, 12 ans, 13 ans, 14 ans, 15 ans, à ce jour, ainsi que le nombre total d'élèves inventoriés; reportez les quantités obtenues dans les cases correspondantes du tableau placé en haut de la page 2.

Age	Nombre	Pourcentage	Age	Nombre	Pourcentage
11 a			14 a		
12 a			15 a		
13 a			Total		

**3<sup>e</sup> partie : Pourcentage par âge.**

Établissez, au brouillon, le pourcentage correspondant à chacun des âges considérés, soit le nombre théorique d'élèves ayant atteint cet âge par comparaison à une classe étant supposée avoir 100 élèves (voir la remarque C de la fiche préliminaire); faites ces différents calculs à une unité près, par défaut. Reportez les résultats obtenus sur le tableau ci-dessus.

**4<sup>e</sup> partie : Calcul de l'âge moyen.**

Vous avez déjà recherché le nombre d'élèves ayant atteint chacun des âges considérés : 11 ans, 12 ans, etc.

Multipliez chacun de ces âges par le nombre d'élèves l'ayant atteint; additionnez les résultats trouvés et divisez ce total par le nombre total d'élèves : vous obtiendrez l'âge moyen de la classe.

Il est toutefois nécessaire d'évaluer cet âge moyen à un mois près par défaut (voir la remarque B de la fiche préliminaire),

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**5<sup>e</sup> partie : La pyramide des âges.**

A partir des renseignements notés sur le tableau de la page 1, établissez une pyramide des âges. Dans cette construction graphique, des bandes horizontales superposées, de longueurs proportionnelles au nombre de personnes, figurent le nombre de naissances de l'année (voir l'exemple donné par la figure 2, en page 3).

Pour tracer ce graphique, utilisez les lignes horizontales imprimées ci-dessus : la bande horizontale inférieure doit correspondre à la représentation des élèves les plus jeunes (ceux qui sont nés par conséquent pendant l'année la plus proche), et la bande supérieure correspondre aux élèves les plus âgés.

ce qui exigera, lorsque vous aurez obtenu le nombre entier d'années, de multiplier le reste de la division par 12, afin d'obtenir le nombre de mois à ajouter.

Ce résultat obtenu, encadrez de rouge la case du premier tableau de la page 1 correspondant à l'année et au mois de cet âge moyen.

Calculs correspondant aux élèves ayant atteint l'âge de

**11 ans :** .....

**12 ans :** .....

**13 ans :** .....

**14 ans :** .....

**15 ans :** .....

**Somme des résultats obtenus :** .....

**Nombre d'élèves de la classe :** .....

**Age moyen de la classe :** .....

Répondez ensuite aux questions posées ci-dessous, d'après les indications données par le tableau de la page 1.

**Quel est le nombre d'élèves ayant plus que l'âge moyen obtenu?** .....

**Quel est le nombre d'élèves ayant moins que l'âge moyen obtenu?** .....

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Il est tout d'abord nécessaire de choisir une échelle, en l'espèce la longueur de bande qui représentera un élève; choisissez cette échelle en fonction de l'espace disponible (18 cm) et du nombre d'élèves qui sont nés pendant l'année la plus chargée (sans tenir compte, pour ce tracé, du mois de naissance). Notez ci-dessous l'échelle retenue.

L'échelle ainsi déterminée, représentez le nombre d'élèves correspondant à chaque année par une bande de longueur convenable, en plaçant cette bande de manière qu'elle soit séparée en deux parties égales par le trait vertical imprimé.

Coloriez en jaune les différentes bandes superposées obtenues.

**Échelle : Un élève est représenté par ..... mm.**



## LA POPULATION DE LA COMMUNE

2<sup>e</sup> piste de découvertes : La population de la commune.

1<sup>re</sup> partie : Répartition de la population par âge. —

Complétez, d'après les indications que vous avez recueillies ou qui vous ont été transmises, le tableau ci-contre, en y portant, pour chaque groupe d'âges considéré, le nombre de personnes habitant la commune.

Vous aurez à distinguer la population masculine et la population féminine, comme il est indiqué sur ce tableau.

Si les indications dont vous disposez donnent le nombre de personnes pour chaque âge séparément, additionnez ces nombres selon le groupement indiqué.

D'autre part, vous aurez à calculer (pour chacun des deux groupes de population envisagés, population masculine et population féminine, séparément) le pourcentage correspondant à chaque groupement d'âges : estimation à 1% près, par défaut (voir la remarque C de la fiche préliminaire).

	Population masculine		Population féminine	
	Nombre	%	Nombre	%
Jusqu'à 10 ans				
de 10 à 20 ans				
de 20 à 30 ans				
de 30 à 40 ans				
de 40 à 50 ans				
de 50 à 60 ans				
de 60 à 70 ans				
de 70 à 80 ans				
de 80 à 90 ans				
plus de 90 ans				

AU 1<sup>er</sup> JANVIER 1962

POPULATION MASCULINE 22 473 000

POPULATION FÉMININE 23 727 000

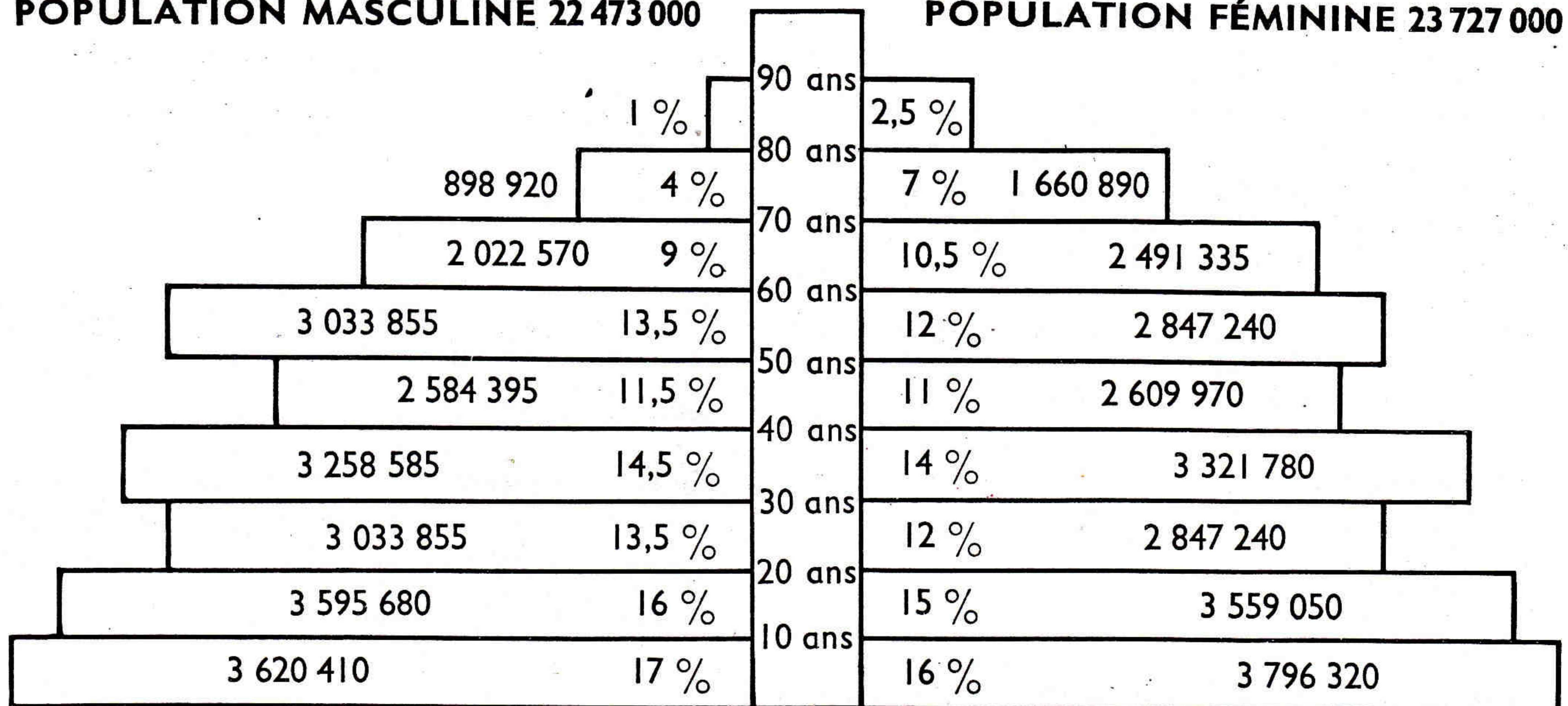


Figure 2. — Le document ci-dessus représente la pyramide des âges en France selon le dernier recensement. Cette pyramide est double et figure, de part et d'autre de la colonne centrale portant les indications d'âge, l'effectif de la population masculine (à gauche) et de la population féminine (à droite), à raison de 1 % pour 5 mm de bande.

**2<sup>e</sup> partie : Pyramide des âges.**

Etablissez pour la commune une pyramide des âges conçue sur le modèle de la pyramide présentée en page 3.

Utilisez pour cela l'emplacement réservé ci-dessous, emplacement où sont figurées des lignes parallèles destinées à tracer les bandes, et une colonne centrale portant les indications d'âges.

Cette nouvelle pyramide d'âges sera établie en fonction des pourcentages calculés plus haut (ce qui permettra de comparer

le graphique ainsi obtenu avec la pyramide des âges correspondant à l'ensemble de la population française, cette dernière pyramide ayant été construite selon le même procédé); employez la même échelle de représentation que celle de la figure 2, soit 5 mm pour 1 %.

Etablissez donc, à droite et à gauche de la colonne, la représentation de chaque groupe d'âge, selon qu'il s'agit de la population masculine (à présenter à gauche) ou de la population féminine (à représenter à droite).

	90 ans	
	80 ans	
	70 ans	
	60 ans	
	50 ans	
	40 ans	
	30 ans	
	20 ans	
	10 ans	

**3<sup>e</sup> partie : Grands groupes de population.**

On peut considérer trois groupes d'âges :

- les jeunes (0 à 19 ans),
- les adultes (20 à 70 ans),
- les vieillards (au-dessus de 70 ans).

Sur la pyramide préparée, distinguez ces trois groupes, en coloriant en jaune les bandes correspondant au 1<sup>er</sup> groupe, en rouge celles présentant les adultes, en bleu celles qui correspondent aux vieillards.

Déduisez-en, pour la commune, le pourcentage correspondant à chacun de ces trois grands groupes de la population, valeur à 1 % près, par défaut (voir la remarque C de la fiche préliminaire).

**Pourcentage :**

des jeunes : .....

des adultes : .....

des vieillards : .....

Examinez ensuite le graphique obtenu afin de répondre au questionnaire suivant :

**Quel est le groupe d'âges qui a le plus fort effectif, chez les hommes? ..... ; chez les femmes? .....**

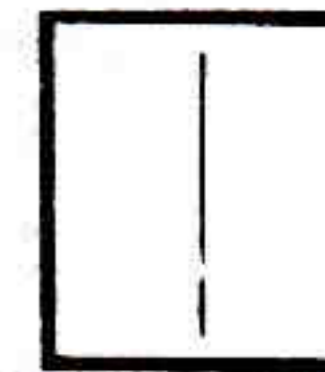
**Quelles raisons voyez-vous à cela? .....**

**Quel est le groupe d'âges le moins nombreux, chez les hommes? ..... ; chez les femmes? .....**

**Pourquoi en est-il ainsi? .....**

**Pour quel groupe d'âges la différence entre l'effectif des hommes et celui des femmes est-elle la plus accentuée? .....**

**Comparez le graphique obtenu à celui qui correspond à l'ensemble de la population française, relevez les différences observées et tentez d'en trouver une explication: .....**



## École et enseignement

● C'est à la découverte de votre établissement scolaire, à la découverte de l'enseignement que vous y recevez, que les travaux de cette fiche vous invitent.

Vous prendrez tout d'abord un contact plus précis avec les diverses parties des locaux que vous fréquentez

chaque jour de classe (1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> pistes de découvertes).  
Vous chercherez ensuite à mieux vous rendre compte de l'enseignement que vous avez suivi jusqu'ici et de ce que doivent être les études que vous entreprenez maintenant (3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> pistes de découvertes).

### VOTRE ÉTABLISSEMENT SCOLAIRE

1<sup>re</sup> piste de découvertes : **Plan d'ensemble.**

*Faites un plan d'ensemble sommaire, à main levée, des bâtiments de votre école. Si toutefois le groupe scolaire est très important, suivez les indications de votre professeur qui vous désignera la partie des bâtiments dont il convient de faire le relevé. Sur ce plan général, n'indiquez pas la répartition des classes et des salles à l'intérieur des constructions, mais seulement les limites extérieures des différents bâtiments.*

*Le croquis demandé n'est pas un relevé topographique : vous*

*vous efforcerez simplement d'étudier la disposition des lieux et, lors du tracé du plan, de respecter au mieux les dimensions relatives de chaque élément.*

*Vous porterez sur ce plan les noms des différentes parties, et teinterez en rouge les locaux scolaires (salles de cours, salles d'études, réfectoires, salles d'éducation physique, etc.), en jaune les cours de récréation, préaux, terrains de sport, pelouses ou jardins, etc., en gris, au moyen d'un crayon noir, les bâtiments annexes (bâtiments administratifs, cuisines, réfectoires, logements du personnel, etc.).*

## 2. piste de découvertes : Plan des bâtiments.

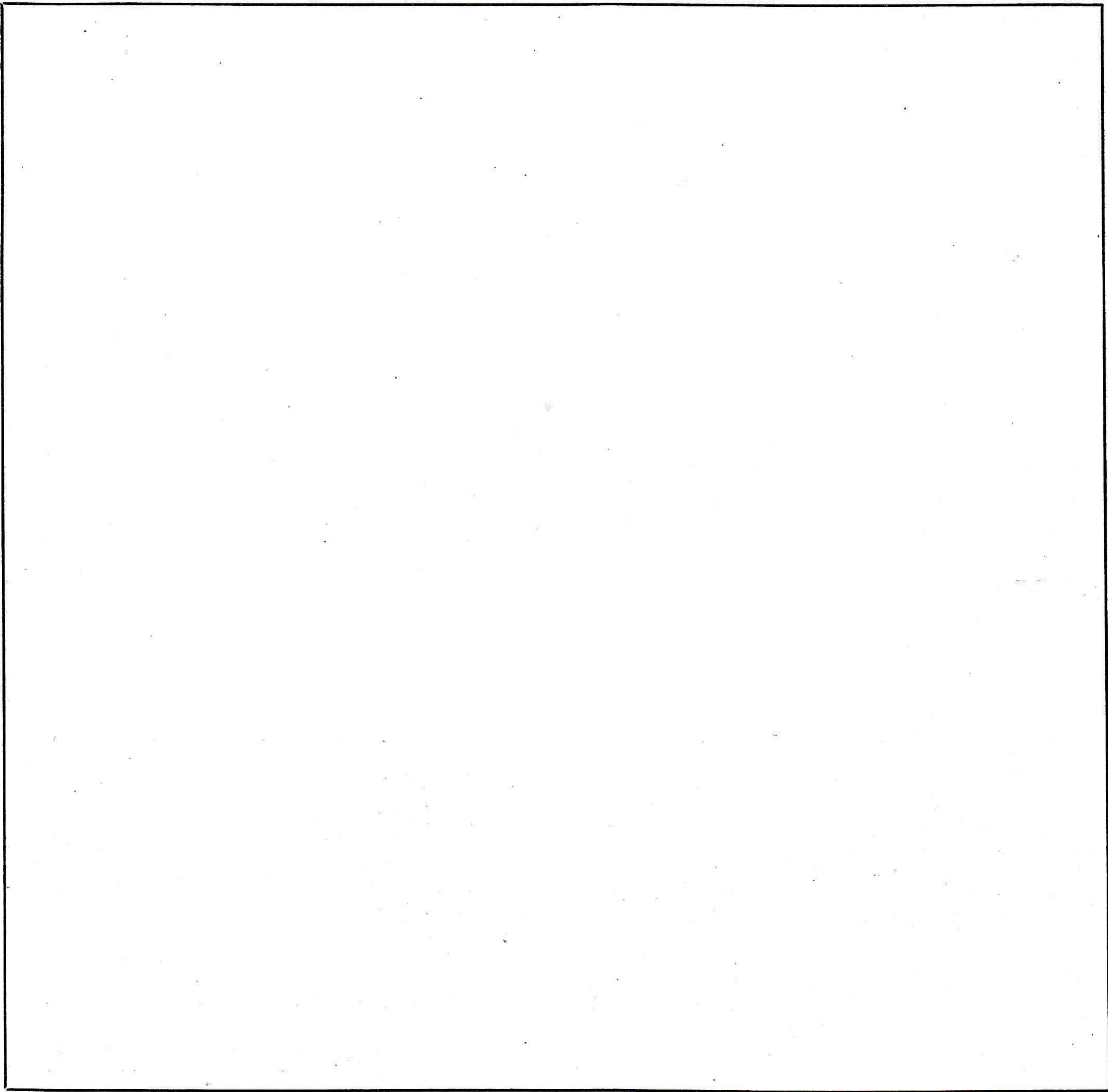
Ce plan a pour but de situer les différents bâtiments scolaires que vous fréquentez : salles de classes, salles de cours, salles d'études, laboratoire, etc.

Il s'agit également d'un croquis à main levée, pour le tracé duquel vous apprécierez le mieux possible les dimensions des diverses salles et leur disposition les unes par rapport aux autres; faites figurer sur le tracé les couloirs ainsi que l'emplacement des cages d'escaliers.

Il sera peut-être nécessaire, si la disposition des locaux l'exige, de relever des bâtiments répartis sur deux, voire même trois étages. Dans ce cas, tracez un plan pour chaque

étage du bâtiment, ces différentes parties étant alors placées dans le cadre ci-dessous, les unes sous les autres, ou les unes à côté des autres, en tenant compte de l'emplacement disponible et de la forme des plans à relever. Demandez au besoin conseil à votre professeur.

Sur ce plan, ou sur ces plans, vous aurez nécessairement à situer des locaux utilisés par d'autres classes (il existe peut-être du reste des locaux utilisés successivement par plusieurs classes ou plusieurs cours différents) : indiquez les destinations de ces diverses salles sur chacun des croquis, mais en teignant de rouge les salles que vous avez personnellement l'occasion de fréquenter.



## L'ENSEIGNEMENT ET VOUS

3<sup>e</sup> piste de découvertes : **Les divers ordres d'enseignement.**

1<sup>re</sup> partie : L'enseignement primaire.

Examinez le tableau présentant les différentes classes qui sont à la disposition des élèves. Fixez pour l'instant votre attention sur la partie inférieure de ce tableau, partie qui correspond aux classes de début et teintez en bleu les cases correspondant aux classes que vous avez déjà suivies depuis votre entrée à l'école.

Répondez de plus aux questions suivantes :

**Combien existe-t-il de classes élémentaires différentes jusqu'à l'entrée en classe de 6<sup>e</sup> ?** .....

**Quel est l'âge normal où l'on débute la scolarité élémentaire ?** .....

**Quel est le nom de la classe qui débute ce cycle d'études ?** .....

**Comment s'appellent les classes suivantes du cycle élémentaire ?** .....

**Précisez, si vous le pouvez, l'âge auquel vous avez débuté vos études élémentaires, en suivant le cours préparatoire (ou classe de 11<sup>e</sup>) :** .....

**A quel âge doit-on entrer normalement en classe de 6<sup>e</sup> ?** .....

2<sup>e</sup> partie : L'enseignement secondaire.

Après la classe de 5<sup>e</sup>, diverses orientations sont possibles (examinez la figure 1). Teintez en rouge les cases correspondant à la suite de classes que vous pensez suivre, et encadrez en rouge l'examen probatoire que vous pensez obtenir à la fin du cycle d'études.

Répondez ensuite au questionnaire suivant :

**Quel nom porte, sur le tableau, le cycle formé par les classes de 6<sup>e</sup> et de 5<sup>e</sup> ?** .....

**A quel âge, si vous ne redoublez pas de classe, pensez-vous passer l'examen qui doit terminer votre cycle actuel d'études ?** .....

3<sup>e</sup> partie : Les classes de votre établissement.

Après vous être renseigné, hachurez par des traits obliques au crayon noir, sur le tableau de la figure 1, les cases représentant les différentes classes que l'on trouve dans l'établissement que vous fréquentez, en tenant compte de la spécialisation de chacune d'entre elles.

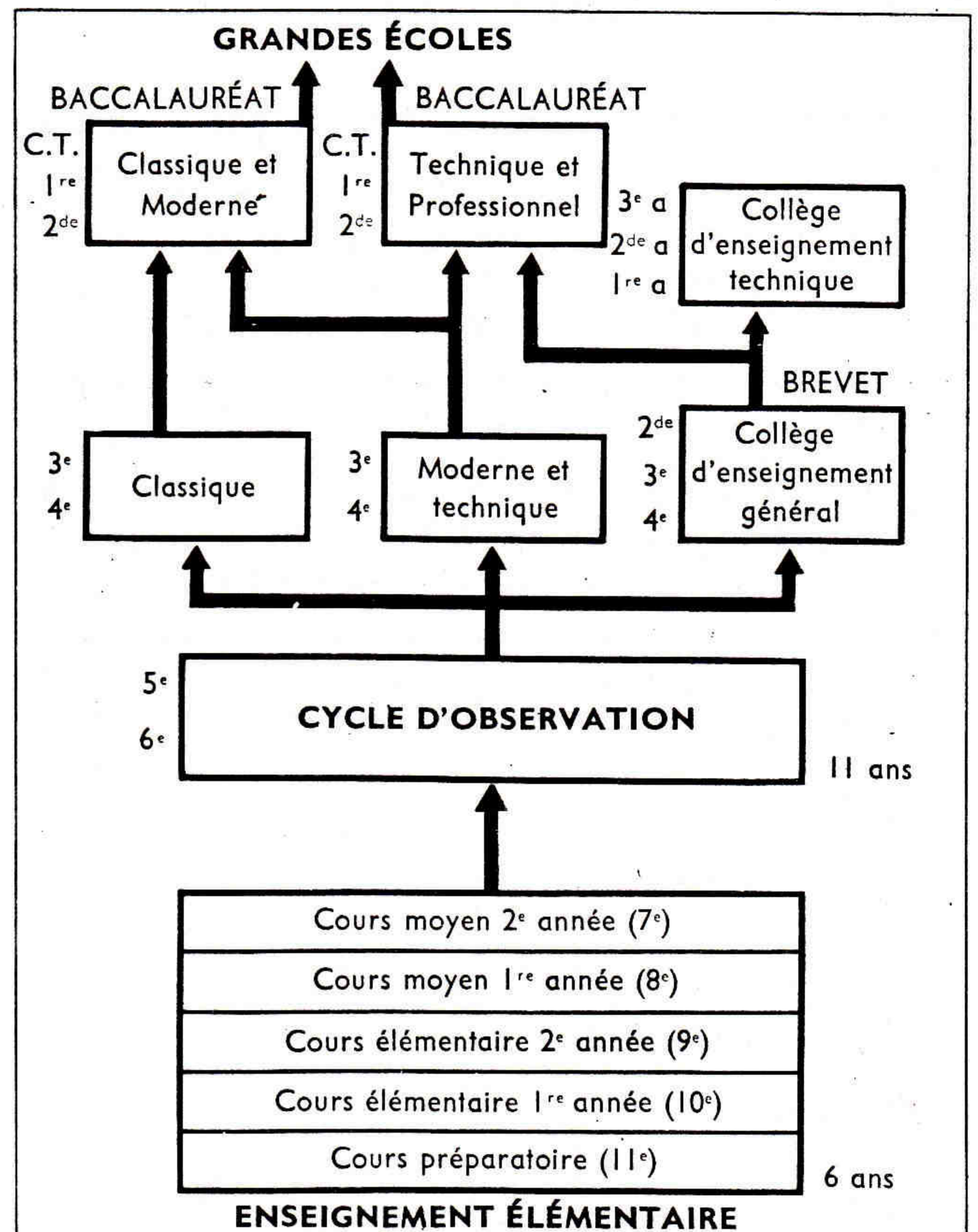


Figure 1. — Quelles sont les orientations possibles ?

## HISTOGRAMME

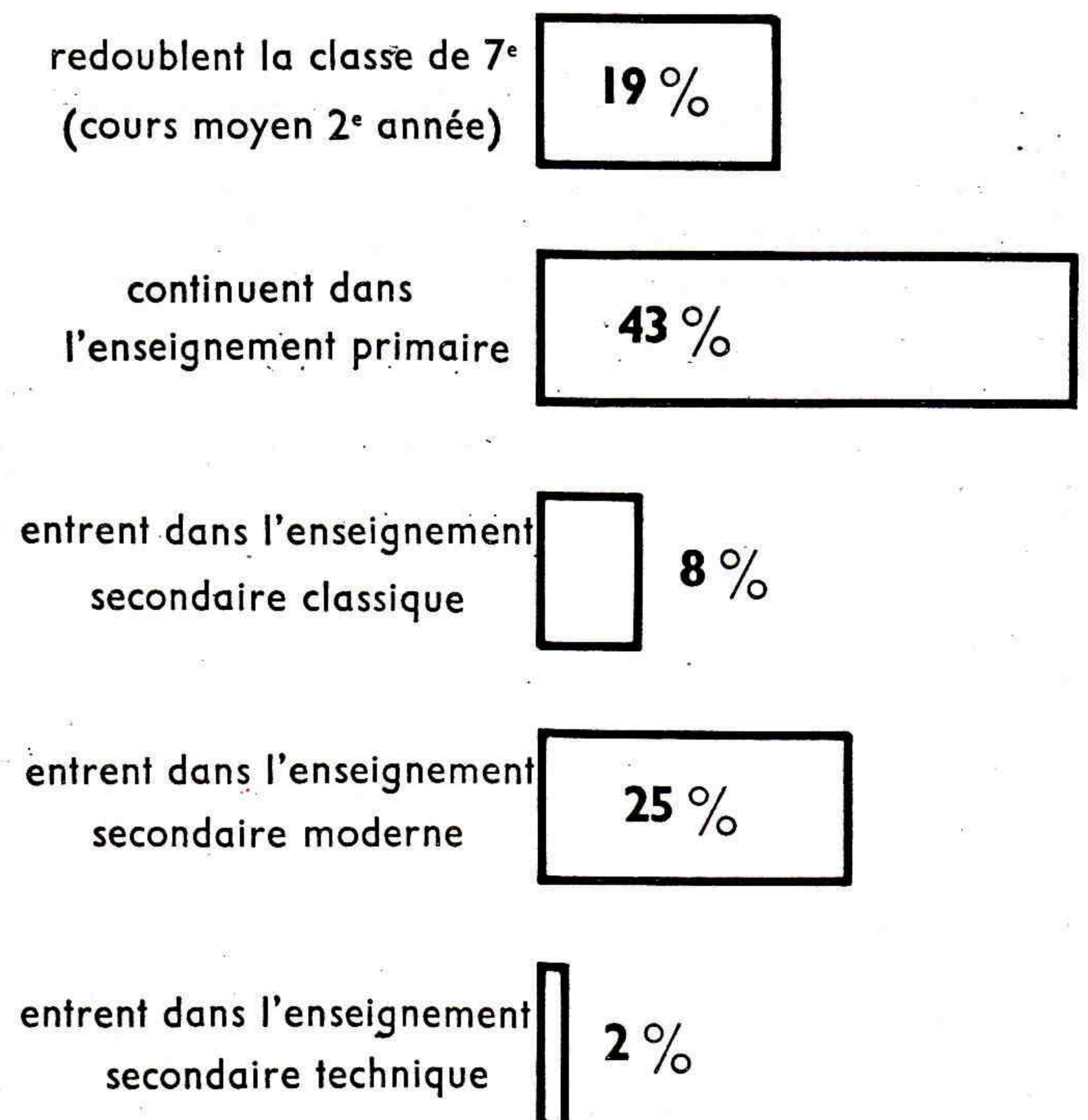


Figure 2. — Quelle orientation prennent les élèves à la fin de la 7<sup>e</sup> (cours moyen 2<sup>e</sup> année) ?





## Relevés météorologiques

Premières observations : Mois de .....

Il s'agit de dresser, pendant une semaine, le **journal météorologique**, en transcrivant toute une série d'indications concernant le temps qu'il fait.

Un certain nombre des relevés nécessaires se feront deux fois dans la journée et seront reportés sur un **premier tableau**, les autres ne seront effectués qu'en fin de journée et notés sur le **second tableau**. Toutefois, en ce qui concerne la "durée diurne de la pluie", à transcrire sur ce dernier tableau, il sera nécessaire, pour être en mesure de porter les indications demandées à ce sujet, de noter pendant la journée (entre 8 heures et 18 heures par exemple) la durée approximative de toute chute de pluie (observations limitées au jour : durée diurne).

Les indications demandées devront être relevées pour **chaque jour de la semaine** ; on s'efforcera de les effectuer même les jours de congé scolaire. Toutefois, si cela se révèle impossible, l'honnêteté veut qu'on laisse la case en blanc plutôt que de mentionner des valeurs fantaisistes.

En fin de semaine, vous aurez également à dresser les deux graphiques demandés en page 4 de la fiche, et à rédiger votre "bulletin météorologique" hebdomadaire, en donnant un compte rendu du temps qu'il a fait dans la localité pendant la semaine.

### Relevés à effectuer sur le premier tableau

Ces observations seront relevées en début de matinée (à 8 heures si possible) et au milieu de l'après-midi (à 15 heures si possible), les heures retenues étant portées dans l'espace réservé à cet effet, en haut du tableau.

1° La **TEMPÉRATURE** de l'air ambiant, donnée par un **thermomètre** placé à l'extérieur, à l'ombre, dans un lieu abrité des vents. Cette température sera appréciée à 1 degré près.

2° La **PRESSION ATMOSPHÉRIQUE**, en millimètres de mercure, selon les indications données par un **baromètre** d'appartement.

3° Le **DEGRÉ D'HUMIDITÉ** au moyen d'un **hygromètre** : selon l'appareil utilisé, on transcrit, soit le nombre de degrés indiqué (compris habituellement entre 0 et 100), soit l'une des mentions qui y sont portées : très sec, sec... Avant de faire le relevé, s'il s'agit d'un hygromètre à cheveu, il est indispensable de tapoter l'appareil pour faciliter la mise en place de l'aiguille indicatrice.

4° La **DIRECTION DU VENT AU SOL** en utilisant pour cette observation une **girouette** : on considère comme direction du vent celle d'où vient le vent, la pointe de la girouette indiquant la direction où va le vent.

La direction retenue correspond à l'indication de la rose des vents la plus proche de la direction indiquée par la girouette au moment de l'observation. Si cette direction est constamment modifiée, le vent formant des tourbillons, on porte dans la colonne correspondante du tableau : "vent tourbillonnant". Si le vent est insuffisant pour déplacer la girouette, observez si possible une fumée sortant d'une cheminée : elle sort verticalement s'il n'y a absolument pas de vent, sinon elle est entraînée dans la direction du vent.

A défaut de girouette, on peut considérer comme direction du vent au sol celle des nuages bas (repérez alors leur direction au moyen d'une boussole).

L'indication obtenue sera représentée simultanément par une flèche indiquant la direction, et par la mention de cette direction, selon le modèle donné au bas de la page 2, sous le tableau.

5° La **FORCE DU VENT**, relevée à l'**anémomètre** : cette force est exprimée, soit par une vitesse en km/h, soit par un nombre de tours à la minute si l'appareil porte un compteur. S'il s'agit d'un anémomètre plus simple, tel que celui dont le montage est proposé dans la fiche sur la station météorologique, comptez le

nombre de tours de l'appareil à la minute en employant une montre ou un chronomètre, en tenant compte du nombre de passages de la palette noire pendant cet espace de temps.

A défaut d'un anémomètre, appréciez la force du vent d'après les critères suivants (que vous reporterez alors dans la colonne correspondante du tableau) :

- **légère brise** : entraîne la fumée sans agir sur les girouettes ;
- **vent modéré** : soulève un peu de poussière et remue légèrement le feuillage des arbres ;
- **vent fort** : agite les grosses branches ;
- **vent très fort** : soulève beaucoup de poussière, emporte des papiers et secoue fortement les arbres ;
- **tempête** : casse les branches des arbres.

### Relevés à effectuer sur le deuxième tableau

6° **L'HEURE DU LEVER** et **L'HEURE DU COUCHER DU SOLEIL** : les heures officielles sont données par les annuaires et figurent également sur le **calendrier** distribué par les P. et T. : **tenez compte du décalage de l'heure**, l'heure française étant en avance d'une heure sur l'heure solaire qui est indiquée sur ces relevés (vous aurez donc à transcrire sur le tableau l'heure française, en ajoutant une heure à l'heure solaire donnée).

Calculez ensuite, par différence entre les deux valeurs données, la **DURÉE DU JOUR** en heures et minutes, et reportez cette durée du jour dans la case réservée à cet effet : **soulignez** cette donnée en jaune ; elle sera utilisée ultérieurement pour dresser le calendrier des saisons (fiche n° 12).

7° **L'ÉTAT DU CIEL** (en négligeant ce qui a pu se produire pendant la nuit alors que l'observation vous est impossible) : distinguez les caractéristiques suivantes : **très beau** (sans nuages) ; **1/4 couvert** ; **1/2 couvert** ; **3/4 couvert** ; **couvert**, selon la proportion moyenne de nuages au cours de la journée ; ajoutez éventuellement : **averses**, **pluies intermittentes**, **pluie continue**.

Utilisez, pour faire ce relevé, les signes proposés au bas de la page 3, sous le tableau, en ajoutant au signe, comme dans le modèle donné, la mention écrite de la caractéristique correspondante.

8° Le **NOMBRE** approximatif d'**HEURES DE PLUIE** tombée dans la journée, à partir des observations faites au cours de cette journée (voir la remarque placée au début de la présentation).

9° La **HAUTEUR DE PLUIE** tombée, en millimètres, depuis le précédent relevé, soit pendant la dernière période de 24 heures écoulée, valeur obtenue au moyen du **pluviomètre** (voir la fiche concernant le montage d'une station météorologique). La hauteur relevée, qui sera reprise pour l'établissement du calendrier des saisons, est **soulignée** au crayon bleu.

Après chaque relevé, l'appareil est vidé de l'eau qu'il renferme, afin de permettre le relevé du lendemain.

10° La **TEMPÉRATURE MAXIMUM** et la **TEMPÉRATURE MINIMUM** observées pendant la même période de 24 heures, relevées au **thermomètre à maxima et à minima**. Cet appareil doit être placé, comme le thermomètre ordinaire, à l'extérieur, à l'ombre et hors de tout courant d'air. Les deux valeurs correspondantes, qui seront reprises pour l'établissement du calendrier des saisons, sont **soulignées** en rouge dans le tableau.

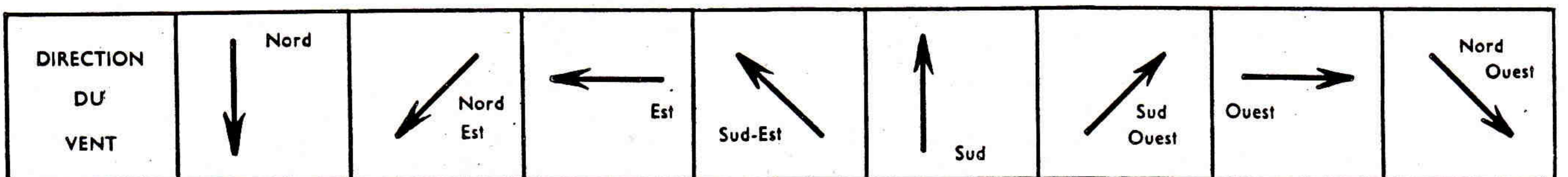
Les observations étant effectuées, ramenez à l'aide du **petit aimant** les deux index au contact des deux colonnes de mercure, afin de permettre les relevés suivants (le fonctionnement du thermomètre à maxima et à minima a été étudié en 6°).

11° Enfin, relevez, dans la colonne réservée aux "autres observations", les **PHÉNOMÈNES ATMOSPHÉRIQUES EXCEPTIONNELS** qui peuvent s'être produits dans la journée : **brouillard**, **bruine**, **rosée**, **grésil**, **gelée blanche**, **verglas**, **chute de neige**, **grêle**, **orage**.

# Journal météorologique

Relevés effectués deux fois par jour	Relevés effectués, le matin, à ..... heures.				
	Température de l'air	Pression atmosphérique	Degré d'humidité	Direction du vent au sol	
	Lundi				
	Mardi				
	Mercredi				
	Jeudi				
	Vendredi				
	Samedi				
Dimanche					

Relevés effectués en fin de journée	Lever du soleil	Coucher du soleil	Durée du jour	État du ciel	
	Lundi				
	Mardi				
	Mercredi				
	Jeudi				
	Vendredi				
	Samedi				
	Dimanche				

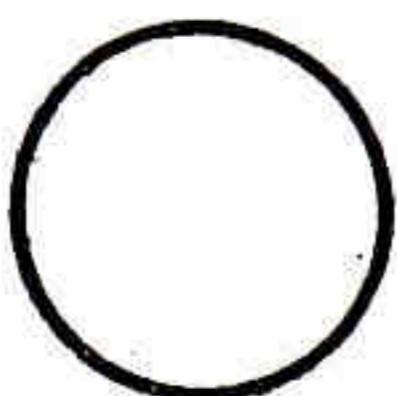
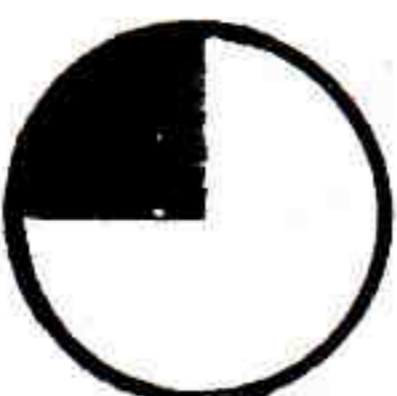
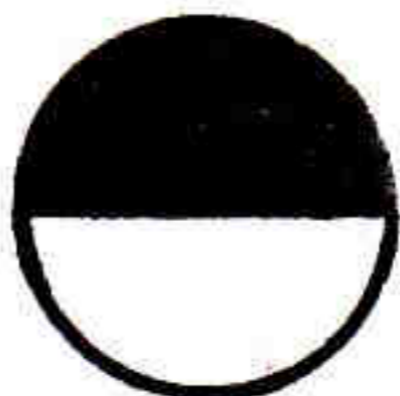






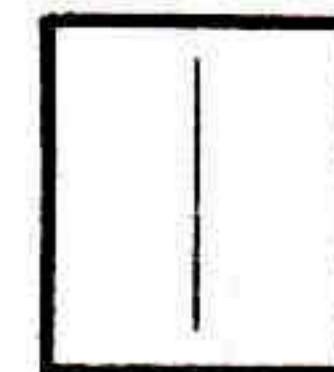
Semaine du ..... au .....

Relevés effectués, l'après-midi, à ..... heures.					
Force du vent	Température de l'air	Pression atmosphérique	Degré d'humidité	Direction du vent au sol	Force du vent

Durée diurne de la pluie	Hauteur de pluie	Température maximum	Température minimum	Autres observations

ETAT DU CIEL	Sans nuage		1/4 couvert		1/2 couvert		3/4 couvert		couvert	





## Relevés météorologiques

Deuxièmes observations : Mois de .....

Il s'agit de dresser, pendant une semaine, le **journal météorologique**, en transcrivant toute une série d'indications concernant le temps qu'il fait.

Un certain nombre des relevés nécessaires se feront deux fois dans la journée et seront reportés sur un **premier tableau**, les autres ne seront effectués qu'en fin de journée et notés sur le **second tableau**. Toutefois, en ce qui concerne la "durée diurne de la pluie", à transcrire sur ce dernier tableau, il sera nécessaire, pour être en mesure de porter les indications demandées à ce sujet, de noter pendant la journée (entre 8 heures et 18 heures par exemple) la durée approximative de toute chute de pluie (observations limitées au jour : durée diurne).

Les indications demandées devront être relevées pour **chaque jour de la semaine** ; on s'efforcera de les effectuer même les jours de congé scolaire. Toutefois, si cela se révèle impossible, l'honnêteté veut qu'on laisse la case en blanc plutôt que de mentionner des valeurs fantaisistes.

En fin de semaine, vous aurez également à dresser les deux graphiques demandés en page 4 de la fiche, et à rédiger votre "bulletin météorologique" hebdomadaire, en donnant un compte rendu du temps qu'il a fait dans la localité pendant la semaine.

### Relevés à effectuer sur le premier tableau

Ces observations seront relevées en début de matinée (à 8 heures si possible) et au milieu de l'après-midi (à 15 heures si possible), les heures retenues étant portées dans l'espace réservé à cet effet, en haut du tableau.

1° La **TEMPÉRATURE** de l'air ambiant, donnée par un **thermomètre** placé à l'extérieur, à l'ombre, dans un lieu abrité des vents. Cette température sera appréciée à 1 degré près.

2° La **PRESSION ATMOSPHERIQUE**, en millimètres de mercure, selon les indications données par un **baromètre** d'appartement.

3° Le **DEGRÉ D'HUMIDITÉ** au moyen d'un **hygromètre** : selon l'appareil utilisé, on transcrit, soit le nombre de degrés indiqué (compris habituellement entre 0 et 100), soit l'une des mentions qui y sont portées : très sec, sec... Avant de faire le relevé, s'il s'agit d'un hygromètre à cheveu, il est indispensable de tapoter l'appareil pour faciliter la mise en place de l'aiguille indicatrice.

4° La **DIRECTION DU VENT AU SOL** en utilisant pour cette observation une **girouette** : on considère comme direction du vent celle d'où vient le vent, la pointe de la girouette indiquant la direction où va le vent.

La direction retenue correspond à l'indication de la rose des vents la plus proche de la direction indiquée par la girouette au moment de l'observation. Si cette direction est constamment modifiée, le vent formant des tourbillons, on porte dans la colonne correspondante du tableau : "vent tourbillonnant". Si le vent est insuffisant pour déplacer la girouette, observez si possible une fumée sortant d'une cheminée : elle sort verticalement s'il n'y a absolument pas de vent, sinon elle est entraînée dans la direction du vent.

A défaut de girouette, on peut considérer comme direction du vent au sol celle des nuages bas (repérez alors leur direction au moyen d'une boussole).

L'indication obtenue sera représentée simultanément par une flèche indiquant la direction, et par la mention de cette direction, selon le modèle donné au bas de la page 2, sous le tableau.

5° La **FORCE DU VENT**, relevée à l'**anémomètre** : cette force est exprimée, soit par une vitesse en km/h, soit par un nombre de tours à la minute si l'appareil porte un compteur. S'il s'agit d'un anémomètre plus simple, tel que celui dont le montage est proposé dans la fiche sur la station météorologique, comptez le

nombre de tours de l'appareil à la minute en employant une montre ou un chronomètre, en tenant compte du nombre de passages de la palette noire pendant cet espace de temps.

A défaut d'un anémomètre, appréciez la force du vent d'après les critères suivants (que vous reporterez alors dans la colonne correspondante du tableau) :

- **légère brise** : entraîne la fumée sans agir sur les girouettes ;
- **vent modéré** : soulève un peu de poussière et remue légèrement le feuillage des arbres ;
- **vent fort** : agite les grosses branches ;
- **vent très fort** : soulève beaucoup de poussière, emporte des papiers et secoue fortement les arbres ;
- **tempête** : casse les branches des arbres.

### Relevés à effectuer sur le deuxième tableau

6° **L'HEURE DU LEVER** et **L'HEURE DU COUCHER DU SOLEIL** : les heures officielles sont données par les annuaires et figurent également sur le **calendrier** distribué par les P. et T. : **prenez compte du décalage de l'heure**, l'heure française étant en avance d'une heure sur l'heure solaire qui est indiquée sur ces relevés (vous aurez donc à transcrire sur le tableau l'heure française, en ajoutant une heure à l'heure solaire donnée).

Calculez ensuite, par différence entre les deux valeurs données, la **DURÉE DU JOUR** en heures et minutes, et reportez cette durée du jour dans la case réservée à cet effet : **soulignez** cette donnée en jaune ; elle sera utilisée ultérieurement pour dresser le calendrier des saisons (fiche n° 12).

7° **L'ÉTAT DU CIEL** (en négligeant ce qui a pu se produire pendant la nuit alors que l'observation vous est impossible) : distinguez les caractéristiques suivantes : **très beau** (sans nuages) ; **1/4 couvert** ; **1/2 couvert** ; **3/4 couvert** ; **couvert**, selon la proportion moyenne de nuages au cours de la journée ; ajoutez éventuellement : **averses**, **pluies intermittentes**, **pluie continue**.

Utilisez, pour faire ce relevé, les signes proposés au bas de la page 3, sous le tableau, en ajoutant au signe, comme dans le modèle donné, la mention écrite de la caractéristique correspondante.

8° Le **NOMBRE** approximatif d'**HEURES DE PLUIE** tombée dans la journée, à partir des observations faites au cours de cette journée (voir la remarque placée au début de la présentation).

9° La **HAUTEUR DE PLUIE** tombée, en millimètres, depuis le précédent relevé, soit pendant la dernière période de 24 heures écoulée, valeur obtenue au moyen du **pluviomètre** (voir la fiche concernant le montage d'une station météorologique). La hauteur relevée, qui sera reprise pour l'établissement du calendrier des saisons, est **soulignée** au crayon bleu.

Après chaque relevé, l'appareil est vidé de l'eau qu'il renferme, afin de permettre le relevé du lendemain.

10° La **TEMPÉRATURE MAXIMUM** et la **TEMPÉRATURE MINIMUM** observées pendant la même période de 24 heures, relevées au **thermomètre à maxima et à minima**. Cet appareil doit être placé, comme le thermomètre ordinaire, à l'extérieur, à l'ombre et hors de tout courant d'air. Les deux valeurs correspondantes, qui seront reprises pour l'établissement du calendrier des saisons, sont **soulignées** en rouge dans le tableau.

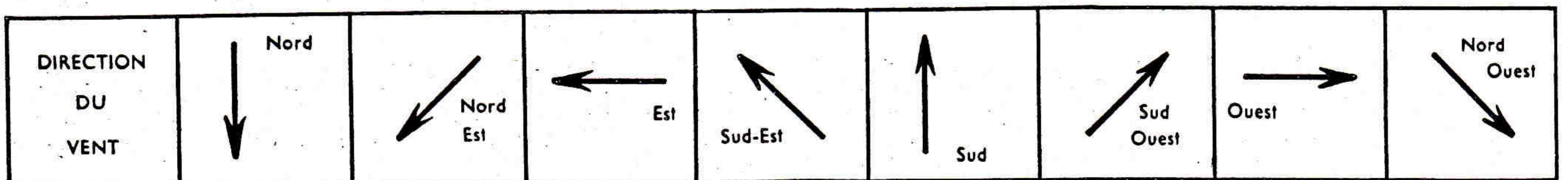
Les observations étant effectuées, ramenez à l'aide du **petit aimant** les deux index au contact des deux colonnes de mercure, afin de permettre les relevés suivants (le fonctionnement du thermomètre à maxima et à minima a été étudié en 6°).

11° Enfin, relevez, dans la colonne réservée aux "autres observations", les **PHÉNOMÈNES ATMOSPHERIQUES EXCEPTIONNELS** qui peuvent s'être produits dans la journée : **brouillard**, **bruine**, **rosée**, **grésil**, **gelée blanche**, **verglas**, **chute de neige**, **grêle**, **orage**.

# Journal météorologique

Relevés effectués deux fois par jour	Relevés effectués, le matin, à ..... heures.			
	Température de l'air	Pression atmosphérique	Degré d'humidité	Direction du vent au sol
	Lundi			
	Mardi			
	Mercredi			
	Jeudi			
	Vendredi			
	Samedi			
Dimanche				

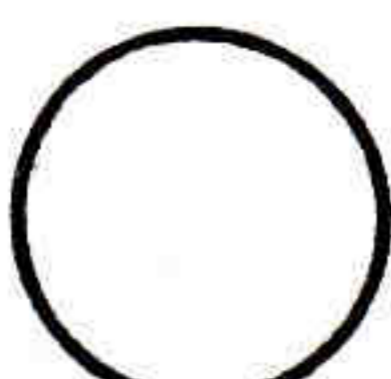
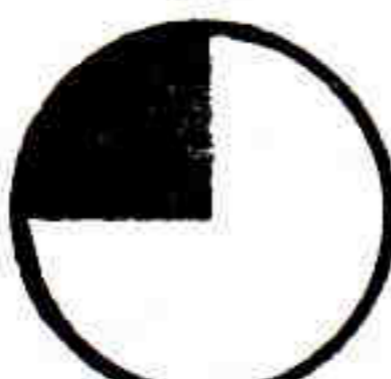
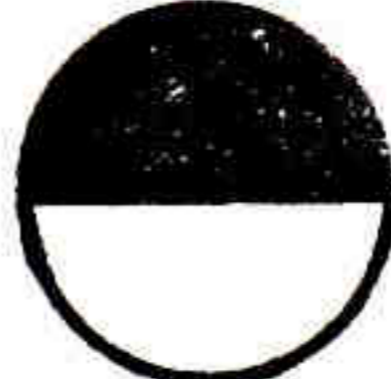


Relevés effectués en fin de journée	Lever du soleil	Coucher du soleil	Durée du jour	État du ciel
	Lundi			
	Mardi			
	Mercredi			
	Jeudi			
	Vendredi			
	Samedi			
	Dimanche			



Semaine du ..... au .....

Relevés effectués, l'après-midi, à ..... heures.					
Force du vent	Température de l'air	Pression atmosphérique	Degré d'humidité	Direction du vent au sol	Force du vent

Durée diurne de la pluie	Hauteur de pluie	Température maximum	Température minimum	Autres observations

ETAT DU CIEL	Sans nuage 	1/4 couvert 	1/2 couvert 	3/4 couvert 	couvert 
-----------------	--	---	---	---	---





## Le calendrier des saisons

Ce **calendrier des saisons** comporte, sur les deux pages centrales de la fiche, **trois graphiques** destinés à transcrire les variations, au cours de l'année scolaire, de trois données météorologiques importantes soit : la **durée du jour**, la **température moyenne** et la **hauteur moyenne des chutes de pluie**.

Les observations que permettent les trois graphiques obtenus sont complétées par le relevé, tout au long de l'année, de remarques concernant **l'influence des saisons sur la vie de l'homme**.

Le tableau central sera progressivement complété selon les directives suivantes :

### Durée moyenne des jours

Calculez, à une minute près par défaut, la **durée moyenne** du jour pendant **chaque quinzaine** (soit du 1<sup>er</sup> au 15, soit du 16 à la fin du mois), à partir des relevés journaliers faits par les élèves de la classe, à tour de rôle, sur les fiches de relevés météorologiques.

Pour obtenir cette moyenne, convertissez en minutes toutes les durées précédemment relevées (nombres soulignés en jaune).

Additionnez-les et divisez la somme obtenue par le nombre de jours. Le nombre de minutes obtenu, à une minute près par défaut, correspond à la moyenne cherchée.

Après avoir été transformée à nouveau en heures et minutes, cette moyenne sera **transcrite sur le graphique** préparé. Pour cela, le point marquant la moyenne obtenue doit être placé sur la ligne fine marquant le milieu de la colonne de la quinzaine considérée, au niveau de la division de la double échelle correspondante. Appréciez ce niveau aussi exactement que possible, en tenant compte du fait que chaque division de l'échelle vaut  $1/4$  d'heure (ou 15 minutes); joignez alors, au moyen de la règle plate, les divisions des deux échelles indiquant la moyenne obtenue, et marquez le point recherché sur la ligne fine de la quinzaine.

Réunissez par des segments de droite, au fur et à mesure qu'ils seront obtenus, de quinzaine en quinzaine, les points tracés, afin de représenter graphiquement les **variations de la durée du jour** au cours de l'année.

### Température moyenne

Évaluez de même, pour **chaque quinzaine**, la **moyenne des températures**, à  $1/10$  de degré près, d'après les températures maxima et minima notées journallement (et soulignées en rouge) sur la fiche de relevés météorologiques.

Pour calculer cette moyenne, additionnez les **deux températures journalières** pour la période considérée, et divisez par le nombre de températures relevées : arrêtez la division au premier chiffre décimal afin d'obtenir cette moyenne au dixième de degré près.

Arrondissez cette moyenne par défaut, si le chiffre des décimales est inférieur à 5, ou par excès si le chiffre des décimales obtenu est 5 ou plus de 5.

En utilisant comme précédemment la règle plate, déterminez la position du point correspondant au nombre de degrés de la moyenne trouvée et à la quinzaine considérée.

Joignez également au fur et à mesure, par des segments de droite, les points obtenus chaque quinzaine, afin de mieux faire ressortir les **variations de la température**.

### Hauteur moyenne des chutes de pluie

Calculez enfin les **moyennes des hauteurs de pluie tombée pour chaque quinzaine**, à partir des nombres relevés chaque jour sur les mêmes fiches (la somme des hauteurs — nombres soulignés en bleu — divisée par le nombre de jours), moyennes calculées à 1 mm près par défaut. En employant comme précédemment la règle graduée, déterminez la position du point marquant, sur la ligne fine de la quinzaine considérée du **graphique**, le niveau de l'échelle correspondant à la moyenne obtenue.

Les points indiquant ainsi la moyenne des hauteurs de pluie de chaque quinzaine seront également réunis progressivement par des segments de droite, suivant les **variations de cette hauteur de pluie tombée**.


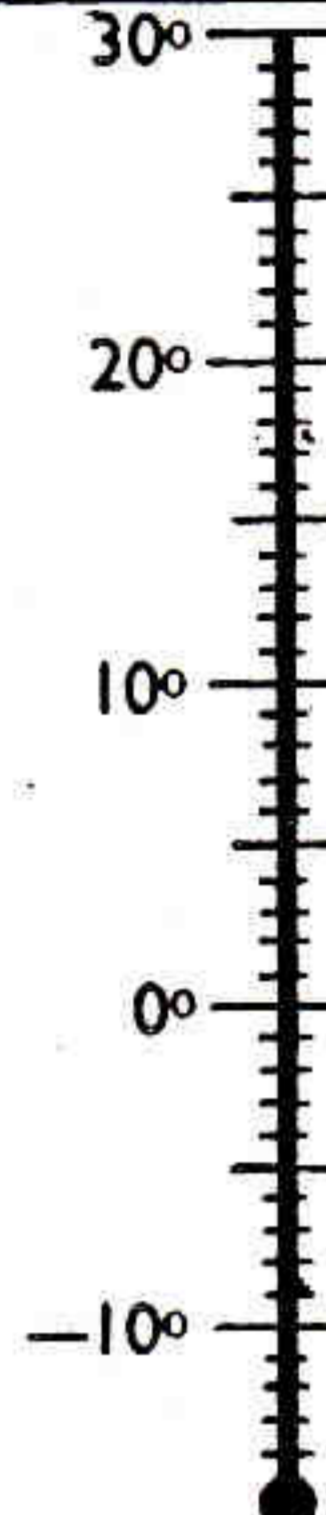
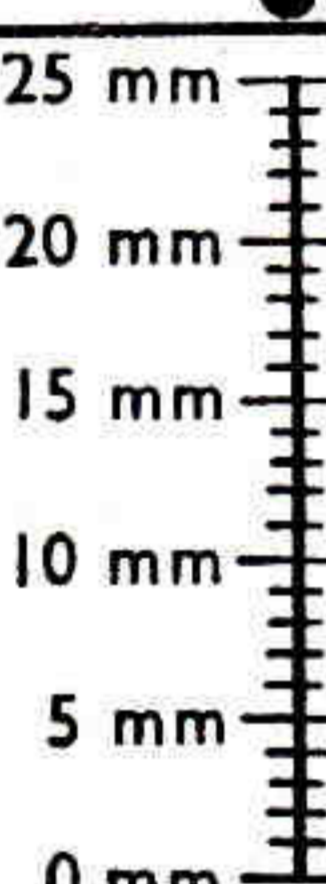
### L'homme et les saisons

Nos **vêtements** varient selon les saisons. Il y a un mois de l'année où l'on a sorti pour la première fois le manteau, le passe-montagne et les gants, au moment des premiers froids.

A un autre moment, ces vêtements ont été définitivement rangés : tous les événements de cette nature seront notés dans la case correspondante du tableau.

La **vie de chaque jour** est également marquée par les saisons : le début et la fin du chauffage, le moment où il a fallu allumer la lumière pour la première fois le matin lors du lever, celui où cela est devenu inutile parce qu'il faisait suffisamment jour (de même pour le coucher, le soir); le jour où l'éclairage est devenu nécessaire, en classe, au début des cours et celui où l'on a pu s'en passer pour la première fois, etc. Ces diverses indications seront relevées, au fur et à mesure, dans les colonnes mensuelles prévues.

Notre **alimentation** dépend également des saisons. La plupart des légumes et des fruits ne sont à notre disposition que pendant une certaine période de l'année. Notez dans cette partie du tableau le moment où il devient possible de manger les premiers légumes et fruits frais des diverses espèces : haricots, petits pois, tomates, etc., cerises, pêches, abricots, poires, pommes, etc., ainsi que le moment où l'on n'en trouve plus, soit dans le jardin, soit chez les commerçants.

	Automne						Hiver					
	Octobre		Novembre		Décembre		Janvier		Février		Mars	
	1 <sup>re</sup> q.	2 <sup>e</sup> q.	1 <sup>re</sup> q.	2 <sup>e</sup> q.	1 <sup>re</sup> q.	2 <sup>e</sup> q.	1 <sup>re</sup> q.	2 <sup>e</sup> q.	1 <sup>re</sup> q.	2 <sup>e</sup> q.	1 <sup>re</sup> q.	2 <sup>e</sup> q.
Durée des jours												
Températures moyennes												
Hauteurs de pluie												

L'homme et les saisons			
Automne	Octobre	Novembre	Décembre
	Janvier	Février	Mars
Hiver			



Printemps						Été							
Avril		Mai		Juin		Juillet		Août		Septembre			
1 <sup>re</sup> q.	2 <sup>e</sup> q.	1 <sup>re</sup> q.	2 <sup>e</sup> q.	1 <sup>re</sup> q.	2 <sup>e</sup> q.	1 <sup>re</sup> q.	2 <sup>e</sup> q.	1 <sup>re</sup> q.	2 <sup>e</sup> q.	1 <sup>re</sup> q.	2 <sup>e</sup> q.		
												16 h	Durée des jours
												15 h	
												14 h	
												13 h	
												12 h	
												11 h	
												10 h	
												9 h	
												8 h	
												30°	Températures moyennes
												20°	
												10°	
												0°	
												-10°	
												25 mm	Hauteurs de pluie
												20 mm	
												15 mm	
												10 mm	
												5 mm	
												0 mm	

L'homme et les saisons			
Printemps	Avril		Mai
	Juin		
Été	Juillet		Août
	Septembre		

## Principaux types de nuages :

**Cirrus (Ci.).** — Nuages isolés, aux formes effilées, de couleur blanche (8 000 à 9 000 m).

**Cirro-Stratus (Ci.St.).** — Petits nuages effilochés ou formant un voile léger (5 000 à 9 000 m).

**Cirro-Cumulus (Ci.Cu.).** — Nuages formant des bancs de petits flocons blancs, disposés en groupes ou en files : ciel pommelé (6 000 à 7 000 m).

**Alto-Stratus (A.St.).** — Nuages formant un voile strié, gris ou bleuâtre : pouvant donner de la pluie ou de la neige (3 500 à 6 000 m).

**Alto-Cumulus (A.Cu.).** — Nuages formés de gros flocons plus ou moins espacés, flocons ordonnés en groupes, en files, en rouleaux, suivant une ou deux directions (2 000 à 4 000 m).

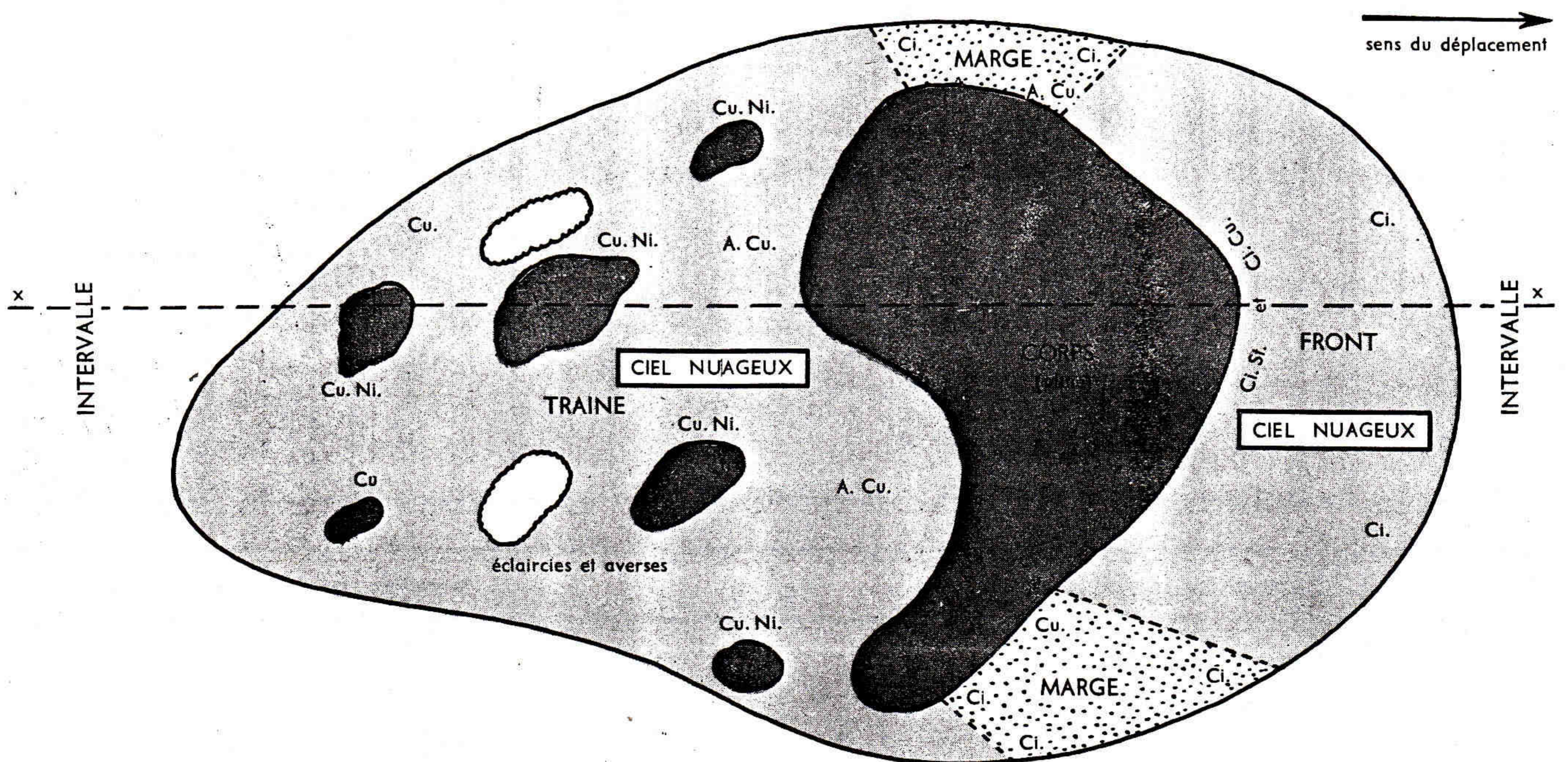
**Cumulo-Nimbus (Cu.Ni.).** — Nuages gigantesques, de plusieurs

milliers de mètres d'épaisseur, aux formes arrondies; nuages aux bords ombrés, sombres à leur partie inférieure, tandis que leur partie supérieure s'étale, parfois en forme d'enclume (base, entre 500 et 2 000 m; épaisseur, de 4 000 à 10 000 m). Ces nuages donnent de la pluie, de la grêle ou de la neige.

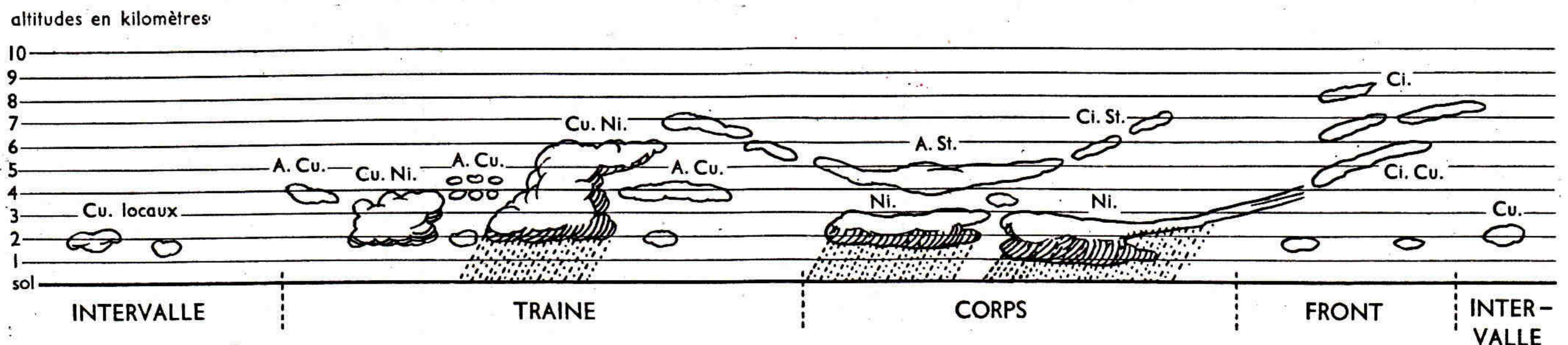
**Cumulus (Cu.).** — Nuages épais dont le sommet est formé de grosses boules blanches changeant continuellement de forme et dont la base est, par contre, presque horizontale (500 à 4 000 m).

**Nimbus (Ni.).** — Nuages sombres, gris ou noirs, sans forme précise, annonciateurs de pluie (moins de 1 500 m).

**Stratus (St.).** — Couches nuageuses uniformes, analogues à un brouillard, mais qui ne reposent pas sur le sol (base entre 10 et 1 000 m). Les stratus peuvent donner de la brume, jamais de la pluie, mais ils cachent parfois à notre vue d'autres nuages producteurs de pluie.



**Figure 1.** — Système nuageux. Un système nuageux est formé de nuages se déplaçant ensemble dans la même direction, à des vitesses de l'ordre de 50 km/h. L'ensemble du système s'étend habituellement sur une longueur d'un millier de kilomètres et occupe fréquemment une superficie égale à celle de la France (sur la figure les types de nuages sont désignés par leur abréviation).



**Figure 2.** — Vue en coupe. Coupe du système nuageux présenté à la figure 1, selon la ligne pointillée qui y est figurée.



## Le mouvement hélicoïdal

### ● Comment un corps peut-il se déplacer?

Les deux principaux déplacements que peut subir un corps sont :

- le déplacement linéaire ou translation : chaque point du corps parcourt une ligne (souvent une ligne droite);
- le mouvement circulaire ou rotation : chaque point du corps tourne, autour d'un axe fixe, en se maintenant à une distance constante du centre de cet axe.

### Exercice 1. — Étude de ces mouvements.

Examinez le croquis ci-contre et précisez les mouvements effectués respectivement par les différentes parties du mécanisme en répondant aux questions suivantes :

Quelles sont les trois parties du mécanisme qui effectuent une rotation? .....

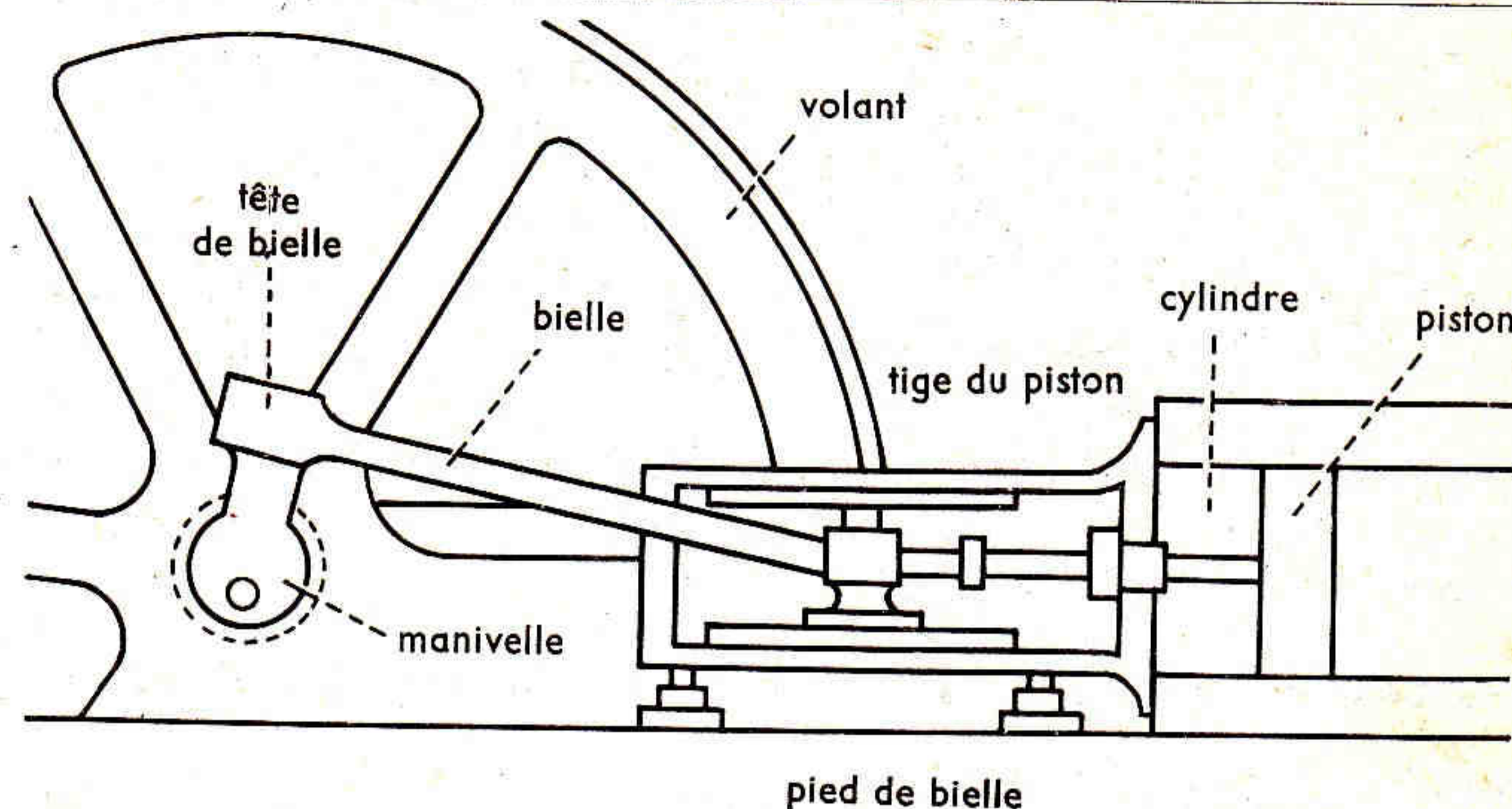


Figure 1. — Mécanisme d'entraînement d'une machine à vapeur. Ce mécanisme (système bielle-manivelle) est chargé de transformer le mouvement linéaire alternatif du piston en un mouvement circulaire continu.

Quelle partie effectue un mouvement de translation? .....

Pourquoi dit-on que ce mouvement de translation est alternatif? .....

## LE MOUVEMENT HÉLICOÏDAL

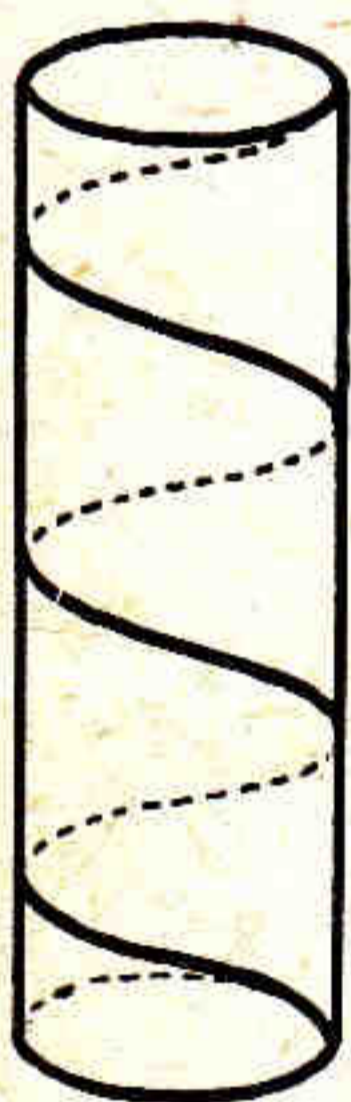


Figure 2. Une hélice.

### ● Qu'est-ce qu'une hélice?

Le mouvement hélicoïdal est le mouvement d'un solide dont les différents points décrivent une hélice. L'hélice est une courbe qui s'enroule autour d'un cylindre avec une pente de valeur constante (voir figure 2).

### Expérience 1 : Construction d'une hélice.

1<sup>re</sup> phase : Préparation de la feuille.

Découpez un rectangle de papier millimétré dont l'une des dimensions soit égale à la longueur du cylindre de bois remis (pièce Meccano n° 106); enroulez ce papier sur le cylindre de manière à le recouvrir exactement, les bords du papier coïncidant avec les bords du rouleau.

Repérez la ligne où les deux parties du papier enroulé se chevauchent et coupez le papier selon cette ligne : vous obtenez ainsi une feuille de papier qui enveloppe exactement la surface latérale du cylindre.

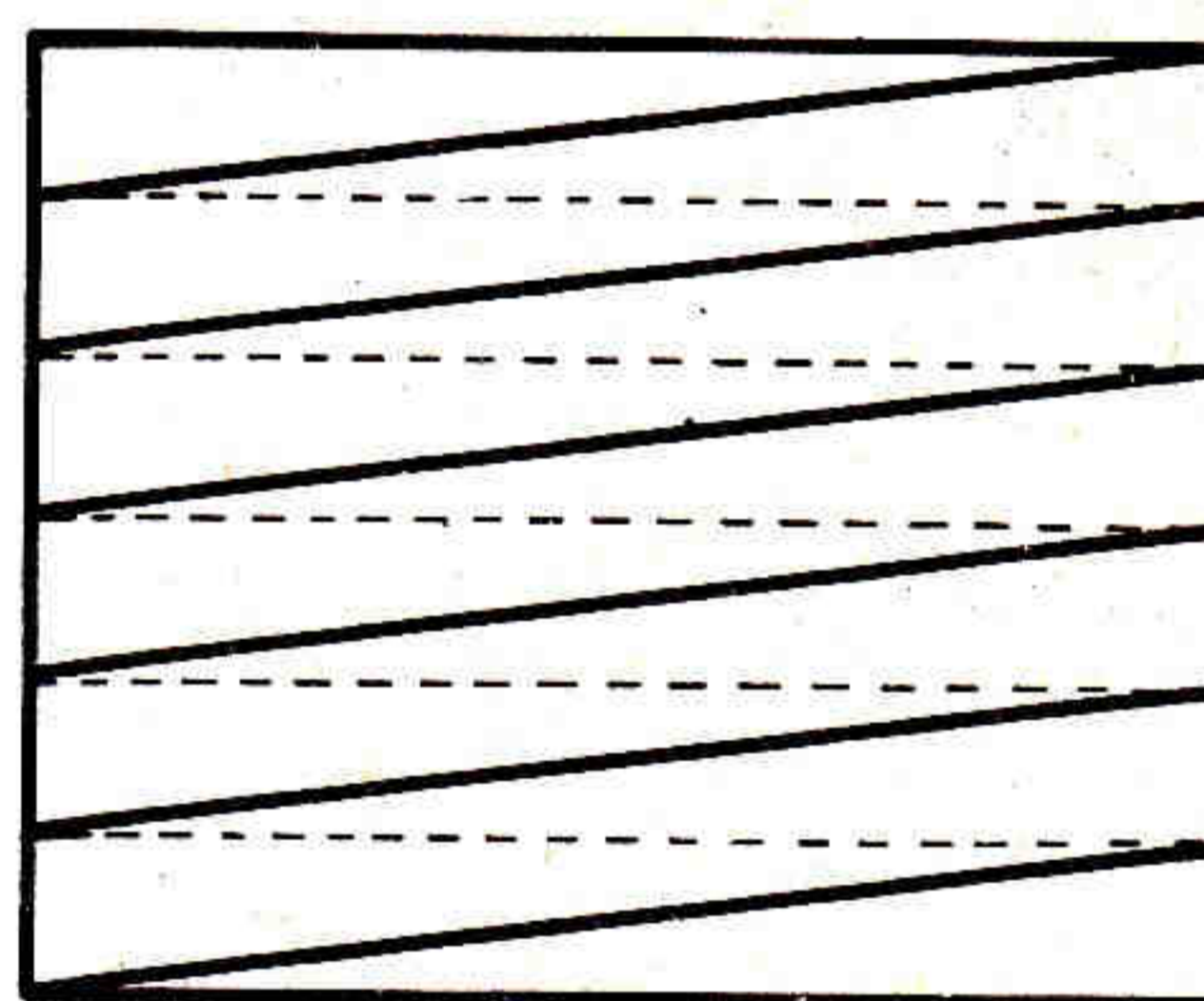


Figure 3. — Hélice développée. Les lignes ponctuées marquent que le début de chaque ligne tracée est au même niveau que l'extrémité de la ligne immédiatement inférieure : ces lignes pointillées ne sont pas à tracer.

2<sup>e</sup> phase : Tracé des lignes.

Développez la feuille de papier millimétré préparée.

Tracez à la règle, sur ce papier, du côté des lignes imprimées, en commençant à la partie supérieure du recte de chaque ligne soit exactement au même niveau que

de chaque ligne soit exactement au même niveau que l'extrémité gauche de la ligne qui lui est immédiatement supérieure (voir figure 3) : l'inclinaison donnée à ces parallèles est sans importance.

3<sup>e</sup> phase : Mise en place de l'hélice.

Ce travail effectué, enroulez à nouveau le papier millimétré sur le cylindre, les lignes tracées étant placées vers l'extérieur : vous obtenez une hélice.

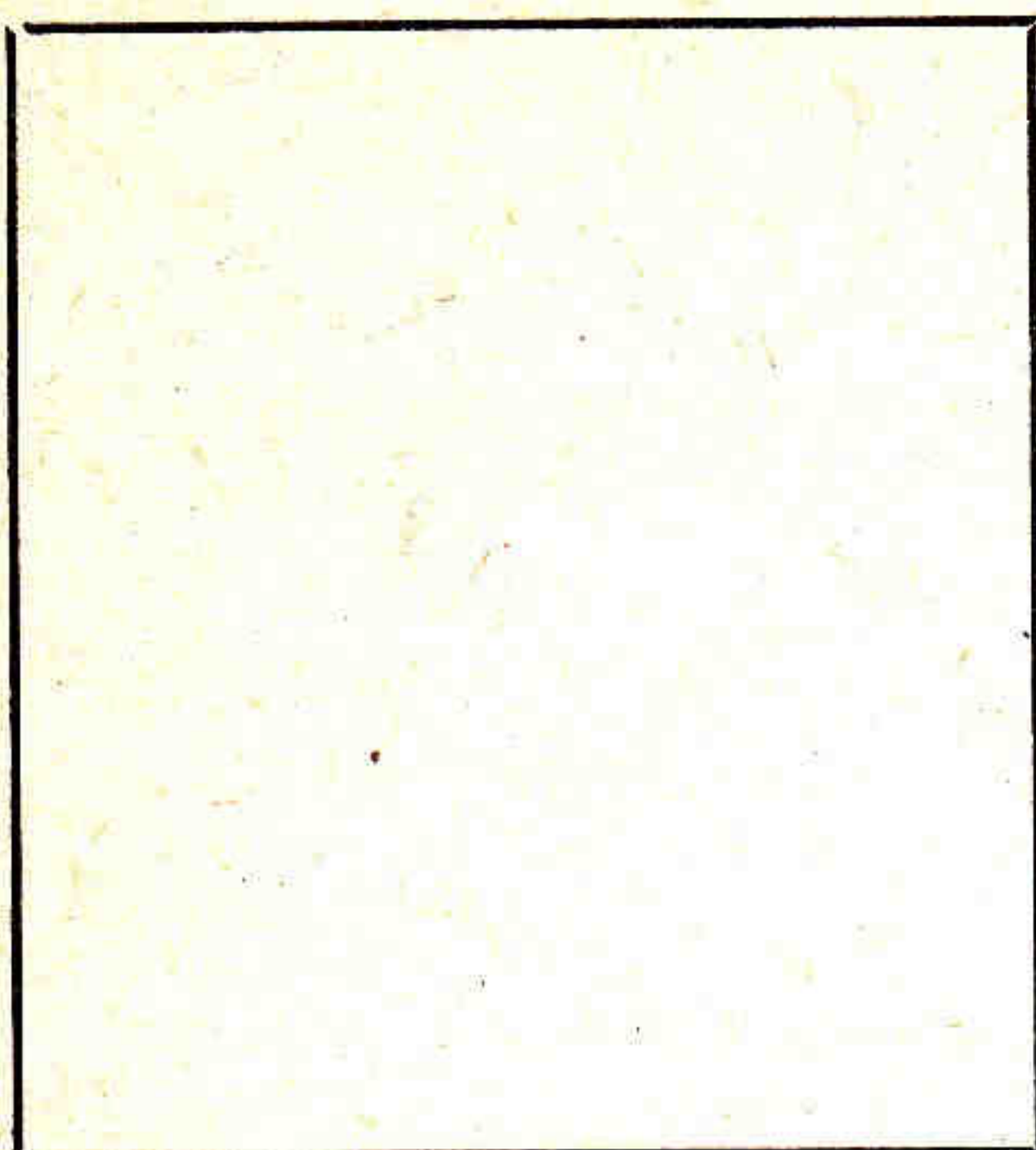
## LE PAS DE VIS

### ● Quelle forme a le pas d'une vis?

Le mouvement d'une vis dans son écrou est un mouvement hélicoïdal; le pas de vis est en forme d'hélice.

### Expérience 2 : Progression d'un pas de vis.

Faites rouler la moitié inférieure de la grande vis de 19 mm (n° 111) — la moitié de cette vis opposée à la tête — sur



le bord du tampon encreur, afin d'imprégner d'encre le pas de cette vis.

Après avoir posé cette vis parallèlement aux bords latéraux du cadre ci-contre, faites rouler la partie encrée de la vis, en appuyant pour bien marquer la trace sur la feuille.

Répondez ensuite aux questions.

**Quelle est la nature des lignes obtenues (rectilignes ou courbes)?** .....

**Quelle propriété géométrique ont ces lignes l'une par rapport à l'autre?** .....

● Le pas d'une vis est, en fait, un plan incliné circulaire qui monte régulièrement en suivant le pourtour du cylindre. Un tel plan incliné permet de diminuer l'effort nécessaire au serrage de la vis puisque cet effort est réparti sur un plus grand parcours dans la matière où s'enfonce la vis (voir figure 4).

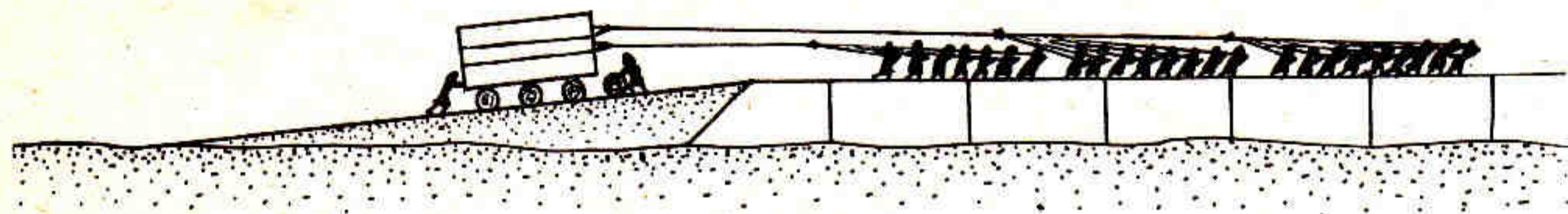


Figure 4. — Edification d'une pyramide. Les anciens Égyptiens ne connaissaient pas d'instruments de levage (tels les grues) : les énormes blocs de pierre qui ont permis la construction des pyramides ont été lentement élevés par des hommes, jusqu'à leur emplacement définitif, au moyen d'un plan incliné.

### Expérience 3 : Pas de vis et écrou.

Reprenez la grande vis de 19 mm de longueur, ainsi qu'un écrou du matériel, puis réalisez les expériences suivantes et répondez aux questions.

1<sup>re</sup> phase : Première possibilité.

En maintenant la vis immobile entre deux doigts, faites effectuer un mouvement de rotation à l'écrou.

**La rotation de l'écrou, suivant le pas de vis, fait faire à cet écrou un mouvement d'une nature autre que cette rotation. Quel est ce mouvement (voir le texte placé au début de la fiche)?** .....

**Ainsi, grâce à l'hélice du pas de vis, une rotation est transformée en quel autre mouvement?** .....

2<sup>e</sup> phase : Deuxième possibilité.

Fixez un cavalier (n° 45), à l'aide de deux boulons, dans la partie centrale de la plaque à rebord de 14 x 6 cm (n° 52) : figure 5. Placez-y la vis et l'écrou précédemment utilisés, comme indiqué sur cette même figure.

L'écrou étant maintenu immobile contre le cavalier au moyen d'un doigt, faites effectuer une rotation à la vis.

**La rotation de la vis dans l'écrou immobile lui fait effectuer quel autre mouvement?** .....

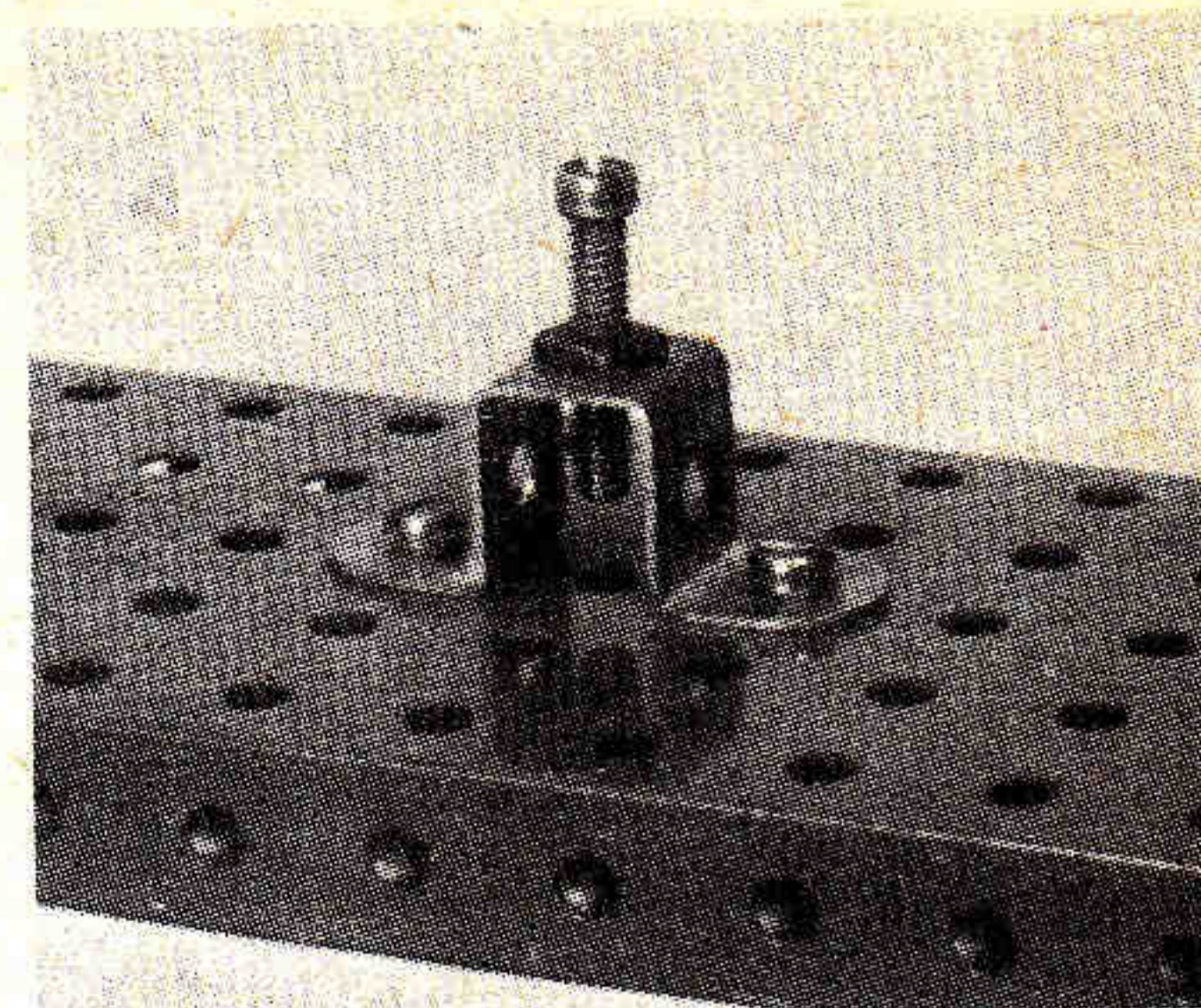


Figure 5. — Positions de la vis et de l'écrou à la 2<sup>e</sup> phase de l'expérience.

3<sup>e</sup> phase : Troisième essai.

Retirez la vis et l'écrou du cavalier, et posez cette vis perpendiculairement, la tête reposant sur la table. Déplacez l'écrou le long de la vis jusqu'à ce que cet écrou se trouve à environ 5 mm de l'extrémité supérieure de la vis.

Maintenez alors l'écrou entre deux doigts pour l'empêcher de tourner et, avec deux doigts de l'autre main, faites effectuer une rotation à la vis dont la tête demeure appuyée sur la table (cette vis, par conséquent, ne peut avancer).

**La vis tournant sans pouvoir avancer, que subit l'écrou qui ne peut tourner?** .....

4<sup>e</sup> phase : Quatrième possibilité.

Reprenez la plaque de 14 x 6 cm et le cavalier et replacez la vis comme indiqué à la figure 5.

Maintenez la tête de la vis entre deux doigts pour l'empêcher de tourner, faites exécuter une rotation à l'écrou, celui-ci restant, malgré tout, constamment appuyé sur le cavalier (l'écrou n'effectue donc pas de translation).

**Si l'écrou tourne sans avancer, quel déplacement subit la vis qui, elle, ne peut tourner?** .....

Lors des quatre phases de l'expérience précédente, vous avez réalisé les quatre combinaisons de mouvements possibles à partir d'un mouvement hélicoïdal :

**Une vis mobile avance en tournant dans un écrou fixe : à quelle phase de l'expérience?** .....

**Un écrou mobile avance en tournant sur une vis fixe : à quelle phase de l'expérience?** .....

**Un écrou tourne sans avancer, alors qu'une vis avance sans tourner : à quelle phase de l'expérience?** .....

**Une vis tourne sans avancer tandis qu'un écrou avance sans tourner : à quelle phase de l'expérience?** .....

● De ces observations, on conclut qu'un mouvement hélicoïdal se décompose en une translation et une rotation simultanées.

■ Remettez en place les pièces Meccano après les avoir démontées.



## La machine à diviser

**Matériel** - Matériel Meccano : plateau A; 2 attaches-lettres.  
Papier millimétré; ciseaux; crayons de couleur.

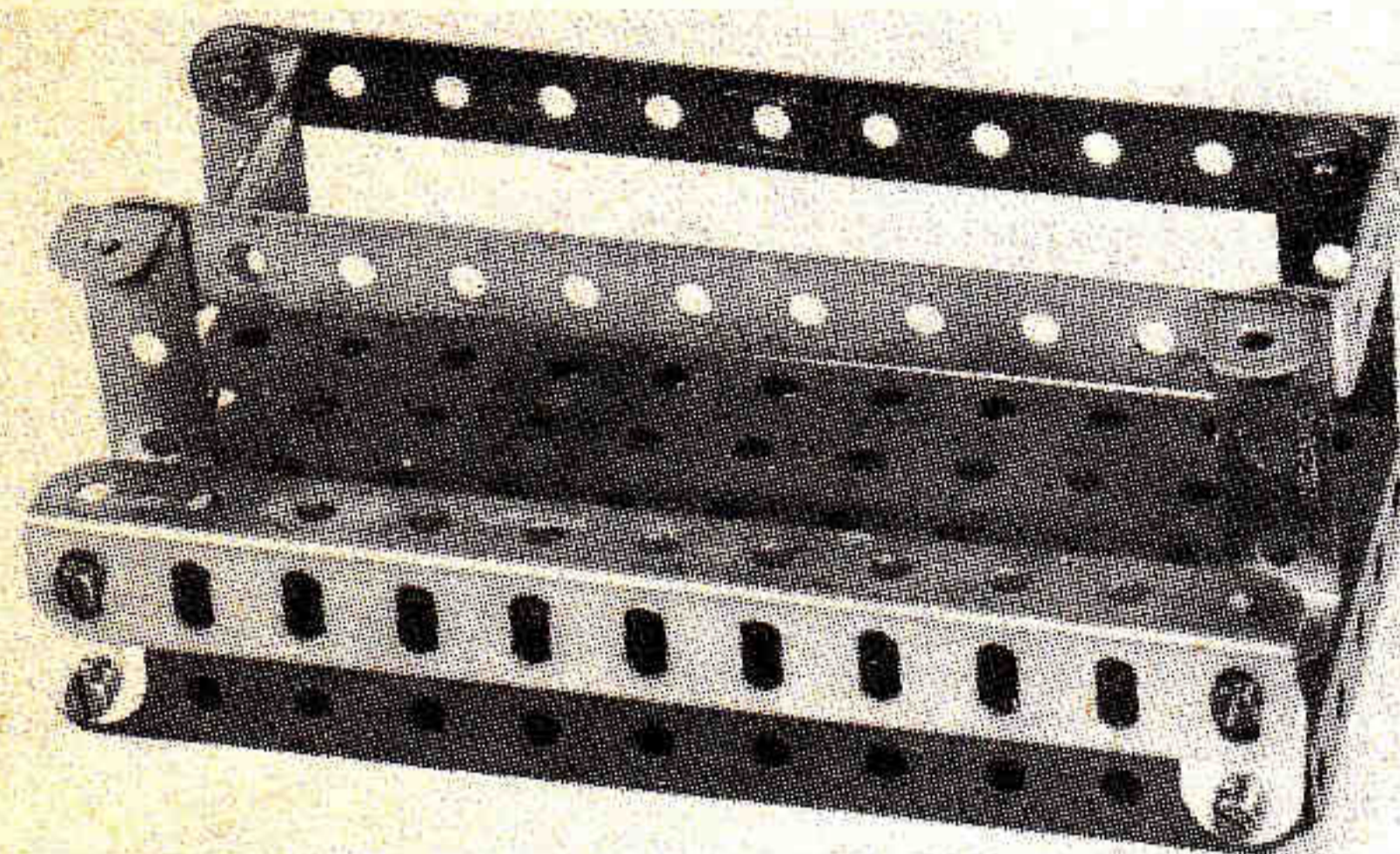


Figure 1. — Support du curseur.

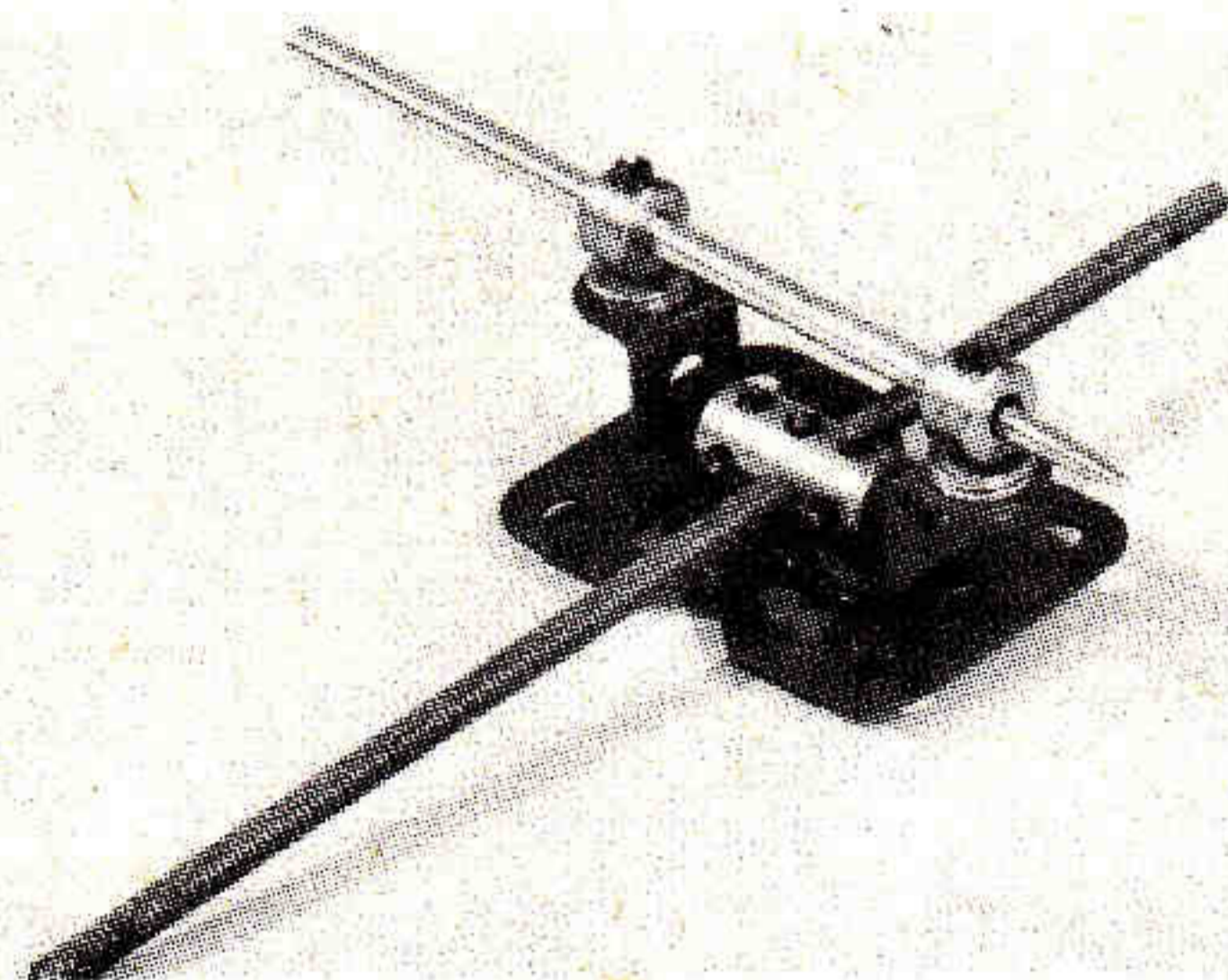


Figure 2. — Curseur et tige filetée.

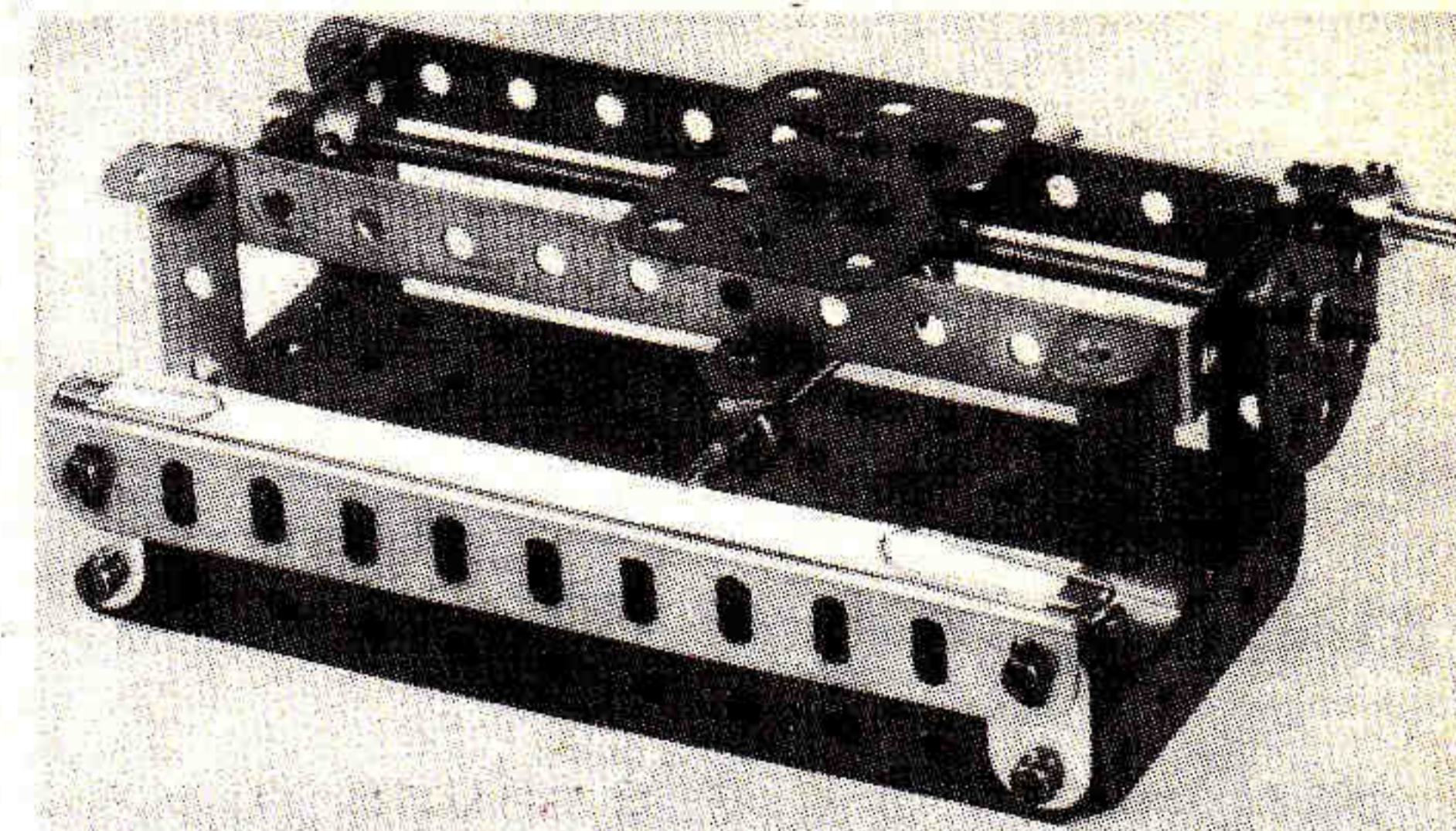


Figure 3. — Machine à diviser montée.

### Travaux préparatoires

L'appareillage à monter sera réalisé en deux parties, les élèves du groupe se partageant éventuellement ces tâches :

— le support (voir figure 1) dans lequel les deux bandes de 11 trous (n° 2) sont fixées, à l'arrière, sur deux bandes de 5 trous (n° 5) et, à l'avant, sur deux bandes coudées de 3 trous (n° 48);

— la tige filetée et son curseur (voir figures 2 et 3).

#### Montage du curseur.

Lors de la préparation de ce curseur, la pièce n° 63 (voir figure 2) est orientée de manière que l'on dispose de deux pas de vis. Dans ces deux filetages, introduisez les vis qui, dans le montage, maintiennent les deux embases triangulées droites (n° 126a) et les deux équerres renversées (n° 125) : utilisez, pour cette fixation, la patte des équerres renversées portant un trou allongé. D'autre part, intercalez deux rondelles-disques (n° 38) entre la patte de l'équerre renversée et la bague d'arrêt supportant la tige filetée (n° 36c).

Pour achever le montage, il est nécessaire de démonter au moins l'une des bandes de 11 trous (n° 2), afin que l'on puisse y introduire le curseur.

Le curseur étant en place, réglez l'écartement des deux équerres renversées pour qu'elles soient bien en contact avec les deux bandes qui servent de guides : il doit y avoir le moins de jeu possible afin que ce curseur se déplace sans

à-coups sous l'action de la tige filetée. Ce réglage s'effectue en desserrant quelques instants les vis qui fixent les embases et les équerres renversées sur la pièce n° 63 (voir figure 3).

#### Réglage de la pointe

Les deux parties du montage étant réunies, il reste à régler la position de la pointe de la tringle effilée (n° 36c) placée sous le curseur. La pointe de cette tringle doit être située très légèrement au-dessus de la cornière (n° 9), à moins d'un millimètre de cette dernière, comme indiqué sur la figure 3. Réglez la position de la cornière grâce au glissement que permettent les trous allongés de cette cornière et des deux supports plats la fixant à la plaque.

#### Achèvement du montage

Finalement, comme indiqué sur la figure 3, placez à chaque extrémité de la tige filetée de 15 cm (n° 79a), d'une part une roue Barillet (n° 24) et, d'autre part, deux bagues d'arrêt (n° 59). La manivelle placée sur la roue à barillet est elle-même formée d'une tringle de 2,5 cm (n° 18b), passée dans l'un des trous de cette roue et maintenue par deux bagues d'arrêt placées de part et d'autre.

Il reste à fixer sur la partie horizontale de la cornière de 11 trous, au moyen de deux attaches-lettres, une bande de papier millimétré de 1 cm de largeur et de 13 cm de longueur (voir figure 3).

### PROPRIÉTÉS DE LA TIGE FILETÉE

Rappelez en quels deux autres mouvements peut se décomposer un mouvement hélicoïdal (voir le travail précédent traitant de cette question)?

.....

#### Expérience 1 : Étude de la machine construite.

Imprimez un mouvement de rotation à la manivelle fixée sur la roue Barillet, puis observez ce qui se produit, afin de répondre aux questions qui suivent.

Quel mouvement est transmis à la tige filetée par l'intermédiaire de la roue Barillet? .....

En quel autre mouvement le mouvement de rotation donné à la tige filetée est-il transformé par le curseur? .....

Chaque point du pas de vis effectue lui-même un mouvement de quelle nature? .....

## Expérience 2 : Évaluation du pas de vis.

1<sup>re</sup> phase : Mise en place du curseur.

Déplacez le curseur en faisant tourner la tige filetée dans le sens convenable pour que ce curseur se place vers l'extrémité gauche de la machine. Arrêtez la manœuvre lorsque la pointe de la tringle effilée se trouve exactement en face de l'un des traits de la bande de papier millimétré : marquez cette position de départ par un trait au crayon.

2<sup>e</sup> phase : Déplacement du curseur.

En vous repérant sur la position de la manivelle placée sur la roue Barillet, faites faire exactement dix tours complets à la tige filetée, puis repérez sur le papier millimétré la

nouvelle position de la pointe de la tringle effilée.

Évaluez alors, grâce aux petites divisions du papier millimétré, la distance, à 1 mm près (voir remarque A de la fiche préliminaire), qui sépare les deux positions de la pointe solidaire du curseur. Déduisez-en, à 1/10 de millimètre près (voir remarque B de la fiche préliminaire), le déplacement du curseur pour 1 tour.

**Déplacement pour 10 tours :** .....

**Déplacement pour 1 tour :** .....

**Par conséquent, pour chaque tour de la tige filetée, de quelle distance avance le curseur?** .....

## PRINCIPE DE LA MACHINE A DIVISER

### Expérience 3 : Étude d'une machine à diviser.

1<sup>re</sup> phase : Déplacement de 1 cm.

Continuez à déplacer légèrement le curseur vers la droite par l'intermédiaire de la rotation de la tige filetée, jusqu'à ce que la pointe solidaire du curseur soit exactement placée en face de l'un des traits du papier millimétré.

Entrenez alors de déplacer cette pointe de 1 cm vers la droite (dix divisions de 1 mm), tout en prenant note du nombre de tours effectués par la tige filetée (ce nombre de tours étant repéré grâce à la position de la manivelle fixée sur la roue Barillet); appréciez au mieux, s'il y a eu, la fraction de tour qui termine la mise en place du curseur (1/2, 1/3, 1/4 de tour...); relevez ci-dessous.

**Nombre de tours correspondant à 1 cm :** .....

2<sup>e</sup> phase : Nouveau déplacement.

En continuant à faire tourner la tige filetée dans le même

sens, effectuez un nombre de tours de la roue Barillet exactement identique à celui de la 1<sup>re</sup> phase, et observez les déplacements consécutifs du curseur.

**Avec le même nombre de tours, quelle distance parcourt à nouveau la pointe?** .....

● Grâce à une machine basée sur ce principe, on reproduit des divisions égales formant une échelle graduée.

### Exercice 1 : Utilisation d'une machine à diviser.

En supposant que la machine à diviser soit celle utilisée pour la démonstration de l'expérience 3, calculez le nombre de tours qu'il serait nécessaire de faire effectuer à la tige filetée pour mesurer des distances de 5 cm, 2,5 cm, 1,3 cm.

**Nombre de tours correspondant à :**

**5 cm :** ..... ; **2,5 cm :** ..... ; **1,3 cm :** .....

## APPLICATION AUX MATHÉMATIQUES

● Une machine à diviser permet de trouver expérimentalement les multiples communs de deux nombres.

### Expérience 4 : Recherche de multiples communs.

1<sup>re</sup> phase : Traits espacés de 6 unités.

Utilisez maintenant le verso de la bande de papier millimétré, face qui ne porte pas de graduations, et fixez comme précédemment la bande retournée par deux attache-lettres.

Déplacez le curseur pour qu'il se trouve à l'extrémité gauche de la machine, tout en veillant à arrêter la tige filetée de manière que la manivelle placée sur la roue Barillet se trouve à la partie inférieure de cette roue, perpendiculairement à son axe. Notez par un trait de repère, sur le papier, au crayon noir, la position de l'aiguille solidaire du curseur. Tracez alors des traits de repère régulièrement espacés, en déplaçant le curseur, par étapes, à raison de six tours complets de la tige filetée pour chacune des divisions marquées sur le papier : chacune de ces divisions sera tracée au moyen d'un crayon de couleur rouge finement taillé. Continuez ces tracés jusqu'à obtenir quinze traits de divisions marquées en rouge.

2<sup>e</sup> phase : Traits espacés de 8 unités.

En faisant effectuer à la tige filetée une rotation dans l'autre

sens, ramenez le curseur à son point de départ en plaçant exactement la pointe face au premier trait tracé.

Effectuez maintenant une nouvelle série de traits régulièrement espacés, mais correspondant chacun à huit tours de manivelle complets, ces traits étant maintenant tracés au moyen d'un crayon bleu finement taillé. Continuez le tracé jusqu'à obtenir onze traits marqués en bleu.

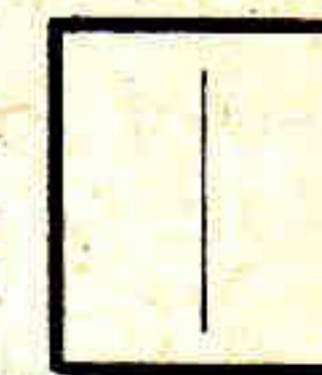
3<sup>e</sup> phase : Comparaison des résultats.

Regardez maintenant les deux séries de divisions égales obtenues, et notez les divisions de la première graduation (tracées en rouge) qui coïncident avec les divisions de la seconde graduation (tracées en bleu) : chacune de ces rencontres correspond à un multiple commun des deux nombres 6 et 8.

En tenant compte du nombre de fois 6 tours (pour la première graduation tracée) ou du nombre de fois 8 tours (en ce qui concerne la seconde graduation) qui ont été nécessaires pour parvenir à un trait commun, dites quels sont les premiers multiples communs des deux nombres 6 et 8.

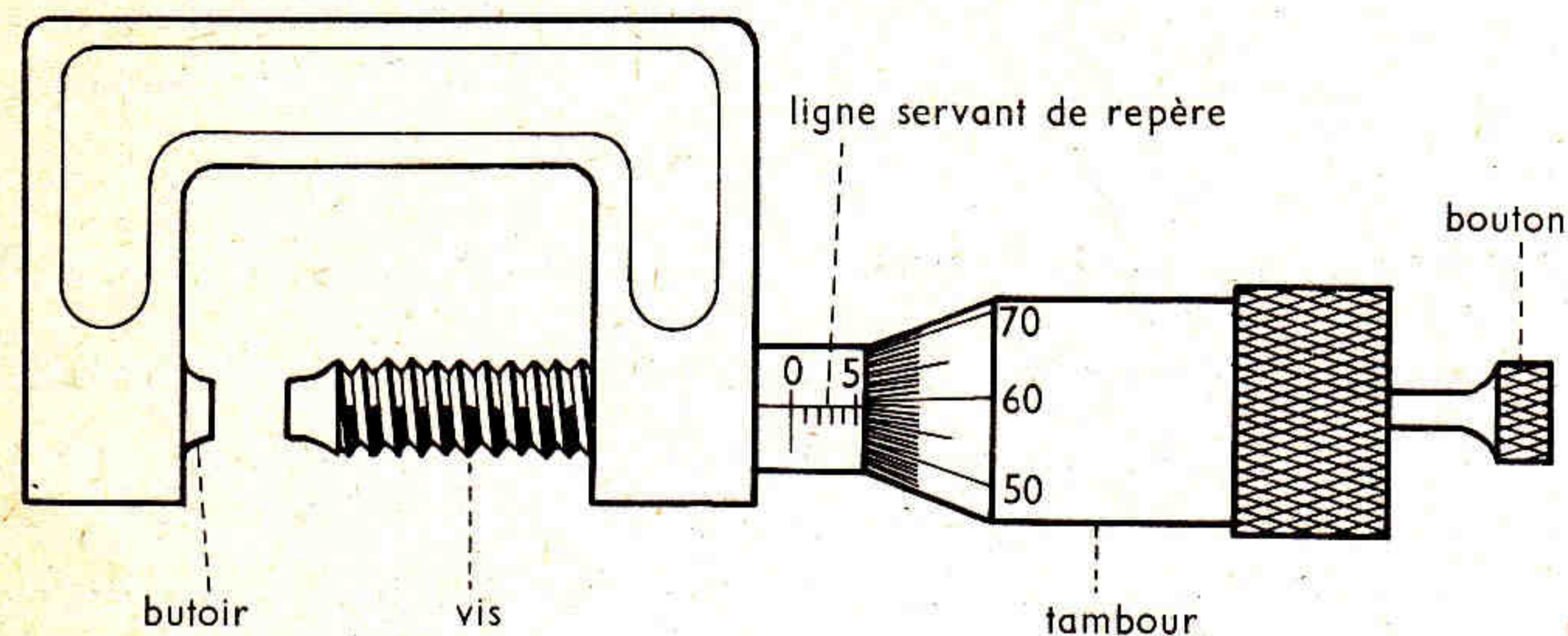
**Multiples communs obtenus :** .....

■ **Démontez la machine et rangez le matériel.**



# Le palmer

**Matériel** - Palmer; carte de bristol; plaque de verre.  
Règle graduée; crayons de couleur.



**Figure 1.** — Le palmer permet d'obtenir une mesure à 1/100 de millimètre près. Teintez le tambour et le bouton de l'appareil en jaune, le cylindre gradué et la vis en bleu, le butoir en rouge.

## ● Qu'est-ce qu'un palmer?

La partie essentielle d'un palmer est une vis dont le pas est tel qu'elle avance de 1 millimètre par tour (d'un demi-millimètre pour certains modèles). Un tambour gradué est solidaire de cette vis. En se retirant, ce tambour découvre une ligne tracée selon l'axe de cette vis : cette ligne sert de repère; des divisions régulièrement espacées sont gravées le long de cette ligne (voir figure 1). La vis est arrêtée, dans son mouvement en avant, par un butoir. Les objets dont on veut mesurer l'épaisseur sont placés entre la vis et ce butoir; on fait tourner la vis au moyen du bouton.

## EXAMEN DE L'INSTRUMENT DE MESURE

### Expérience 1 : Étude de l'appareil.

1<sup>re</sup> phase : Fonctionnement de l'appareil.

En tournant le bouton dans le sens inverse de la marche des aiguilles d'une montre, éloignez la vis du butoir. Après avoir accompli ainsi quelques tours, faites revenir la vis vers le butoir en tournant le bouton dans l'autre sens.

Au cours de ces manipulations, observez comment se déplacent les divisions marquées sur le tambour et ce qui se produit au niveau de la ligne servant de repère, puis répondez au questionnaire suivant.

**Lorsque la vis de l'appareil tourne, que font les divisions portées tout autour du tambour?** .....

**Lorsque la vis recule, que laisse apparaître le tambour?** .....

2<sup>e</sup> phase : Étude de la graduation du cylindre.

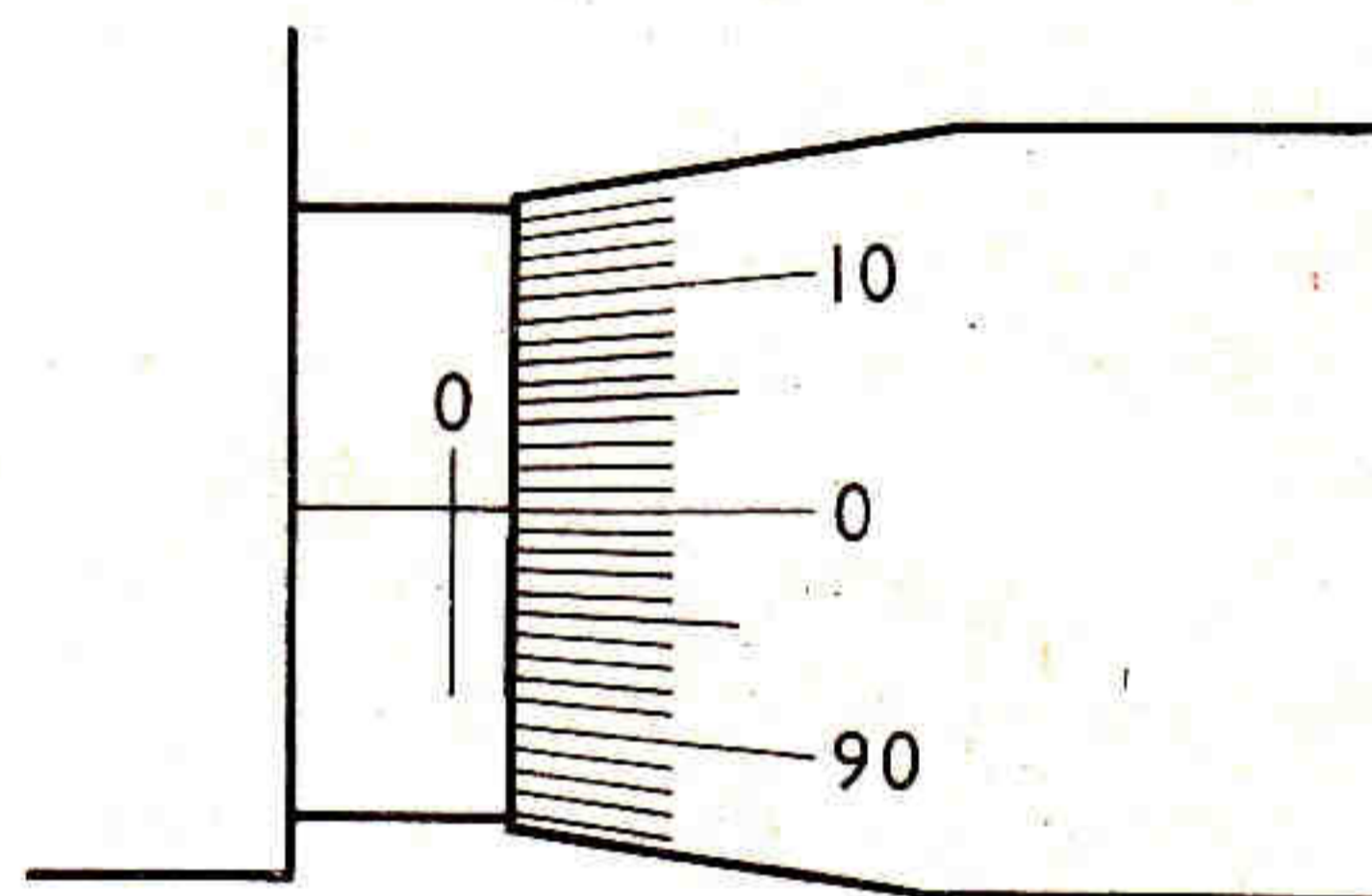
En comparant avec les divisions de la règle graduée, déterminez la dimension de l'une des divisions tracées le long de la ligne servant de repère (une telle division correspond, selon les appareils, soit à un millimètre, soit à un demi-millimètre). Notez ci-dessous le résultat de cette observation.

**Dimension d'une division de la ligne-repère:** .....

### Expérience 2 : Fonctionnement de l'appareil.

1<sup>re</sup> phase : Mise en place.

Donnez au tambour du palmer la position évoquée par le croquis ci-contre (figure 2) : le zéro de la graduation du



**Figure 2.** — Le tambour découvre exactement une division de l'échelle gravée. Teintez le tambour en jaune et le cylindre gradué en bleu.

tambour étant placé face à la ligne servant de repère (seule la première division tracée le long de cette ligne est découverte et le bord du tambour est exactement au niveau du deuxième trait de l'échelle).

2<sup>e</sup> phase : Prise de la mesure.

Dans ces conditions, tournez lentement le bouton de manière à faire avancer la vis vers le butoir, tout en observant comment se déplacent les divisions tracées sur le tambour, et comment ce tambour recouvre progressivement la ligne de repère.

Arrêtez le mouvement lorsque la pointe de la vis heurte le butoir, puis répondez au questionnaire suivant.

**Lors de l'expérience réalisée, combien de divisions du tambour ont défilé devant la ligne-repère?** .....

**Quelle est la dimension de l'une des divisions gravées sur le cylindre (voir expérience 1)?** .....

**Par conséquent, une division gravée sur le tambour correspond à une avancée de la vis de quelle fraction de millimètre?** .....

## UTILISATION DU PALMER

### Expérience 3 : Épaisseur d'une carte.

1<sup>re</sup> phase : Relevé de la mesure.

Placez la carte de bristol remise, entre la vis et le butoir du palmer, et serrez, sans forcer, jusqu'à ce que le contact soit bien établi.

La figure 3, en haut de la page 2, présente, agrandie, la graduation gravée sur le tambour du palmer. Reproduisez sur ce dessin les divisions du tambour telles que vous les voyez actuellement, alors que la carte de bristol est en place; allongez donc à leur vraie taille les divisions qui sont,

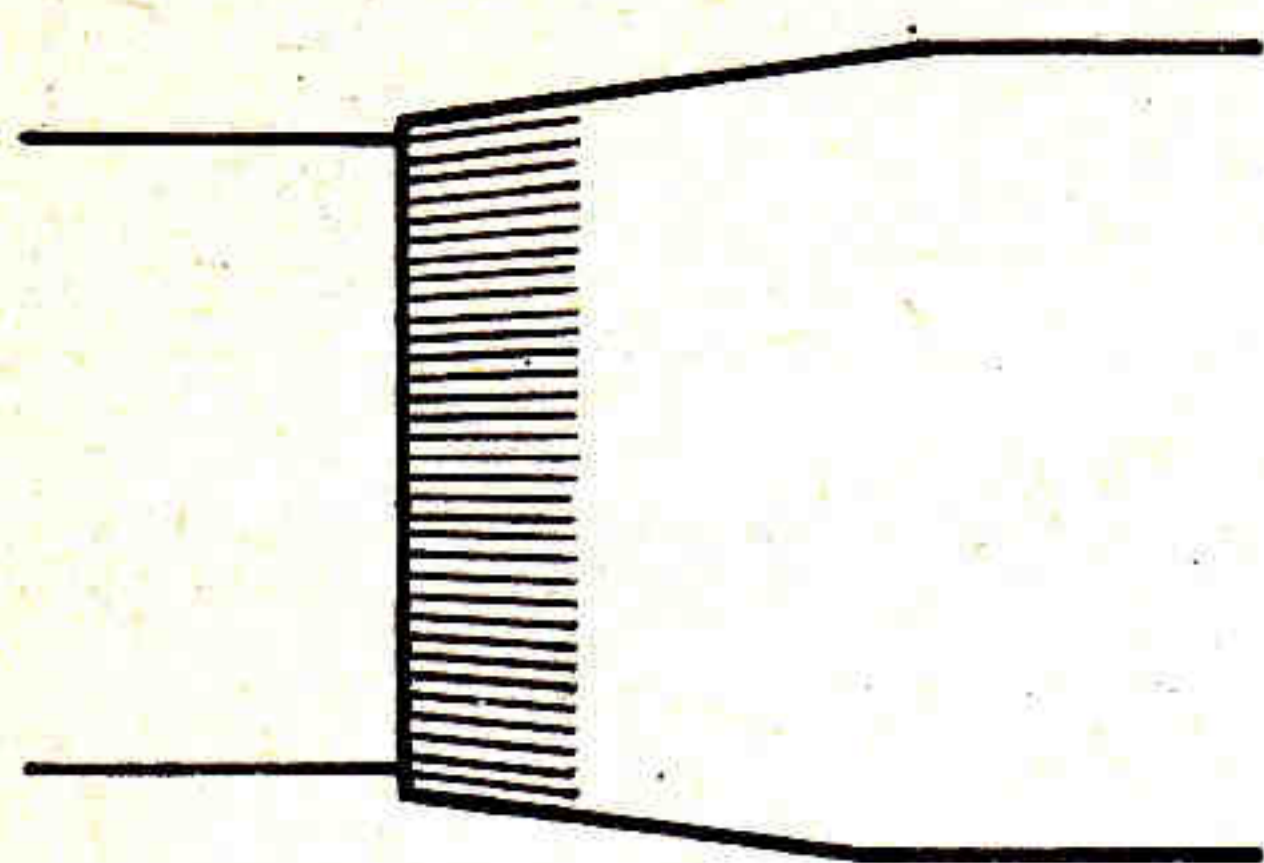


Figure 3

sur le tambour, plus longues, et relevez les nombres indiqués en face des plus grandes de ces divisions. Relevez également la ligne gravée servant de repère, en la traçant, horizontalement, dans la position exacte où elle se trouve (soit en face de l'une des divisions du tambour, soit un peu au-dessus ou un peu au-dessous de l'une de ces divisions). Placez également la division zéro de cette ligne-repère (la seule division qui paraisse, pour l'instant).

Déterminez enfin le numéro d'ordre de la division du tambour placée le plus près de la ligne-repère en comptant ce nombre de divisions à partir du zéro de cette graduation.

**Numéro de la division du tambour :** .....

2<sup>e</sup> phase : Recherche de l'épaisseur.

Enlevez la carte de bristol et serrez la vis du palmer jusqu'à ce que la vis et le butoir arrivent au contact.

Tournez alors le bouton afin d'écartier lentement la vis du butoir, tout en comptant le nombre de divisions du tambour qui défilent devant la ligne-repère; poursuivez ce mouvement jusqu'à ce que le tambour retrouve la position transcrite sur la figure 3 afin de répondre au questionnaire qui suit.

**Combien de divisions du tambour ont défilé devant le trait-repère pour obtenir la position désirée?** .....

**Par conséquent, de combien de centièmes de millimètre s'est déplacé ce tambour?** .....

**Quelle est donc l'épaisseur cherchée?** .....

## APPROXIMATION DES MESURES

### Expérience 5 : Nouvelle série de mesures.

Reprenez une série de quatre mesures de l'épaisseur de la plaque de verre, chacune de ces mesures étant effectuée, si possible, par un expérimentateur différent.

Toutefois, lors de ces mesures, on n'envisagera plus de prendre les dimensions à 1/100 de millimètre près, mais d'indiquer exactement entre quelles deux valeurs se trouve la mesure réelle. En effet, le plus souvent, la ligne-repère se trouve placée entre deux des traits que porte le tambour et la dimension réelle est située entre deux valeurs qui seront reportées ci-dessous (comme vous avez appris à le faire en classe de 6<sup>e</sup>).

Exceptionnellement, l'une des divisions du tambour peut se trouver exactement en face de la ligne-repère : la dimension correspond alors à une valeur unique, qui sera portée à droite de la lettre "e" (signifiant : épaisseur), en remplaçant le signe "plus petit que" par le signe "égale".

### Expérience 4 : Épaisseur d'une plaque de verre.

1<sup>re</sup> phase : Relevé de la mesure.

Procédez exactement comme à l'expérience 3 avec la plaque de verre remise, en complétant la figure 4 ci-contre; relevez ci-dessous le numéro d'ordre de la division du tambour qui se trouve être la plus proche de la ligne-repère.

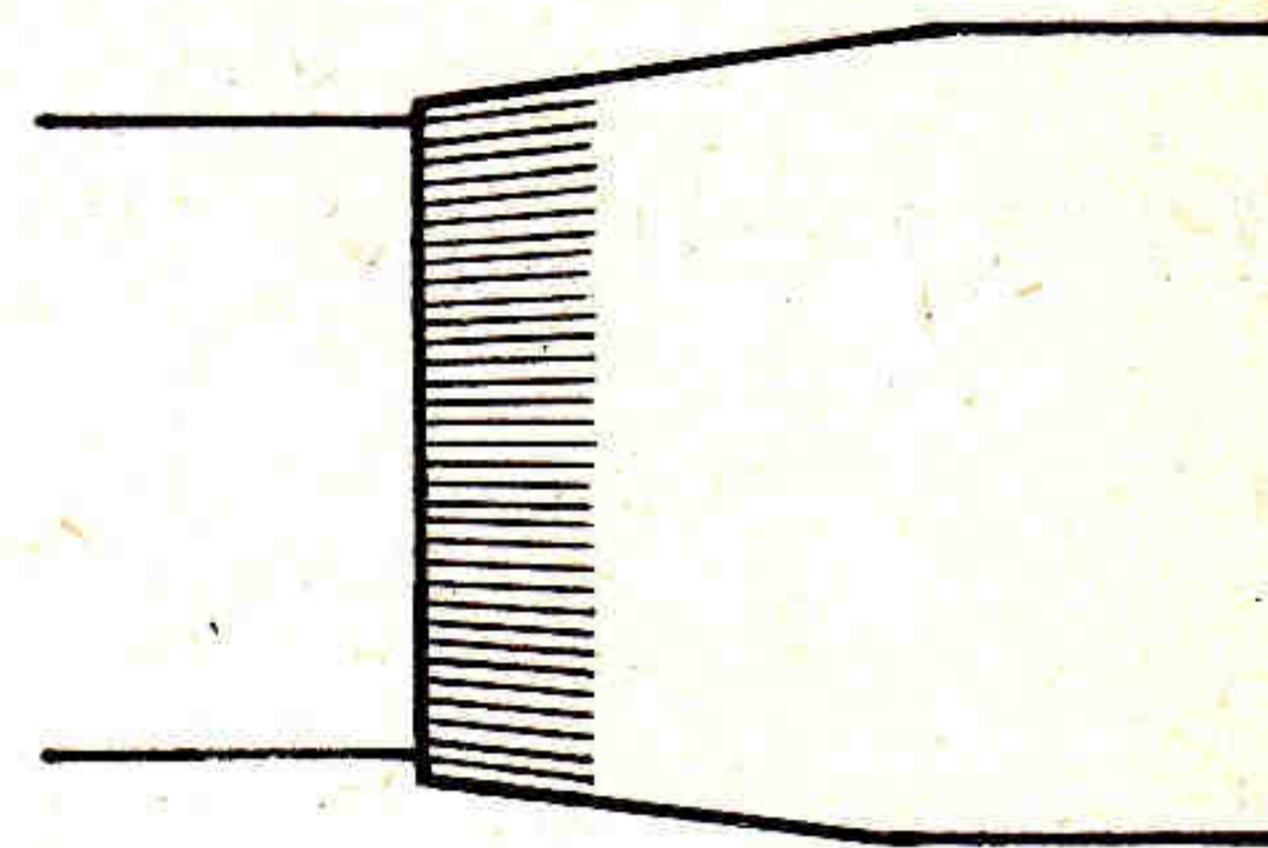


Figure 4

**Numéro de la division du tambour :** .....

2<sup>e</sup> phase : Recherche de l'épaisseur.

Comme à l'expérience précédente, enlevez la plaque de verre, serrez le palmer jusqu'au zéro, puis desserrez lentement la vis jusqu'à ce que le tambour occupe la position représentée à la figure 4, en comptant simultanément le nombre de divisions de ce tambour qui défilent devant la ligne-repère afin de donner une réponse aux questions suivantes.

**Combien de centièmes de millimètre correspondent:**

— à l'épaisseur totale de la plaque? .....

— à une division de la ligne-repère? .....

— à la fraction de division de la ligne-repère partiellement recouverte par le tambour? .....

**Par conséquent, qu'indique le numéro d'ordre de la division du tambour arrêtée en face de la ligne-repère?** .....

**Quelle est donc l'épaisseur cherchée?** .....

#### ● Comment utilise-t-on le palmer?

Pour obtenir une mesure au palmer :

1<sup>o</sup> comptez le nombre de divisions de la ligne-repère entièrement découvertes par le tambour (chacune de ces divisions correspond habituellement à 1 mm);

2<sup>o</sup> ajoutez le nombre de centièmes de millimètre indiqué par le numéro d'ordre de la division du tambour arrêtée en face de la ligne-repère.

Chaque mesure sera portée en millimètres avec deux chiffres décimaux correspondant au nombre de centièmes d'unité.

1<sup>er</sup> essai : ..... < e < .....

2<sup>e</sup> essai : ..... < e < .....

3<sup>e</sup> essai : ..... < e < .....

4<sup>e</sup> essai : ..... < e < .....

#### Exercice 1 : Utilisation des relevés.

Utilisez les valeurs relevées à l'expérience précédente pour déterminer entre quelles valeurs extrêmes doit se trouver l'épaisseur cherchée puis calculez la valeur moyenne de cette dimension en considérant cette valeur moyenne comme la demi-somme des deux valeurs extrêmes obtenues.

**Épaisseur :** ..... < e < .....

**Valeur moyenne :** e = .....





# Vitesse de rotation

**Matériel** - Réveil (ou pendulette).  
Montre; règle graduée; rapporteur.

## ÉTUDE D'UN MOUVEMENT DE ROTATION

### ● Qu'est-ce qu'une rotation?

Si un corps tourne autour d'un axe, on dit qu'il effectue une rotation, qu'il exécute un mouvement de rotation.

#### Expérience 1 : Examen d'un cadran.

Considérez le cadran du réveil ou de la pendule qui vous a été remis, afin de répondre aux questions suivantes.

En combien de grandes divisions, accompagnées d'un nombre, est partagé le cadran? .....

Quelle est donc la mesure de l'arc que forme chacune de ces grandes divisions? .....

Par conséquent, lorsque l'une des aiguilles parcourt une grande division, quelle est la valeur de l'angle qu'elle balaie? .....

Combien y a-t-il, d'autre part, autour de ce cadran, de petites divisions destinées à marquer un temps de 1 minute? .....

Que vaut, par conséquent, l'arc formé par l'une de ces petites divisions? .....

Quelle est donc la valeur de l'angle parcouru par une aiguille lorsqu'elle va de l'une des petites divisions à la division suivante? .....

## VITESSE LINÉAIRE ET VITESSE ANGULAIRE

### Expérience 2 : Déplacement de l'extrémité d'une aiguille.

1<sup>re</sup> phase : Cas d'un réveil.

Au moyen de la règle graduée, mesurez la longueur de la grande aiguille du réveil. avec le plus de précision possible, à 1 mm près (voir la remarque A de la fiche préliminaire) : cette longueur est à mesurer depuis la pointe de l'aiguille jusqu'au centre de l'axe de rotation de cette aiguille.

Déduisez-en le chemin parcouru par l'extrémité de cette aiguille lorsqu'elle accomplit un tour complet du cadran (le chemin parcouru est le périmètre du cercle qu'elle décrit: prenez  $\pi = 3,14$ ).

Longueur de l'aiguille : .....

Parcours : .....

2<sup>e</sup> phase : Cas d'une montre.

Procédez de même avec la grande aiguille d'une montre-

bracelet : mesurez, à 1 mm près, la longueur de cette aiguille, depuis le centre de l'axe de rotation jusqu'à l'extrémité de l'aiguille, puis calculez le chemin parcouru par l'extrémité de l'aiguille lorsque celle-ci accomplit un tour complet de cadran.

Longueur de l'aiguille : .....

Parcours : .....

D'après les résultats des calculs effectués ci-dessus, les parcours effectués par l'extrémité de la grande aiguille d'un réveil et par celle d'une montre sont-ils identiques? .....

Pourtant, les deux aiguilles se déplacent à la même vitesse. Pourquoi? .....

### Grande aiguille d'un réveil

### Grande aiguille d'une montre

	Angle parcouru	Parcours de la pointe	Vitesse angulaire	Vitesse linéaire			Angle parcouru	Parcours de la pointe	Vitesse angulaire	Vitesse linéaire
1 mn	.....	.....	.....	.....	1 mn	.....	.....	.....	.....	.....
30 mn	.....	.....	.....	.....	30 mn	.....	.....	.....	.....	.....
1 h	.....	.....	.....	.....	1 h	.....	.....	.....	.....	.....
2 h	.....	.....	.....	.....	2 h	.....	.....	.....	.....	.....

### Exercice 1 : Calcul des parcours effectués.

Remplissez les deux premières cases du tableau double ci-dessus en calculant :

— l'angle parcouru par la grande aiguille, soit du réveil, soit de la montre, dans le temps précisé dans la colonne de gauche;

— la distance parcourue par la pointe de chacune de ces deux grandes aiguilles pendant le même temps.

Chacun de ces calculs exige une règle de trois établie à partir du parcours effectué pendant une heure, parcours dont la valeur a été évaluée plus haut; ces distances seront arrondies à 1/100 de mm près (voir la remarque B de la fiche préliminaire). Ce tableau rempli, répondez au questionnaire qui suit.

D'après les valeurs transcrites sur le tableau ci-dessus, lorsqu'il s'écoule un même laps de temps, — l'angle parcouru par les deux aiguilles est-il le même? .....

— le parcours effectué par la pointe des deux aiguilles est-il le même? .....

- Pour évaluer la vitesse de rotation, on considère :  
— soit l'angle balayé par le corps : vitesse angulaire;  
— soit la distance parcourue par un point de ce corps : vitesse linéaire d'un point.

### Exercice 2 : Calcul des vitesses de rotation.

A partir des valeurs relevées sur le tableau ci-dessus, en page 1, calculez (puis portez les réponses dans les colonnes correspondantes de ce tableau) :

— la vitesse angulaire à la minute, soit le nombre d'unités

d'angle parcourues par minute, de chacune des deux grandes aiguilles;

— la vitesse linéaire à la minute, à 1/100 de millimètre près (voir la remarque B de la fiche préliminaire), des pointes de ces deux aiguilles.

Répondez ensuite aux questions suivantes.

Les vitesses angulaires des deux aiguilles sont-elles égales? .....

Les vitesses linéaires des pointes des deux aiguilles sont-elles identiques? .....

- Seule l'évaluation des arcs, ou des angles, parcourus par un corps en mouvement de rotation, peut donner une idée exacte de sa vitesse.

La vitesse angulaire de rotation s'exprime, dans l'industrie, en tours ou fractions de tours, soit par minute, soit par seconde (abréviation : tr/mn ou tr/s).

## VITESSE UNIFORME DE ROTATION

Rappelez, d'après ce que vous avez étudié précédemment, ce qu'est une vitesse uniforme? .....

En consultant le tableau établi plus haut, que remarquez-vous au sujet de la vitesse linéaire de chacune des pointes des deux aiguilles, quelle que soit la durée de l'observation? .....

Par conséquent, la vitesse de ces aiguilles est-elle uniforme ou non? .....

Autre exemple : la vitesse de rotation d'un disque placé sur le plateau d'un électrophone est-elle uniforme ou variable? .....

### Exercice 3 : Vitesse de rotation d'un disque.

Sur chaque disque du commerce est portée l'une des mentions suivantes : 33 tours 1/3; 45 tours, 78 tours (il s'agit du nombre de tours que doit effectuer le disque par minute, pour reproduire convenablement les sons enregistrés).

## VITESSE MOYENNE DE ROTATION

### Exercice 4 : Vitesse d'une roue.

Une automobile se déplace à une vitesse moyenne de 72 km à l'heure; le diamètre extérieur de ses pneus est estimé à 68 cm.

Évaluez le nombre moyen de tours de roues (vitesse angulaire moyenne) qu'elle fait à la seconde (valeur à 1/10 de tour près : voir remarque B de la fiche préliminaire). Dans ce but, calculez tout d'abord le nombre de mètres parcourus à la seconde par le mobile, puis la distance correspondant à 1 tour de roue (périmètre du cercle décrit par un point du pourtour de cette roue :  $\pi=3,14$ ).

1<sup>re</sup> partie : Vitesses angulaires.

De ce qui est dit ci-dessus, déduisez la vitesse angulaire en tours par seconde à 1/100 de tour près (voir remarque B de la fiche préliminaire), de chaque disque considéré :

Disque 33 tours : .....

Disque 45 tours : .....

Disque 78 tours : .....

2<sup>e</sup> partie : Vitesses linéaires.

En considérant un point du bord extérieur de l'un des disques, évaluez d'autre part la vitesse linéaire à la seconde d'un point du pourtour du disque, lorsqu'il s'agit, d'une part d'un disque 33 tours de 30 cm de diamètre, d'autre part d'un disque 45 tours de 17 cm de diamètre (prenez  $\pi=3,14$ ).

Disque 33 tours de 30 cm de diamètre :

Périmètre : .....

Vitesse linéaire : .....

Disque 45 tours de 17 cm de diamètre :

Périmètre : .....

Vitesse linéaire : .....

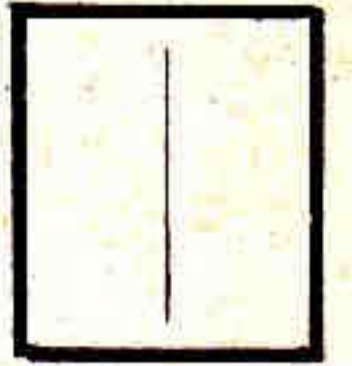
Tenez alors le raisonnement suivant : autant de fois le parcours correspondant à 1 tour de roue est contenu dans la distance à parcourir par seconde, autant de fois il y a 1 tour de roue. Effectuez alors la règle de trois établie.

Parcours par seconde : .....

Parcours pour 1 tour : .....

Vitesse angulaire : .....

- Lorsqu'un mouvement de rotation est variable, on évalue sa vitesse moyenne, vitesse angulaire ou vitesse linéaire.



## Étude d'une rotation

**Matériel** - Matériel Meccano : plateau A et plateau B; boîte de poids marqués; mètre; pied à coulisse; fil; chronomètre.

### Travaux préparatoires

Il s'agit de préparer les montages décrits par les figures 1 et 2; ces tâches seront réparties entre les élèves du groupe.

Le support est formé par deux cornières de 25 trous (n° 8) boulonnées verticalement sur une plaque (n° 52) et maintenues par deux bandes de 11 trous (n° 2).

Le volant lesté, monté sur une manivelle (n° 19g), comprend :

— une poulie de 75 mm de diamètre (n° 19b) lestée de quatre pignons de 19 dents (n° 26a). Chaque pignon est fixé sur une vis de 12 mm (n° 111a) servant d'axe : placez le moyeu du côté de la roue et serrez bien le pignon contre la plaque avant de l'immobiliser au moyen de la vis de fixation;

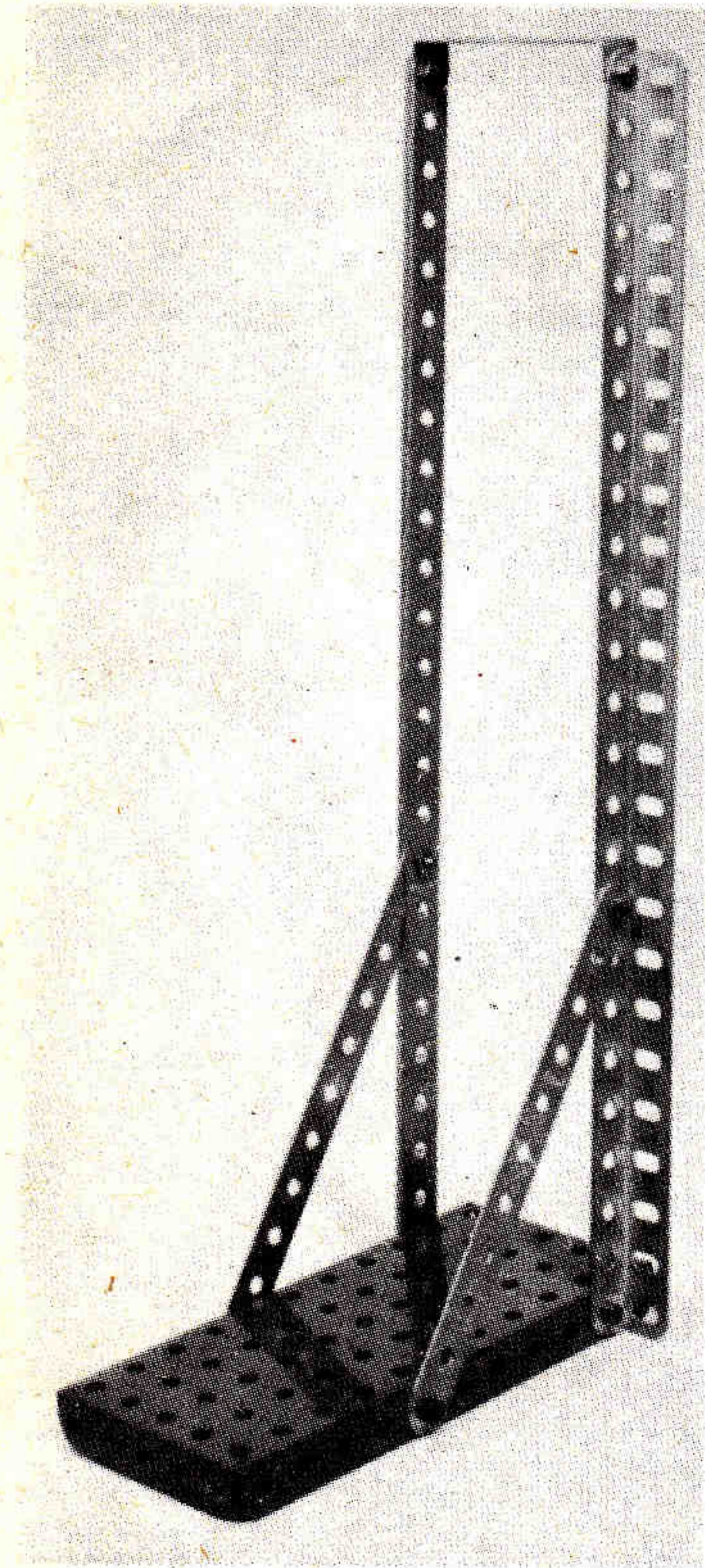


Figure 1. — Support.

— une roue à boudin (n° 20b) dont la partie cylindrique est destinée à enrouler le fil de suspension;

— une poulie de 25 mm de diamètre (n° 22) parfaitement serrée contre la roue à boudin : cette poulie doit empêcher le fil de glisser hors de la partie cylindrique de la roue à boudin.

### Expérience 1 : Préparation de la machine.

1<sup>re</sup> phase : Pose de la tringle.

Posez le poids marqué de 500 g à l'extrémité libre de la plaque (n° 52), afin que le support ne puisse basculer en avant. Placez le volant (figure 2), horizontalement, la tringle étant glissée dans deux trous de la partie supérieure du support, le plus haut possible : pour introduire cette manivelle, desserrez provisoirement les vis de fixation des différentes roues et faites-les glisser.

Avant de fixer à nouveau les diverses roues sur la manivelle, immobilisez cette dernière en mettant à son extrémité ne portant pas la poignée, de part et d'autre de la bande perforée, des bagues d'arrêt (n° 59).

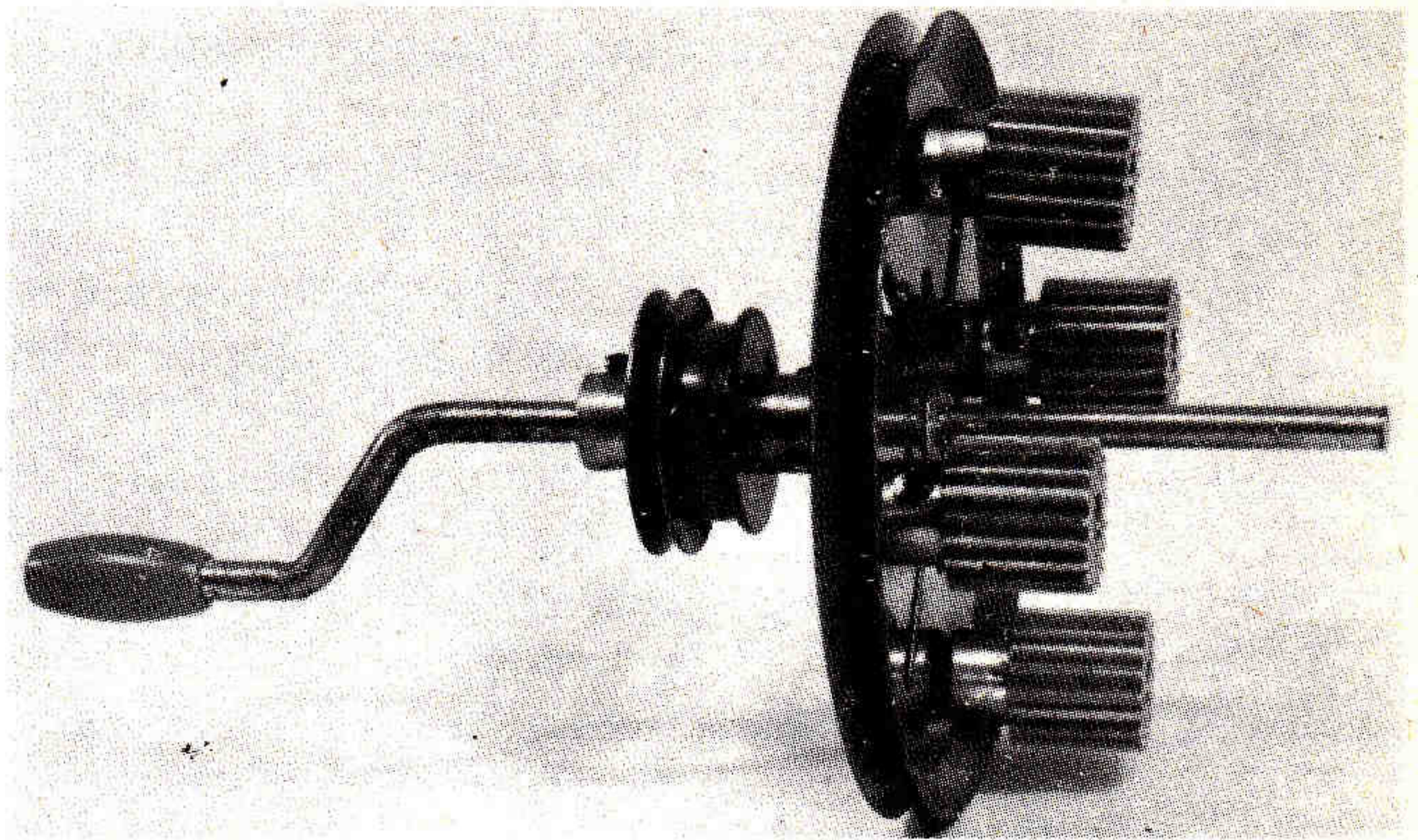


Figure 2. — Volant lesté.

Serrez alors les vis de fixation de chacune des trois roues, en veillant à ce que les pignons de 19 dents fixés sur la grande poulie ne heurtent pas la cornière lorsque cette poulie tourne.

2<sup>e</sup> phase : Mise en place de l'appareil.

Approchez l'appareil du bord de la table et mesurez, à l'aide du mètre rigide, la distance verticale depuis la tringle servant d'axe de suspension aux roues, jusqu'au sol de la classe; il est indispensable que cette distance soit légèrement supérieure à 80 centimètres; s'il n'en est pas ainsi, ajoutez deux bandes de 11 trous (n° 2) aux bras du support pour les allonger jusqu'à obtenir la distance prévue.

3<sup>e</sup> phase : Mesure du diamètre du cylindre.

Au moyen du pied à coulisse, placé perpendiculairement à l'axe, évaluez, à 1/10 de millimètre près, le diamètre de la partie cylindrique de la roue à boudin. Relevez cette dimension, en millimètres, avec un chiffre décimal.

**Diamètre de la partie cylindrique :** .....

4<sup>e</sup> phase : Mise en place du fil.

Prenez un morceau de fil fort de 2 m de longueur. Nouez-en l'une des extrémités, en serrant bien, sur la partie cylindrique de la roue à boudin (n° 20b), puis manœuvrez la manivelle pour enrouler ce fil sur cette roue, dans le sens de rotation des aiguilles d'une montre, jusqu'à ce que l'extrémité libre de ce fil atteigne le niveau de la table de travail.

Fixez alors par son bouton, à l'extrémité libre du fil enroulé, un poids marqué de 10 g qui, pour l'instant, repose sur la table.

# RÉALISATION D'UNE CHUTE FREINÉE

## Expérience 2 : Chute de 80 centimètres.

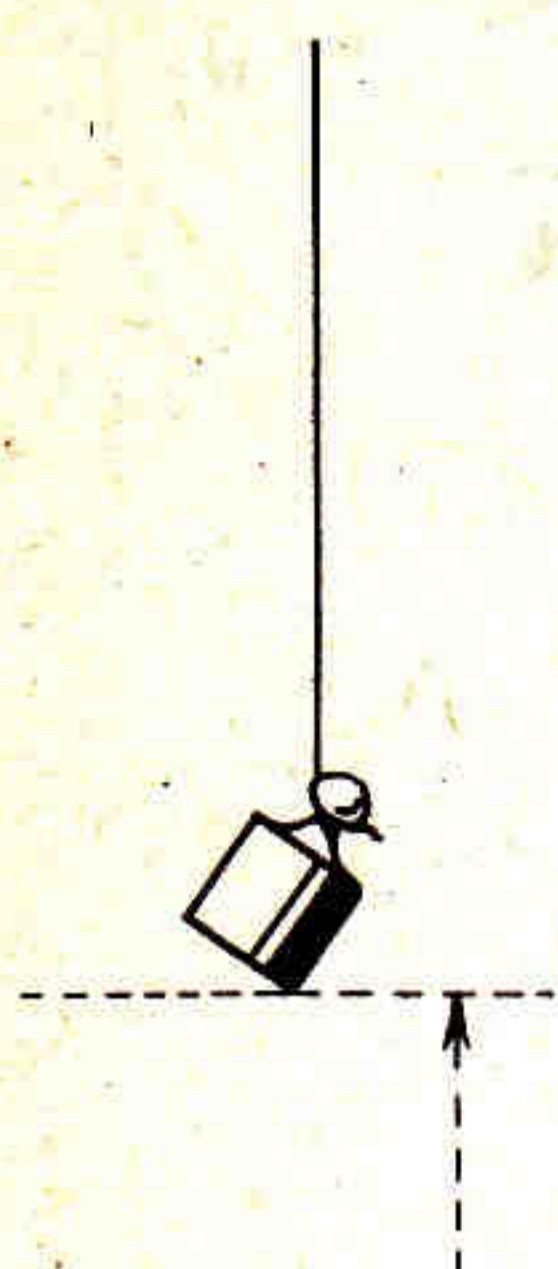


Figure 3. — La mesure de la distance est prise à partir de la base du poids. Si ce poids est suspendu obliquement, on tient compte du point le plus proche du sol. Coloriez en jaune le poids suspendu.

1<sup>re</sup> phase : Premier essai.  
 Continuez à enrouler le fil sur la roue à boudin, jusqu'à ce que la partie inférieure du poids se trouve exactement à 80 cm du sol de la classe (voir figure 3) : cette distance est mesurée au moyen du mètre rigide, placé verticalement, en tenant compte, s'il y a lieu, du fait que le zéro de la graduation de cet instrument est situé à quelques millimètres du sol.

Conservez le système dans cette position en le maintenant au moyen de la poignée de la manivelle.

Préparez d'autre part le chronomètre, le doigt étant placé sur le bouton de déclenchement de l'appareil, prêt à agir.

Lâchez alors la manivelle, en la mettant immédiatement en mouvement d'une légère poussée si elle ne part pas d'elle-même.

Déclenchez le chronomètre dès le début de la chute, puis arrêtez-le dès que la base du poids atteint le sol (freinez aussi, immédiatement, le volant qui a tendance à continuer de tourner).

Relevez le temps indiqué sur la ligne réservée plus loin à cet effet (ce temps sera porté en secondes, le nombre de dixièmes donnant un chiffre décimal que l'on placera après une virgule).

Chaque élève membre du groupe répète alors la même opération, après avoir replacé la base du poids à 80 cm du sol (voir figure 3). Les résultats successivement obtenus sont portés également ci-dessous. Répondez ensuite aux deux questions qui suivent.

### Temps d'une chute de 80 centimètres :

1<sup>er</sup> essai : ..... 2<sup>e</sup> essai : .....

3<sup>e</sup> essai : ..... 4<sup>e</sup> essai : .....

**Au cours de cette chute, la vitesse de déplacement du poids suspendu, se dirigeant vers le sol, est-elle constante?** .....

**Comment cette vitesse semble-t-elle varier au cours de la chute (augmente-t-elle ou diminue-t-elle)?** .....

## Expérience 3 : Chute de 40 centimètres.

Le poids étant suspendu comme précédemment (voir figure 3), mais à 40 cm du sol (distance mesurée à l'aide du mètre rigide en tenant compte de la position du zéro de la graduation de cet instrument de mesure), refaites le même nombre d'essais successifs, réalisés par des expérimentateurs différents, et reportez les temps de chute ci-dessous.

### Temps pour une chute de 40 centimètres :

1<sup>er</sup> essai : ..... 2<sup>e</sup> essai : .....

3<sup>e</sup> essai : ..... 4<sup>e</sup> essai : .....

## Exercice 1 : Utilisation des résultats.

1<sup>re</sup> partie : Calcul des temps moyens.

Recherchez, en arrondissant à 1/10 de seconde près (voir la remarque B de la fiche préliminaire), la valeur moyenne de chacun des deux temps de chute.

### Temps moyen de chute du poids suspendu :

— pour 80 cm : ..... — pour 40 cm : .....

2<sup>e</sup> partie : Vitesse moyenne de chute.

En tenant compte de la distance parcourue et de la valeur moyenne du temps de chute calculée, évaluez la vitesse moyenne de chute en cm/s, pour chacun des deux parcours effectués. Cette vitesse sera arrondie à 1 millimètre près, soit à 1/10 de centimètre (voir la remarque B de la fiche préliminaire).

### Vitesse moyenne de chute du poids suspendu :

— pour 80 cm : .....

— pour 40 cm : .....

## Exercice 2 : Vitesse entre 40 et 80 cm de chute.

1<sup>re</sup> partie : Calcul du temps.

Calculez la différence entre les deux temps moyens de chute obtenus (concernant la chute de 80 centimètres et la chute de 40 centimètres). Vous obtiendrez ainsi le temps mis par le poids marqué pour parcourir, lors de la première série de relevés, la seconde moitié de la distance de chute (voir figure 4).

### Temps moyen de parcours entre 40 et 80 cm de chute :

2<sup>e</sup> partie : Calcul de la vitesse.

Évaluez la vitesse de chute correspondante en cm/s, en divisant la distance parcourue (soit 40 cm, entre 40 et 80 cm de chute) par le temps moyen calculé.

Vitesse moyenne : .....

**Comparez la vitesse moyenne obtenue (pour une chute de 40 cm après 40 autres centimètres de parcours) avec celle correspondant à une chute de 40 cm avec départ arrêté. Quelle différence constatez-vous?** .....

**Pourquoi en est-il ainsi?** .....

● La vitesse de chute d'un corps est un mouvement uniformément accéléré : elle augmente régulièrement au fur et à mesure que la chute se poursuit.

■ Démontez les montages préparés et remettez le matériel en place.

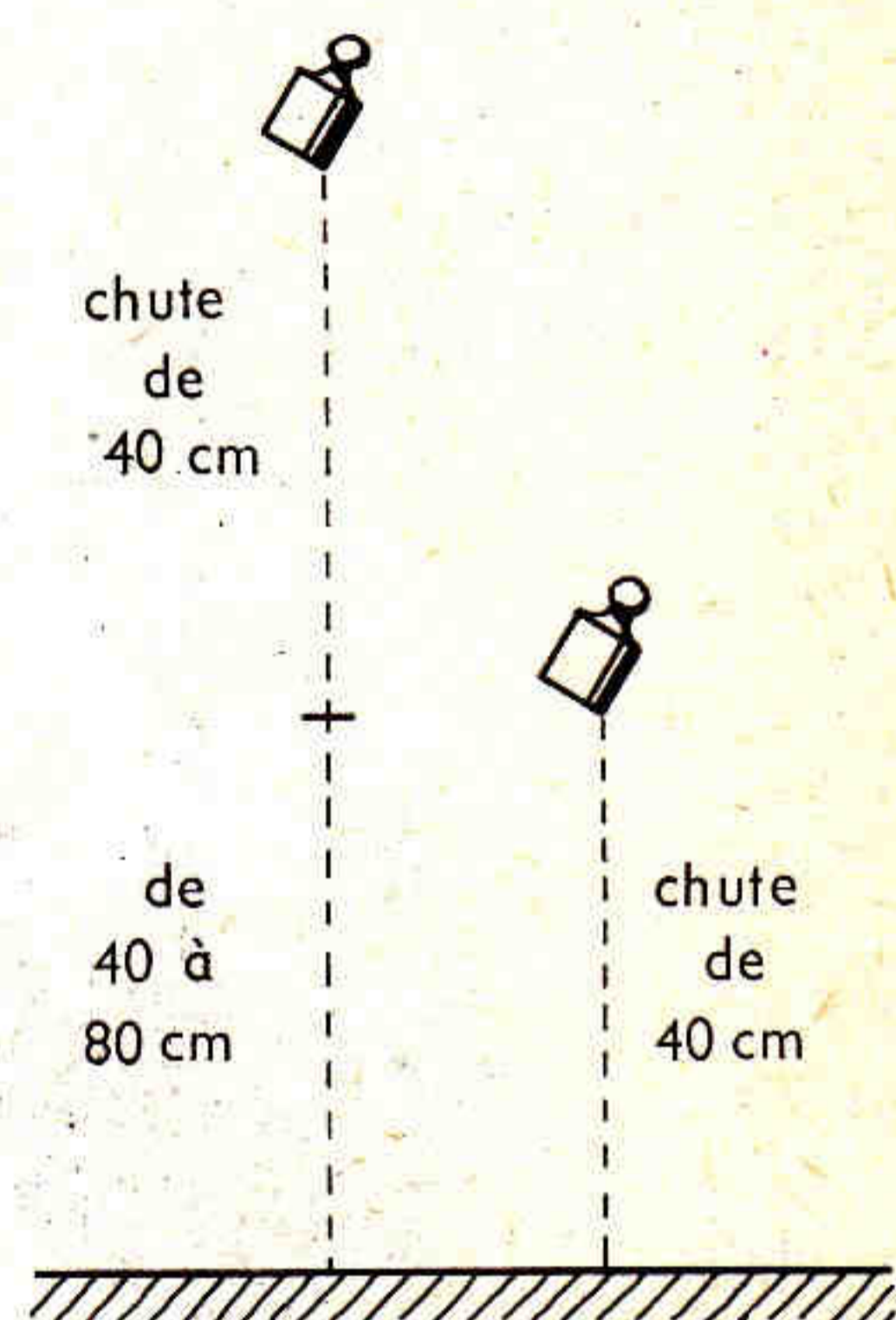


Figure 4. — Lors de la chute de 80 cm, la première partie du parcours correspond, du point de vue de la distance parcourue et du temps de parcours, à une chute de 40 cm. Coloriez en jaune les poids suspendus.



# Transmission par friction, par courroie et par chaîne

**Matériel** - Matériel Meccano : plateau A et plateau B ;  
courroie de 260 mm ; morceau de craie.  
Crayons de couleur.

## Travail préparatoire

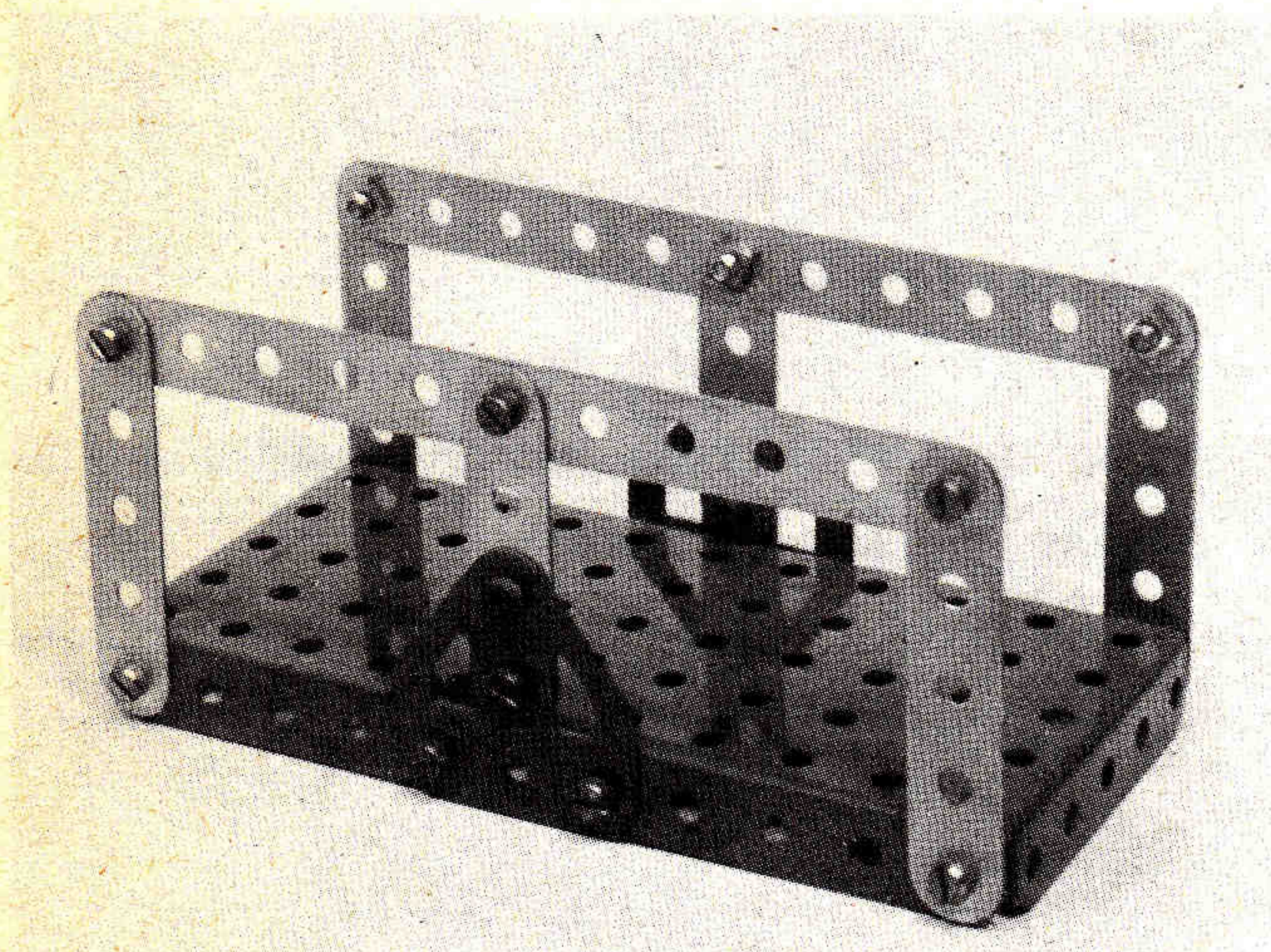


Figure 1. — Support à monter.

Exécutez le montage décrit par la figure ci-dessus.

## TRANSMISSION PAR FRICTION

### Expérience 1 : Cas de deux roues.

#### 1<sup>re</sup> phase : Montage.

Sur le support préparé, placez, parallèlement, une manivelle (n° 19g) — à gauche — et une tringle (n° 15b) — à droite — de manière qu'elles soient séparées par un intervalle de 2 trous libres. Utilisez-les comme axes pour :

- une poulie de 25 mm de diamètre (n° 22) munie d'un anneau de caoutchouc (n° 155) : cette poulie fonctionnant comme roue menante et étant placée sur la manivelle ;
- une roue à boudin de 19 mm de diamètre (20b), placée sur la tringle et servant de roue menée.

La partie extérieure de l'anneau de caoutchouc de la roue menante et le boudin de la roue menée étant mis en contact, calez les deux arbres en bonne position au moyen de clavettes (n° 35) fixées extérieurement aux bandes de 11 trous (n° 2).

#### 2<sup>e</sup> phase : Expérimentation.

Au moyen de la manivelle faites tourner la roue menante dans les deux sens de rotation et indiquez ci-contre, à l'aide de flèches, les sens respectifs de déplacement des deux roues en friction, en employant des flèches rouges

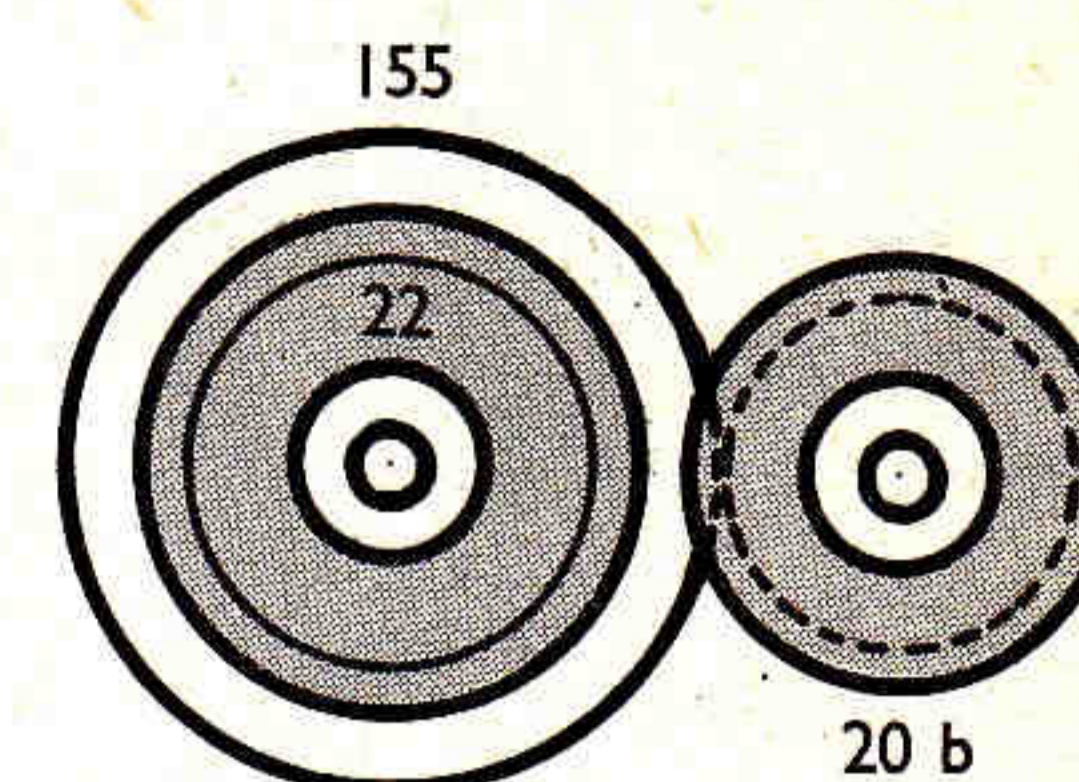


Figure 2. — Position des deux roues de friction.

pour indiquer les sens de rotation lorsque la roue menante tourne comme le font les aiguilles d'une montre, et des flèches bleues pour indiquer les sens de rotation respectifs des deux roues dans l'autre cas.

### Expérience 2 : Cas de trois roues.

#### 1<sup>re</sup> phase : Montage .

A l'aide d'une autre tringle de 10 cm, disposez une seconde poulie de 25 mm de diamètre (n° 22), munie d'un anneau de caoutchouc, à la suite des deux précédentes, au contact de la roue à boudin (voir figure 3) : déplacez au besoin la première tringle et la manivelle, si vous êtes gênés par la bande de 4 trous fixée au centre du support.

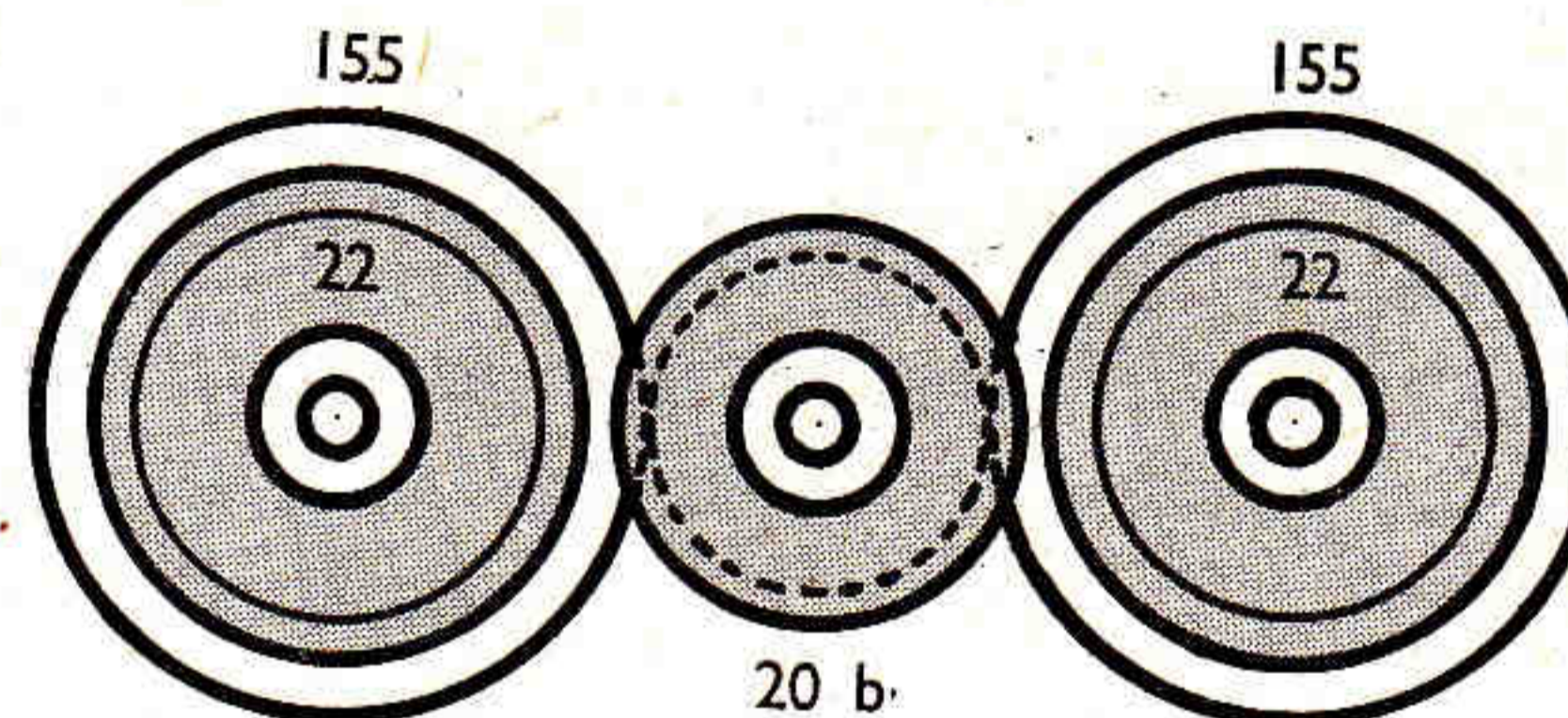


Figure 3. — Position des trois roues de friction.

#### 2<sup>e</sup> phase : Expérimentation.

Indiquez ci-dessus les sens de déplacement respectifs de chacune des trois roues, en employant comme précédemment les flèches rouges lorsque la roue menante se déplace dans le sens de rotation des aiguilles d'une montre, et des flèches bleues dans l'autre cas.

**D'après les observations effectuées, dans un système de trois roues en friction, quel est le sens de rotation, par rapport à celui de la roue menante,**

— de la troisième roue? .....

— de la roue intermédiaire? .....

## TRANSMISSION PAR COURROIE

### Expérience 3 : Cas d'une courroie droite.

Placez sur la manivelle, comme roue menante, une poulie à moyeu de 75 mm de diamètre (n° 19b) et, sur une tringle, comme roue menée, une poulie à moyeu de 25 mm de

diamètre (n° 22), en plaçant les deux arbres parallèlement sur les bandes de 11 trous du support, de manière que cinq trous libres les séparent. Reliez-les à l'aide d'une courroie de caoutchouc de 260 mm, de manière que cette courroie soit tendue (voir figure 4, en page 2).

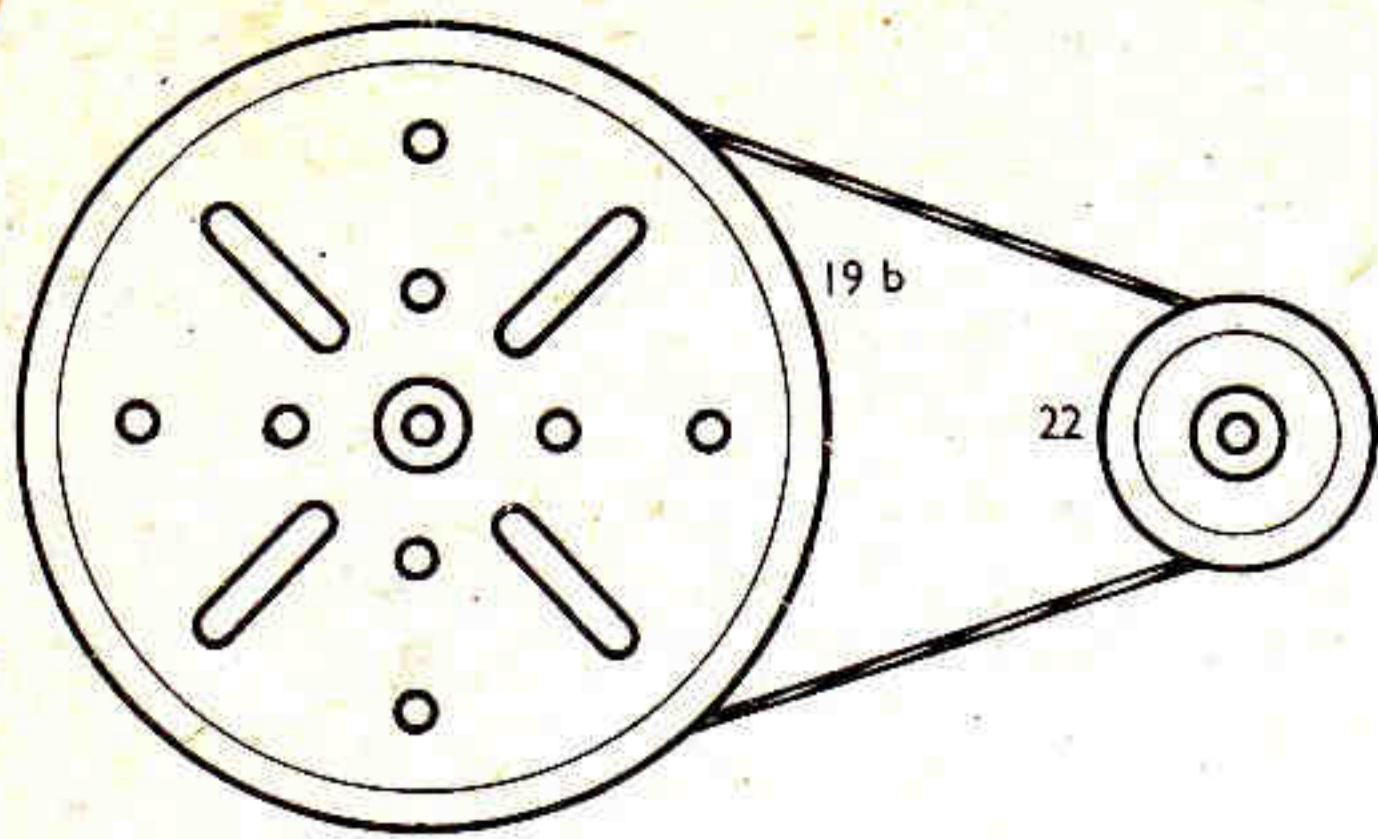


Figure 4. — Roues reliées par une courroie droite.

comme précédemment, le crayon rouge aux flèches indiquant les sens respectifs de rotation lorsque la roue menante tourne comme les aiguilles d'une montre, et en employant le crayon bleu dans l'autre cas.

#### Expérience 4 : Cas d'une courroie croisée.

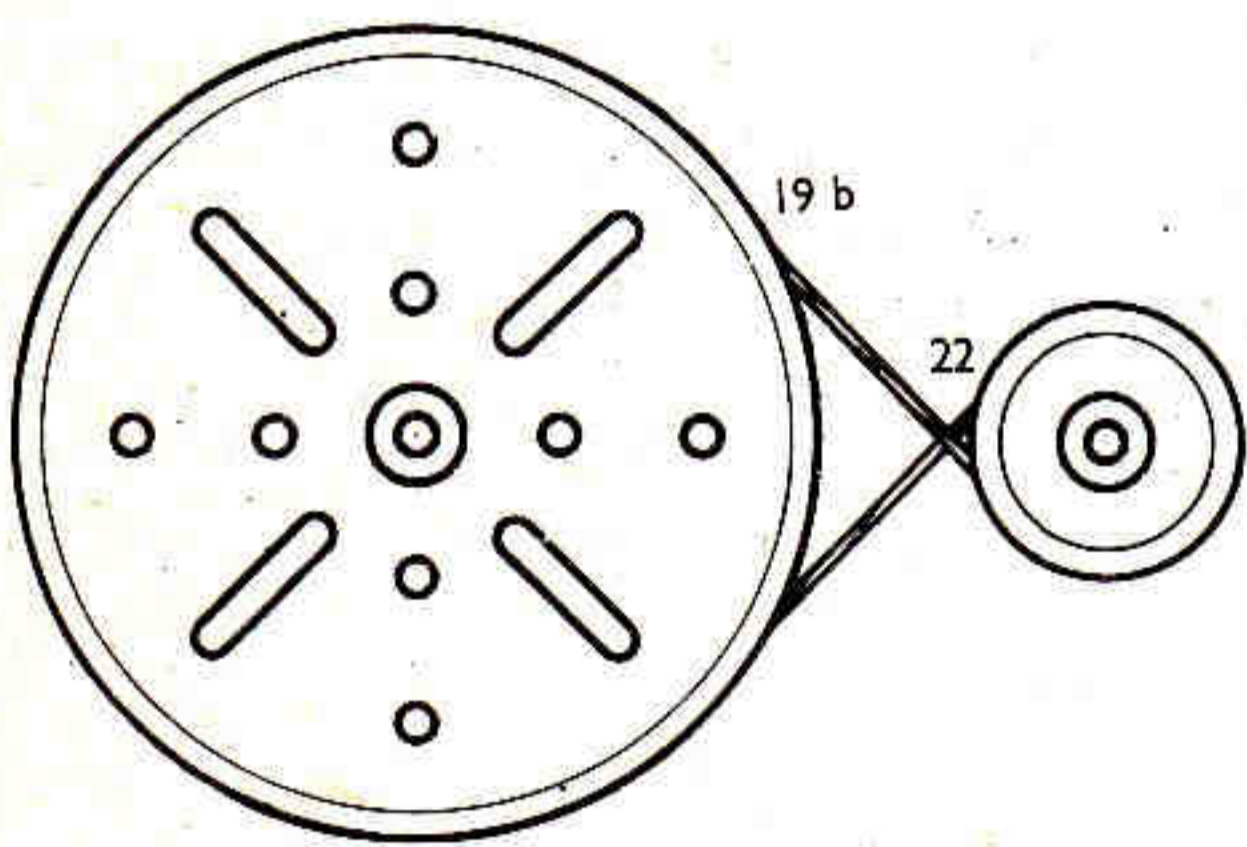


Figure 5. — Roues reliées par une courroie croisée.

Placez maintenant la courroie de manière qu'elle soit croisée (voir figure 5), après avoir rapproché les deux arbres d'un trou (l'écart étant ramené à quatre trous libres).

Comme précédemment, indiquez, à l'aide de flèches rouges et de flèches bleues, les sens de rotation respectifs des roues reliées par la courroie.

### TRANSMISSION PAR CHAÎNE

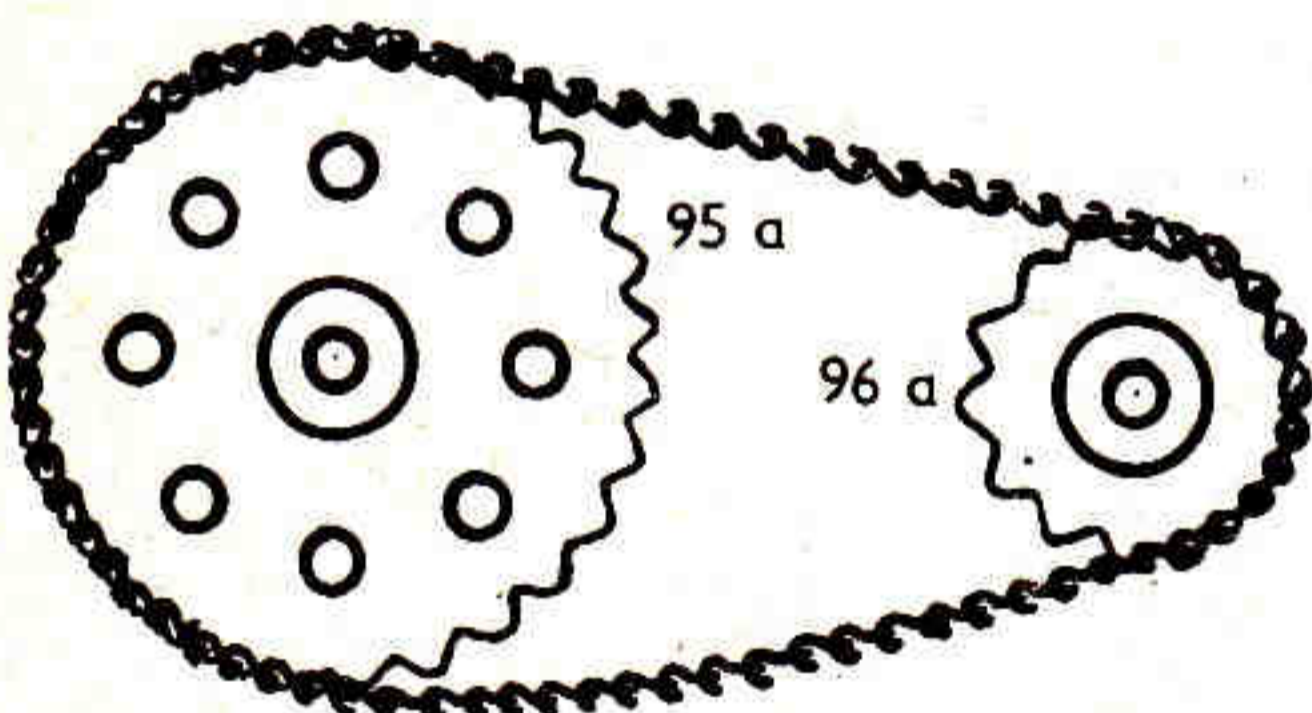


Figure 7. — Roues reliées par une chaîne.

laissant entre elles trois trous libres.

Reliez ces deux roues par une petite chaîne de 45 maillons puis calez au moyen de clavettes la manivelle et la tringle.

Manœuvrez ces roues et notez ci-dessus, par des flèches de deux couleurs, leurs sens respectifs de rotation.

#### Expérience 6 : Transmission par chaîne.

Disposez sur la manivelle la roue de chaîne de 28 dents (n° 95a) et sur une tringle de 10 cm la roue de chaîne de 14 dents (n° 96a) en

### DÉMULTIPLICATION ET MULTIPLICATION

#### ● Qu'est-ce qu'une démultiplication?

On dit qu'il y a démultiplication du mouvement si la roue menée tourne plus lentement que la roue menante; dans le cas contraire, il y a multiplication.

#### Exercice 1 : Multiplication et démultiplication.

En ne considérant que les roues utilisées pour les expériences du présent travail, précisez celles qui permettent de réaliser:

#### Expérience 5 : Étude du nombre de tours.

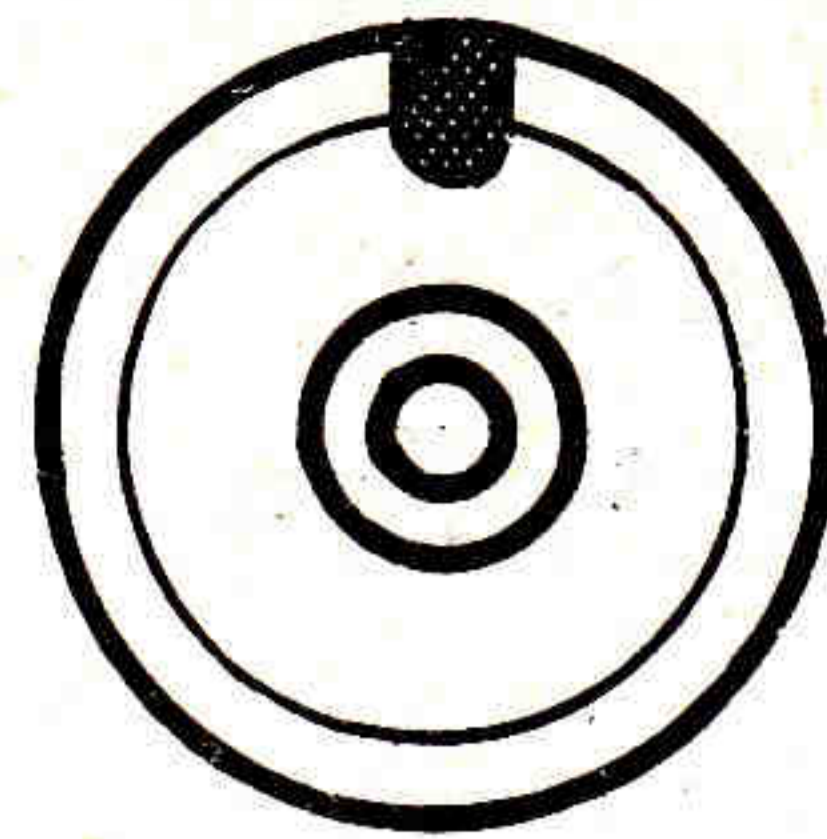


Figure 6. — Le trait de repère à tracer à la craie est placé à la partie supérieure de chaque roue, à la verticale de l'axe de cette roue. Repassez, sur la figure, ce trait de repère en jaune.

Remettez la courroie en position droite (voir figure 4) et faites, à la craie, un petit trait vertical à la partie supérieure de chacune des deux roues (voir figure 6); cette marque sert de trait de repère.

Faites exécuter lentement un tour complet à la roue menante (poulie de 75 mm de diamètre) et prenez note du nombre de tours que fait simultanément la roue menée (poulie de 25 mm de diamètre), en vous repérant au moyen du trait tracé à la craie sur chaque roue.

Combien de fois le diamètre de la roue menante est-il plus grand que celui de la roue menée? .....

Combien de fois la roue menante va-t-elle plus lentement que la roue menée? .....

Quel rapport y a-t-il donc entre le diamètre des roues et leurs vitesses respectives de rotation? .....

#### Expérience 7 : Étude du nombre de tours.

Faites, sur la dent de chacune des deux roues de chaîne qui se trouve à la partie supérieure, un petit trait vertical à la craie servant de repère (voir figure 6).

Faites tourner lentement la roue menante, en comptant le nombre de tours qu'elle doit effectuer pour obtenir un tour complet de la roue menée (repérez-vous au moyen des traits tracés à la craie). En comparant, à leur nombre de dents, le nombre des tours effectués respectivement par les deux roues, répondez à la question suivante.

Pourquoi la petite roue tourne-t-elle plus vite que l'autre? .....

	menante	menée
Multiplication par 2 :	.....	.....
Multiplication par 3 :	.....	.....
Démultiplication par 2 :	.....	.....
Démultiplication par 3 :	.....	.....

■ Démontez le support et rangez le matériel.



# Transmission par engrenages

**Matériel** - Matériel Meccano : plateau A et plateau B ;  
morceau de craie.  
Crayons de couleur.

## Travail préparatoire

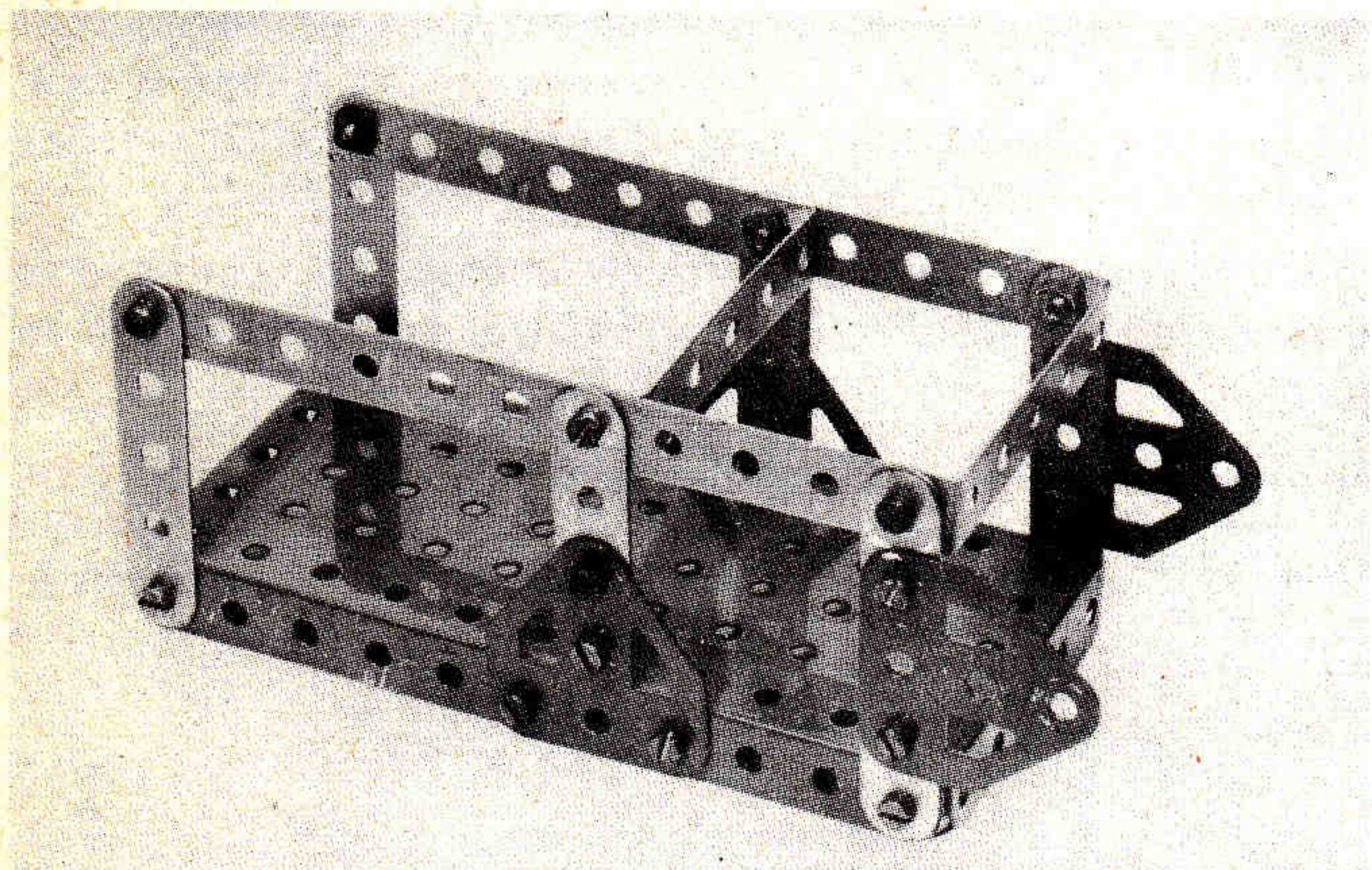


Figure 1. — Support à monter.

Construisez le support décrit par la figure ci-dessus.

## TRANSMISSION AVEC ARBRES PARALLÈLES

### Expérience 1 : Cas de deux engrenages.

Utilisez la partie gauche du support (voir figure 1).

Employez comme roue menante, fixée sur la manivelle (n° 19g) placée à l'extrême-gauche du support, une roue dentée de 95 dents (n° 27c), et comme roue menée un pignon de 19 dents (n° 26a) placé sur une tringle de 10 cm (n° 15b), en réglant les distances pour que les dents des deux roues s'engrènent l'une dans l'autre.

Calez manivelle et tringle en bonne position, au moyen de clavettes (n° 35).

A l'aide de la manivelle, faites tourner, successivement dans les deux sens, la roue menante (roue de 95 dents) et observez le sens de rotation correspondant du pignon mené.

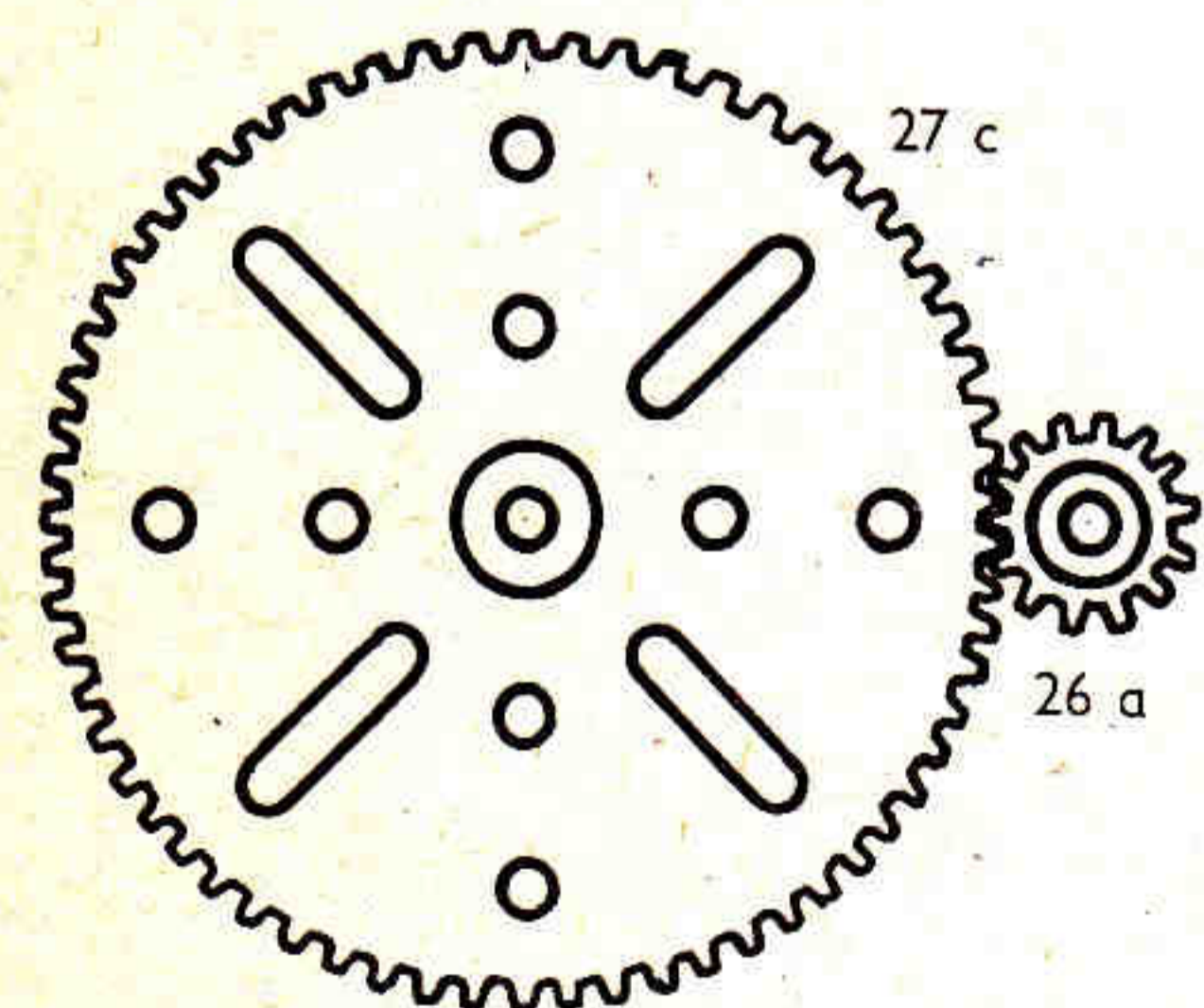


Figure 2. — Position des deux engrenages

Indiquez sur la figure 2 le sens de rotation des engrenages l'un par rapport à l'autre, au moyen de flèches de couleur. Tracez en rouge deux flèches indiquant les sens respectifs de rotation des deux roues lorsque la roue menante tourne comme le font les aiguilles d'une montre; tracez des flèches bleues indiquant le sens de rotation des roues dans l'autre cas.

### Expérience 2 : Cas de trois engrenages.

Ajoutez un second pignon de 19 dents placé sur un arbre parallèle aux deux précédents, arbre constitué par une seconde tringle de 10 cm (n° 15b). Faites en sorte que les

dents de ce second pignon s'engrènent avec celles du premier (voir figure 3). Actionnez de nouveau la roue menante dans les deux sens de rotation et notez sur la figure 3 le résultat de vos observations, en employant des flèches rouges et des flèches bleues comme ci-dessus.

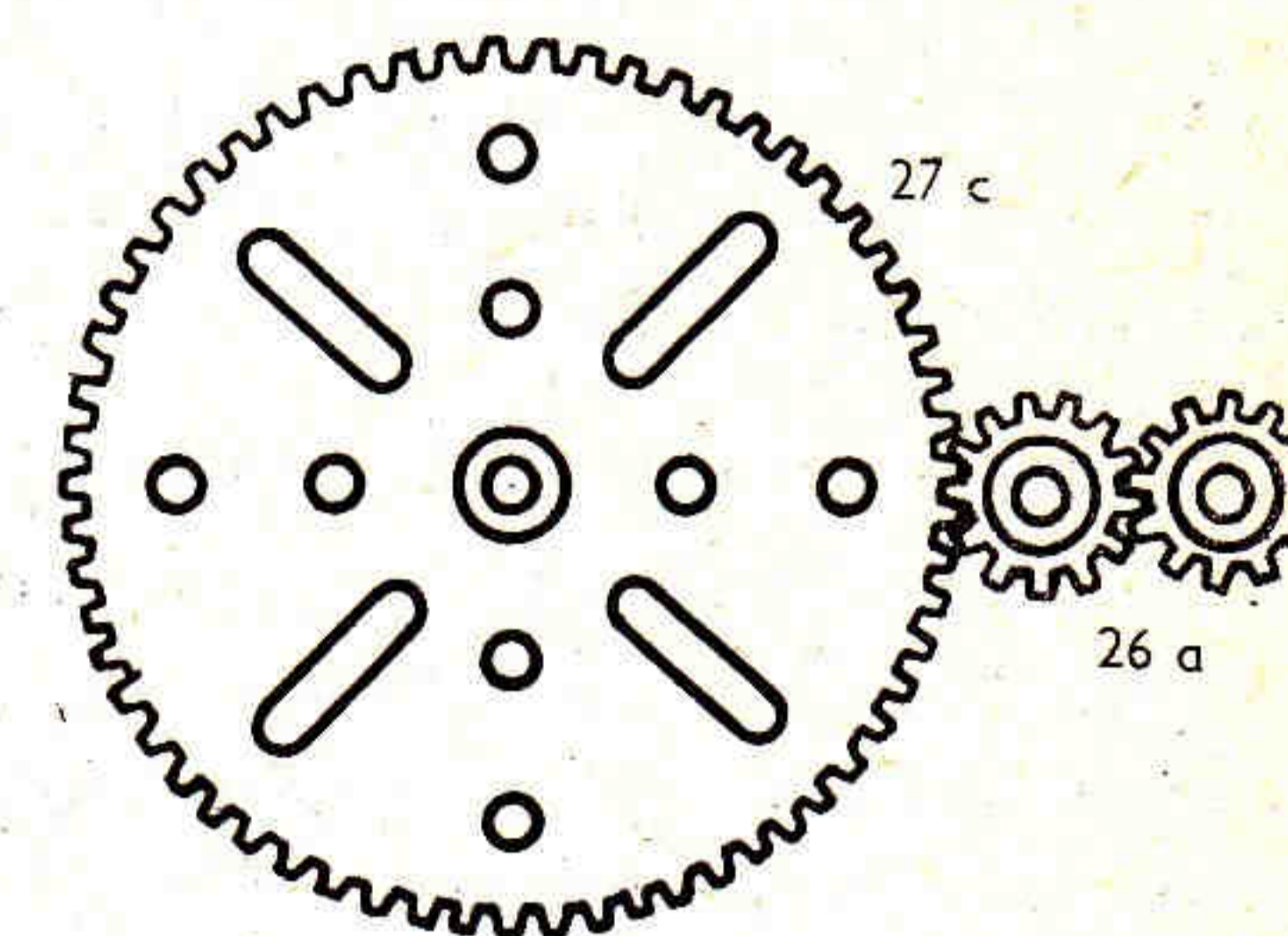


Figure 3. — Position des trois engrenages.

### Expérience 3 : Étude du nombre de tours.

Reprenez le montage utilisé à l'expérience précédente et, sur la dent qui se trouve à la partie supérieure de chacune des trois roues dentées, marquez un petit trait vertical de repère à la craie (voir figure 4).



Figure 4. — Le trait de repère à tracer à la craie est placé à la partie supérieure de chaque engrenage, à la verticale de son axe.

#### 1<sup>re</sup> phase : Cas de deux engrenages semblables.

En faisant tourner, à l'aide de la manivelle, l'ensemble du système d'engrenages et en vous aidant, pour repérer le nombre de tours, des traits de repère marqués, observez combien le pignon extrême fait de tours lorsque le pignon central fait un tour, puis répondez à la question.

**Lorsque deux engrenages ont le même nombre de dents, quelle particularité présente le nombre de tours qu'ils effectuent l'un par rapport à l'autre?**

.....

#### 2<sup>e</sup> phase : Cas de deux engrenages dissemblables.

Manœuvrez tout d'abord la manivelle pour que les trois traits de repère reprennent leur position de départ (voir figure 4).

Mettez à nouveau le système en mouvement et, toujours au moyen des traits de repère à la craie, comparez les nombres de tours effectués respectivement par la roue dentée de 95 dents et par l'un des pignons de 19 dents, afin de répondre à la question suivante.

**Pourquoi le pignon tourne-t-il cinq fois plus vite que la roue?** .....

.....

## TRANSMISSION AVEC ARBRES PERPENDICULAIRES

### Expérience 4 : Transmission par roue de champ.

1<sup>re</sup> phase : Montage.

Placez la manivelle à deux trous à gauche de la bande coudée de 5 trous (n° 48a) placée dans la partie centrale du support (voir figure 1). Introduisez sur cette manivelle une roue de champ de 50 dents (n° 28); les dents de cette roue sont placées perpendiculairement à sa surface; fixez une clavette à chaque extrémité de la manivelle, pour la maintenir en place.

Glissez une tringle de 10 cm perpendiculairement à la manivelle, dans les deux trous centraux des bandes coudées de 5 trous et placez à l'extrémité de cette tringle, du côté de la roue de champ, un pignon de 25 dents (n° 25). Serrez la vis de fixation de ce pignon, puis calez la tringle qui le supporte au moyen de deux clavettes placées au contact des deux bandes coudées, de manière que les deux roues s'engrènent.

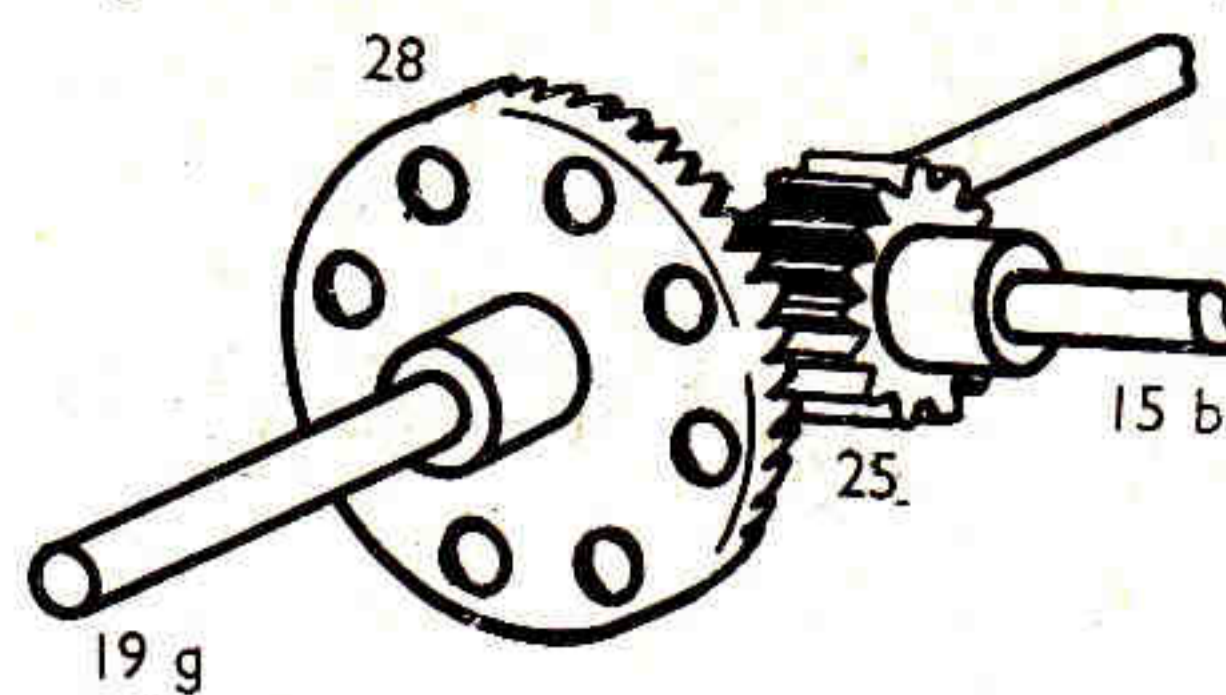


Figure 5. — Position de deux engrenages placés sur des arbres perpendiculaires.

Faites tourner la roue de 50 dents et tracez ci-contre les flèches rouges ou bleues marquant les déplacements respectifs des deux roues (voir expérience 1).

2<sup>e</sup> phase : Expérimentation.

Comme précédemment, tracez un trait de repère à la craie sur la dent qui se trouve à la partie supérieure de chacune des deux roues (voir figure 4), dans la position qu'elles ont actuellement.

Faites tourner lentement la roue menante, en comptant le nombre de tours effectués par l'autre, puis répondez à la question.

**Pourquoi la petite roue tourne-t-elle deux fois plus vite que l'autre?** .....

## TRANSMISSION PAR VIS SANS FIN

### ● Qu'est-ce qu'une vis sans fin?

Une vis sans fin comporte un filet enroulé en hélice. Cette vis tourne sur elle-même sans avancer, d'où son nom de "vis sans fin".

### Expérience 5 : Utilisation d'une vis sans fin.

1<sup>re</sup> phase : Montage.

Placez maintenant la manivelle dans les deux trous situés à la pointe des deux embases (n° 126a) fixées à droite du support (voir figure 1) après avoir introduit, sur cette manivelle, la vis sans fin.

Calez la manivelle extérieurement, de part et d'autre des deux embases, avec deux clavettes, puis immobilisez la vis sans fin au milieu de l'arbre, en serrant sa vis de fixation. Sur un arbre perpendiculaire à cette manivelle, arbre formé d'une tringle de 10 cm passée dans les deux trous centraux des bandes coudées n° 48a, fixez la roue dentée de 57 dents (n° 27a). Calez cette tringle à l'aide de deux clavettes, de manière que la roue dentée soit exactement placée au-dessus de la manivelle : engrenez.

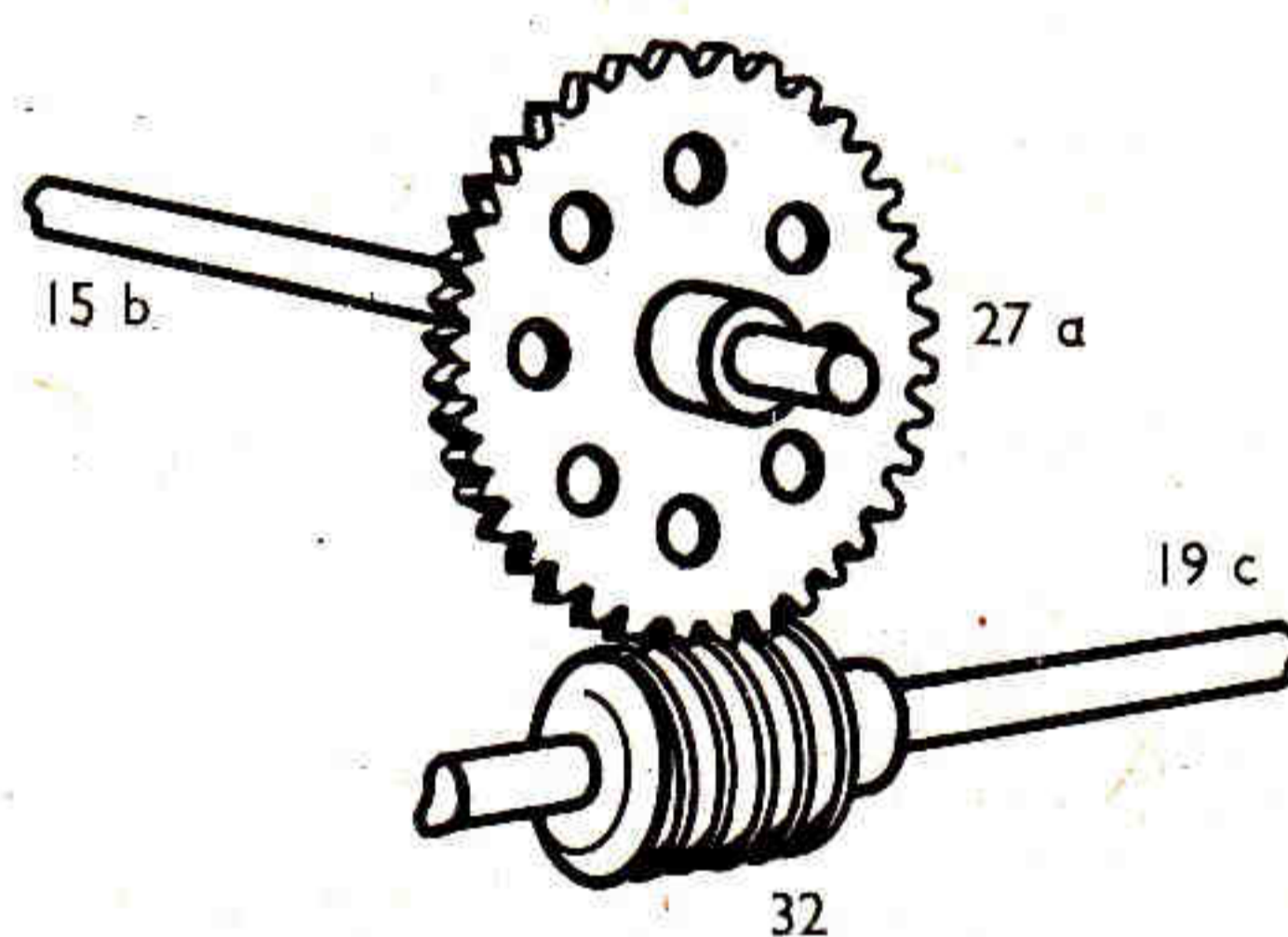


Figure 6. — Position de la vis sans fin et de la roue dentée.

2<sup>e</sup> phase : Expérimentation.

Procédez comme précédemment et indiquez ci-contre, par des flèches rouges ou bleues, les sens respectifs de déplacement des deux engrenages.

Remettez ensuite la vis sans fin en mouvement en remarquant de combien de dents avance la roue dentée lorsque la vis sans fin fait un tour complet (repérez le nombre de tours de la vis sans fin au moyen du passage de sa vis de fixation). Répondez alors à la question suivante.

**Chaque tour de vis sans fin fait avancer la roue dentée de combien de dents?** .....

## DÉMULTIPLICATION ET MULTIPLICATION

### ● Qu'est-ce que la démultiplication?

On dit qu'il y a démultiplication si la roue menée tourne plus lentement que la roue menante; dans le cas contraire, il y a multiplication.

### Exercice 1 : Multiplication et démultiplication.

Si vous employez uniquement les engrenages utilisés lors de ce travail, précisez ceux qui permettraient d'obtenir :

menant mené

**Multiplication par 2 :** .....

**Multiplication par 5 :** .....

**Multiplication par 3 :** .....

**Démultiplication par 2 :** .....

**Démultiplication par 5 :** .....

**Démultiplication par 3 :** .....

**Démultiplication par 57 :** .....

■ Le support préparé avec le matériel Meccano sera démonté en fin de travail.





## Le compte-tours

**Matériel** - Matériel Meccano : plateau A et plateau B chronomètre.  
Règle graduée.

### Travaux préparatoires

L'un des élèves du groupe effectuera les relevés concernant les divers engrenages (1<sup>er</sup> travail) tandis que les autres prépareront le compte-tours dont les deux parties seront d'abord montées séparément, partie droite (voir fig. 3) et partie gauche (voir fig. 2) : en conséquence, le pignon supérieur de la partie gauche ne pourra être mis en place que lorsque les deux parties seront réunies.

1<sup>er</sup> travail : Étude préliminaire des engrenages.

Comptez, pour chacune des roues ou chacun des pignons dessinés ci-contre, soit le nombre de dents, soit — pour la grande roue à moyeu — le nombre de rayons : prenez, pour accomplir ce travail, le matériel qui se trouve dans le plateau B, et ne vous fiez pas aux dessins. Portez le nombre obtenu sous le dessin correspondant (figure 1).

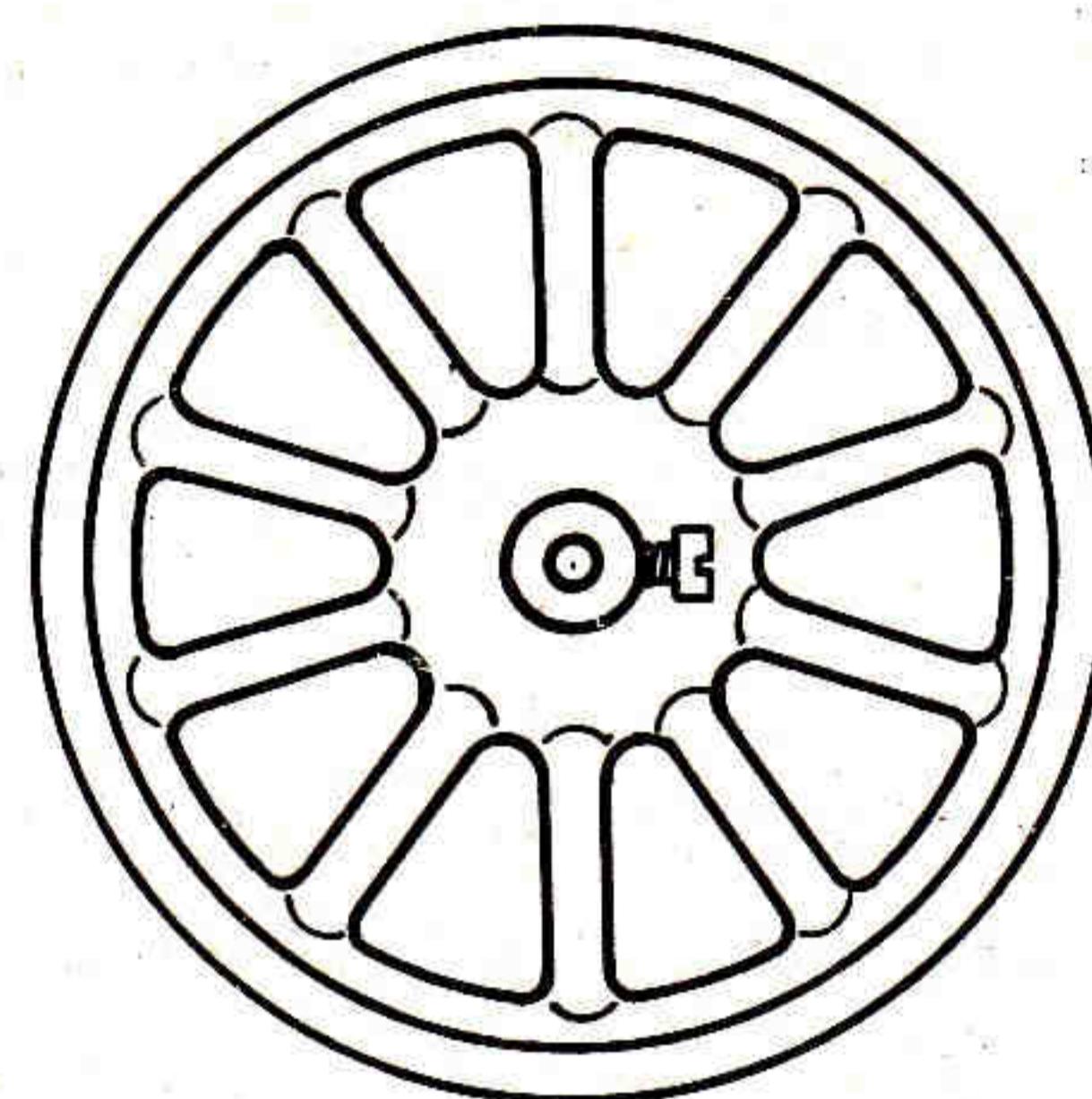
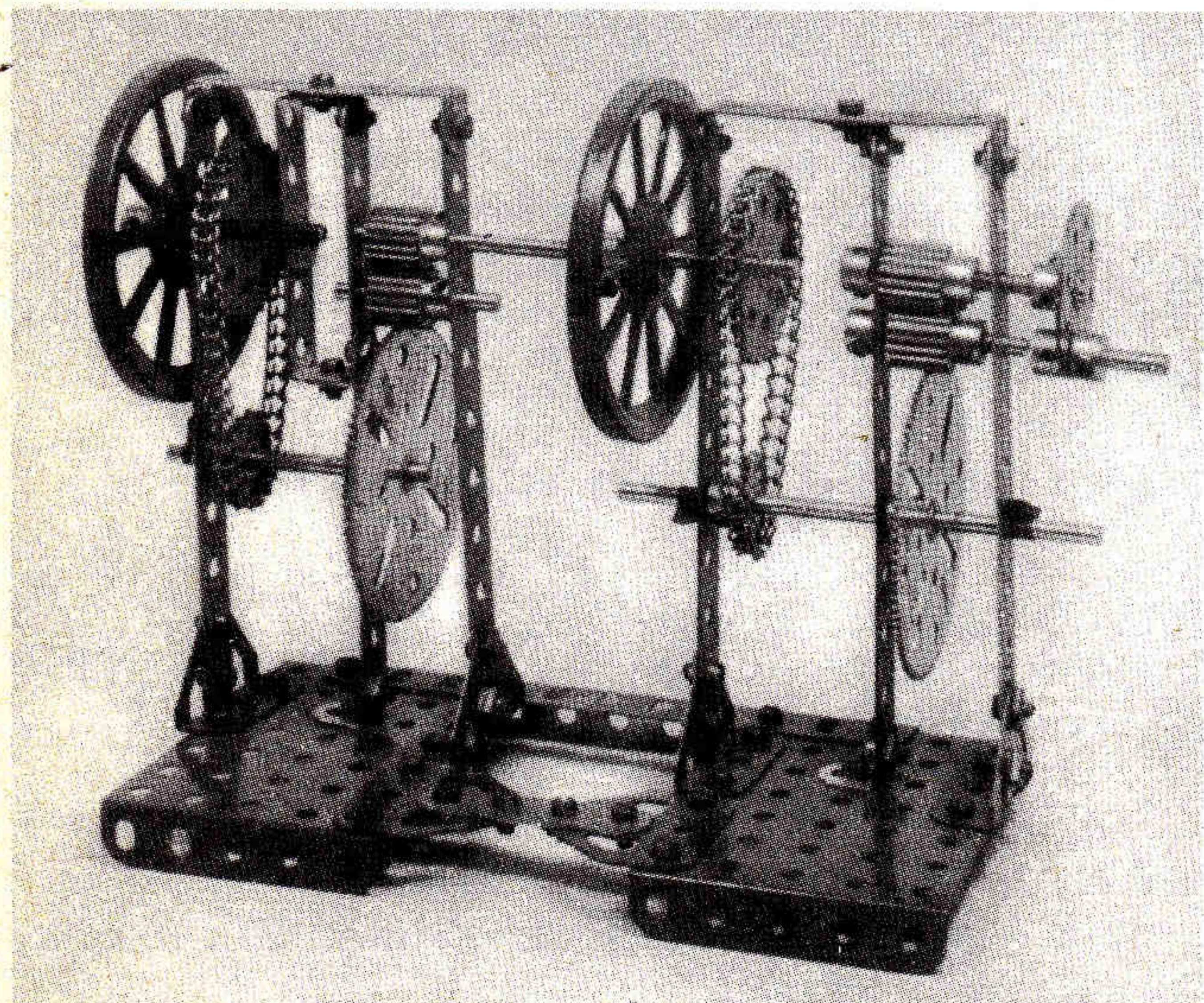
2<sup>e</sup> travail : Préparation de la machine.

Les roues et les pignons utilisés sont présentés à la figure 1 ; employez les deux petites chaînes pour relier les roues de chaîne. Ces roues sont placées sur les tringles suivantes : 2 tringles de 10 cm, 2 tringles de 4 cm (pour les 2 pignons inférieurs), 2 tringles de 5 cm (tringles placées à la partie supérieure, à l'extrême droite et à l'extrême gauche de la machine), 1 tringle de 6 cm (tringle inférieure de la moitié gauche de l'appareil) ; enfin, 1 tringle de 2,5 cm sert de poignée à la roue Barillet.

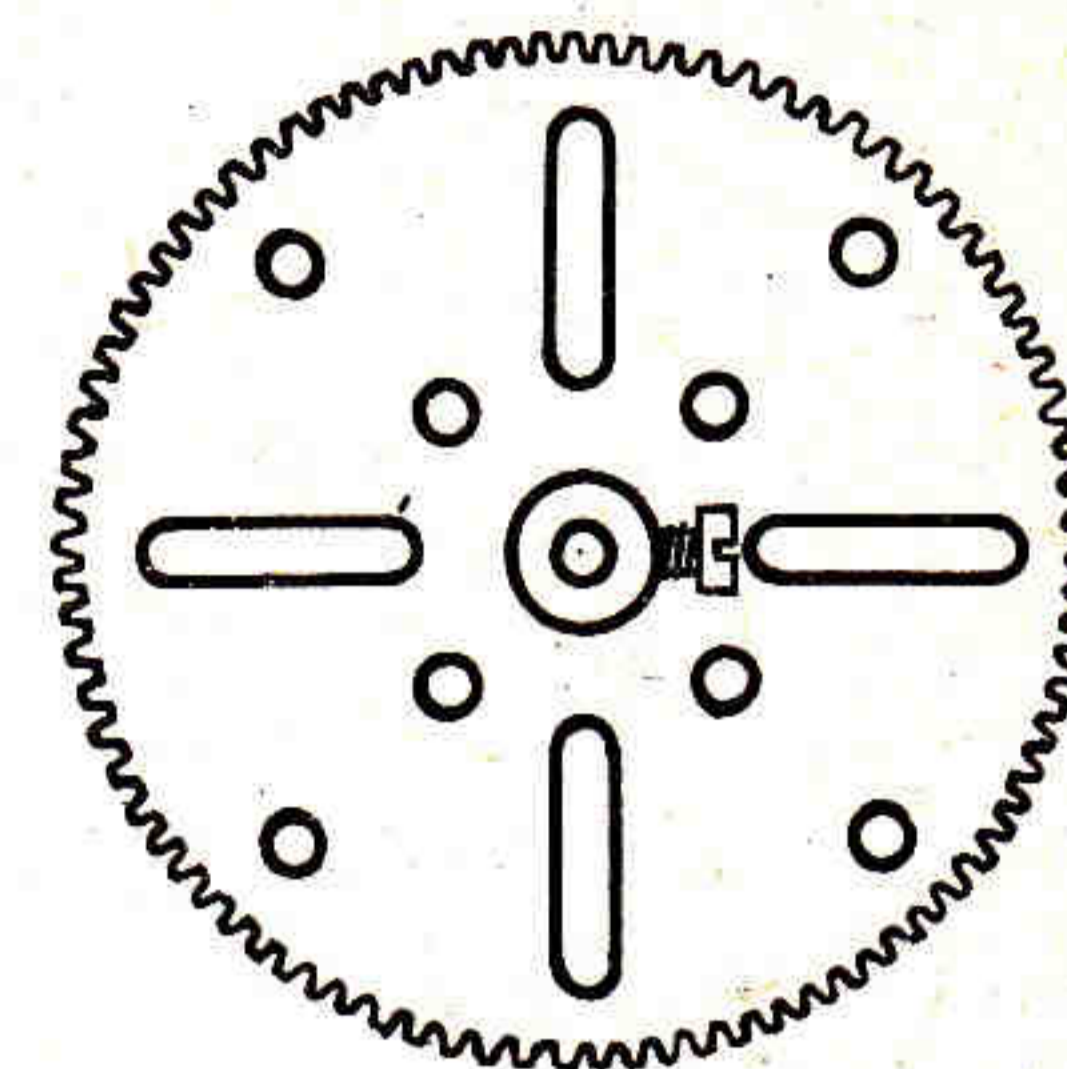
D'autre part, lors du montage, prenez les précautions suivantes :

1<sup>o</sup> placez les équerres (n° 12) de telle manière que leurs trous allongés soient fixés horizontalement sur la plaque ;  
2<sup>o</sup> veillez à ce que les moyeux des pignons de 19 dents (n° 26a) soient placés l'un sous l'autre, comme indiqué sur les figures, de manière que leurs vis de fixation ne s'accrochent pas mutuellement ;

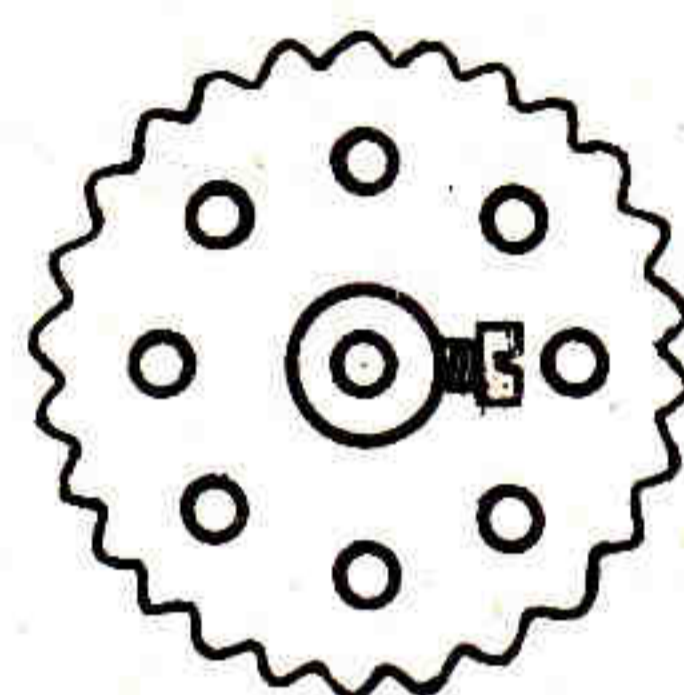
Figure 2. — Ensemble de la machine.



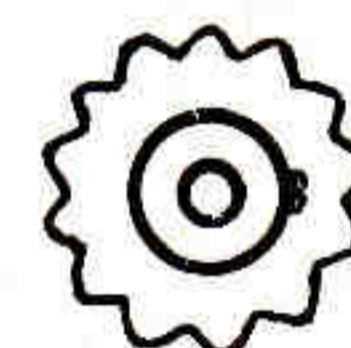
roue à moyeu  
rayons



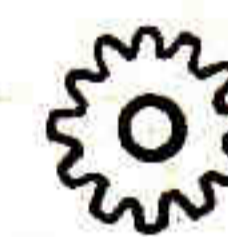
roue dentée  
dents



roue de chaîne  
dents



roue de chaîne  
dents



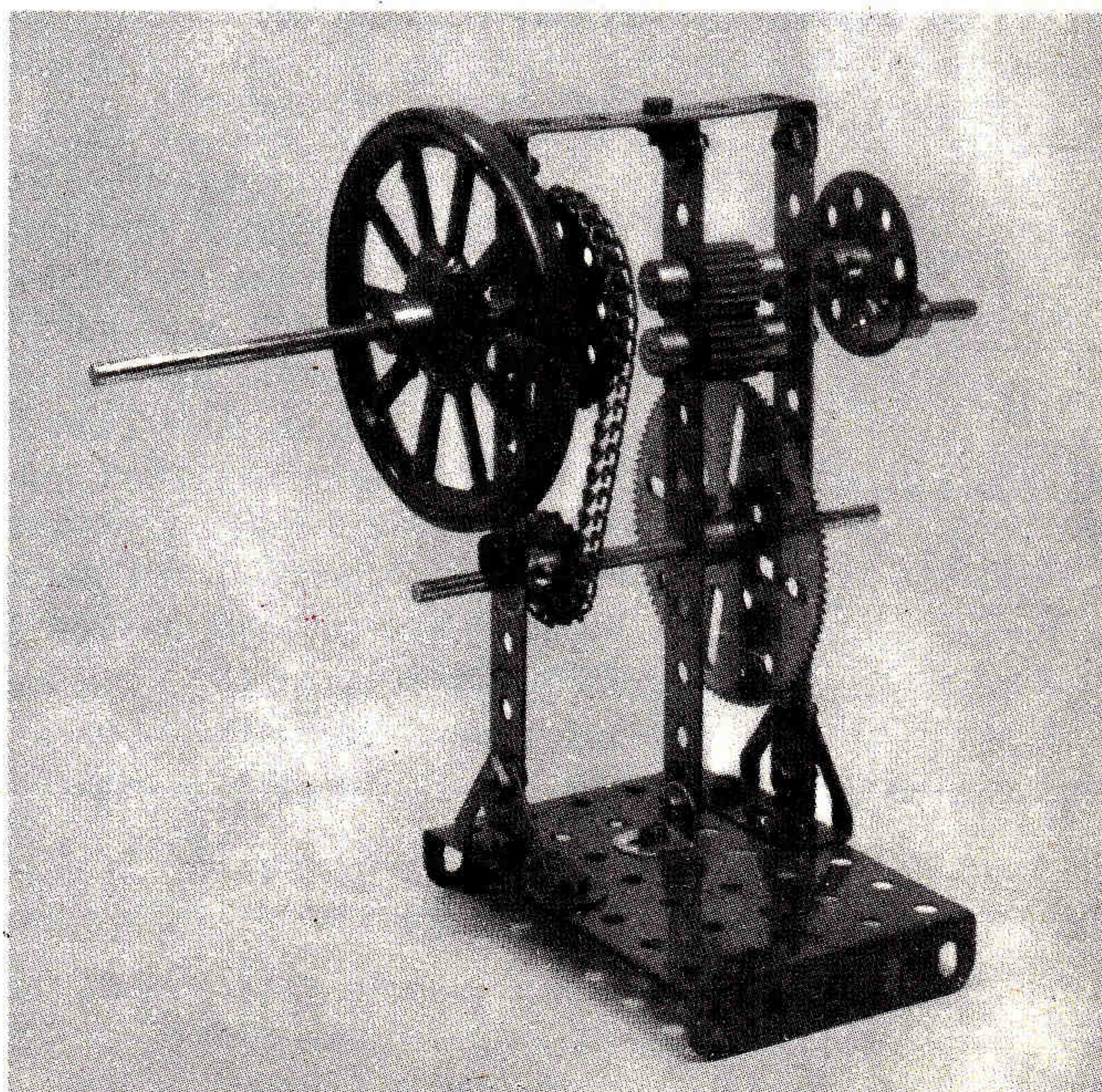
pignon  
dents

Figure 1. — Divers engrenages.

3<sup>e</sup> faites en sorte que les deux grandes roues (n° 19a) portant des chiffres écrits sur leur bande aient leur moyeu placé comme indiqué sur les figures.

Ces montages effectués, assurez-vous que roues et pignons engrènent bien les uns dans les autres, puis serrez les boulons, et réunissez les deux parties comme l'indique la figure 1 ; à l'arrière de la machine, les deux plaques à rebords sont unies par une cornière de 11 trous (n° 9) dont les trous allongés sont placés horizontalement.

Figure 3. — Partie droite de la machine.



## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA MACHINE

### Expérience 1 : Préparation de l'appareil.

Faites tourner les deux roues portant des numéros, de manière que le zéro marqué sur leur bande se trouve au-dessus, verticalement à leur axe, en desserrant provisoirement la vis de fixation et en la fixant à nouveau lorsque la roue se trouve en position convenable.

Répondez alors aux questions suivantes.

**Combien de chiffres ont été inscrits sur la bande de ces roues?** .....

**Par conséquent, lorsque l'une de ces roues pivote de manière que l'un des chiffres placés sur sa bande prenne la place du chiffre qui le précède, quelle fraction de tour a fait cette roue?** .....

### Expérience 2 : Indications données par les grandes roues.

1<sup>re</sup> phase : Réalisation d'un tour.

En vous repérant à l'aide de la poignée qu'elle porte, faites effectuer à la roue Barillet (n° 24) un tour complet dans le sens de rotation des aiguilles d'une montre.

Observez simultanément la rotation de la première grande roue (celle qui se trouve au centre de la machine) et répondez au questionnaire.

**Avant l'opération, quel chiffre était placé à la partie supérieure de la grande roue centrale?** .....

**Quel chiffre se trouve en cette même position après le tour effectué par la roue Barillet?** .....

**Par conséquent, lorsque la grande roue centrale passe de l'indication zéro à l'indication 1, combien la roue à barillet a-t-elle effectué de tours?**

.....

2<sup>e</sup> phase : Réalisation de 10 tours.

Faites effectuer à la roue Barillet 9 nouveaux tours complets de manière à porter leur nombre total à 10. Observez simultanément, non seulement ce que fait la grande roue centrale, mais également le déplacement subi par la seconde roue numérotée placée à l'autre extrémité de l'appareil, et répondez aux questions.

**Après 10 tours, quel chiffre est placé à la partie supérieure,**

**— de la roue numérotée centrale?** .....

**— de l'autre roue numérotée?** .....

**Par conséquent, où est placée la roue numérotée indiquant le chiffre**

**— des unités?** .....

**— des dizaines?** .....

**Examinez la machine utilisée. Comment expliquer que l'on obtienne une démultiplication par 10 entre les deux grandes roues portant des chiffres?**

.....

.....

.....

## UTILISATION DU COMPTE-TOURS

### ● Comment lire les indications données?

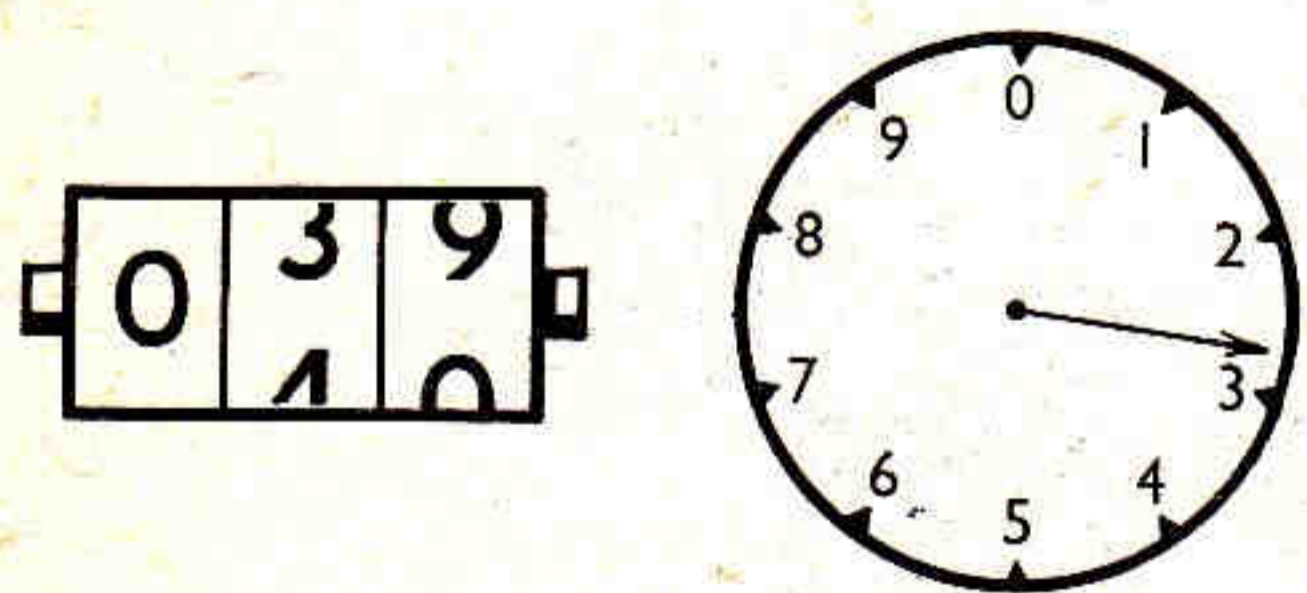


Figure 4. — Compteurs à chiffres mobiles et à aiguille mobile. Il faut tenir compte du chiffre qui vient de passer.

Ici, le compteur à chiffres marque : 039, le compteur à aiguille marque 2.

Dans un compte-tours, les chiffres défilent les uns après les autres : lorsqu'on relève les indications données par l'appareil, il faut tenir compte du chiffre qui vient de passer (le chiffre à retenir est donc celui des deux chiffres proches du repère

ou de l'aiguille qui a la plus petite valeur).

### Expérience 3 : Évaluation d'un nombre de tours.

Il s'agit de faire tourner le plus vite possible la roue Barillet, en la tenant par sa poignée, pendant 15 secondes.

Avant chaque opération, les deux grandes roues portant des chiffres seront mises au zéro, en procédant comme il a été indiqué précédemment (à l'expérience 1).

Chaque essai est réalisé, à tour de rôle, par un élève du groupe, le temps de 15 secondes étant mesuré au chronomètre par un camarade donnant le signal du départ et le signal de l'arrêt.

Relevez ci-dessous le nombre de tours réalisé par chacun des élèves, en portant à gauche le nom de l'élève, et à droite, après les deux points, le nombre de tours réalisés (voir ci-contre la remarque concernant la manière de lire le nombre de tours indiqué par la machine).

### Nombre de tours obtenus en 15 secondes :

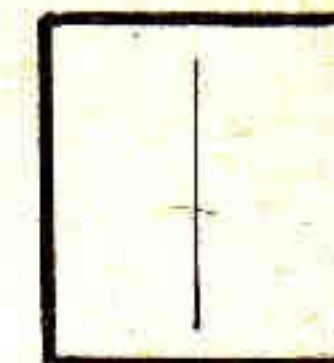
..... : ..... tours.

..... : ..... tours.

..... : ..... tours.

..... : ..... tours.

■ Démontez la machine construite et remettez les pièces en place.



## Le différentiel

**Matériel** - Matériel Meccano : plateau A et plateau B ;  
morceau de craie.

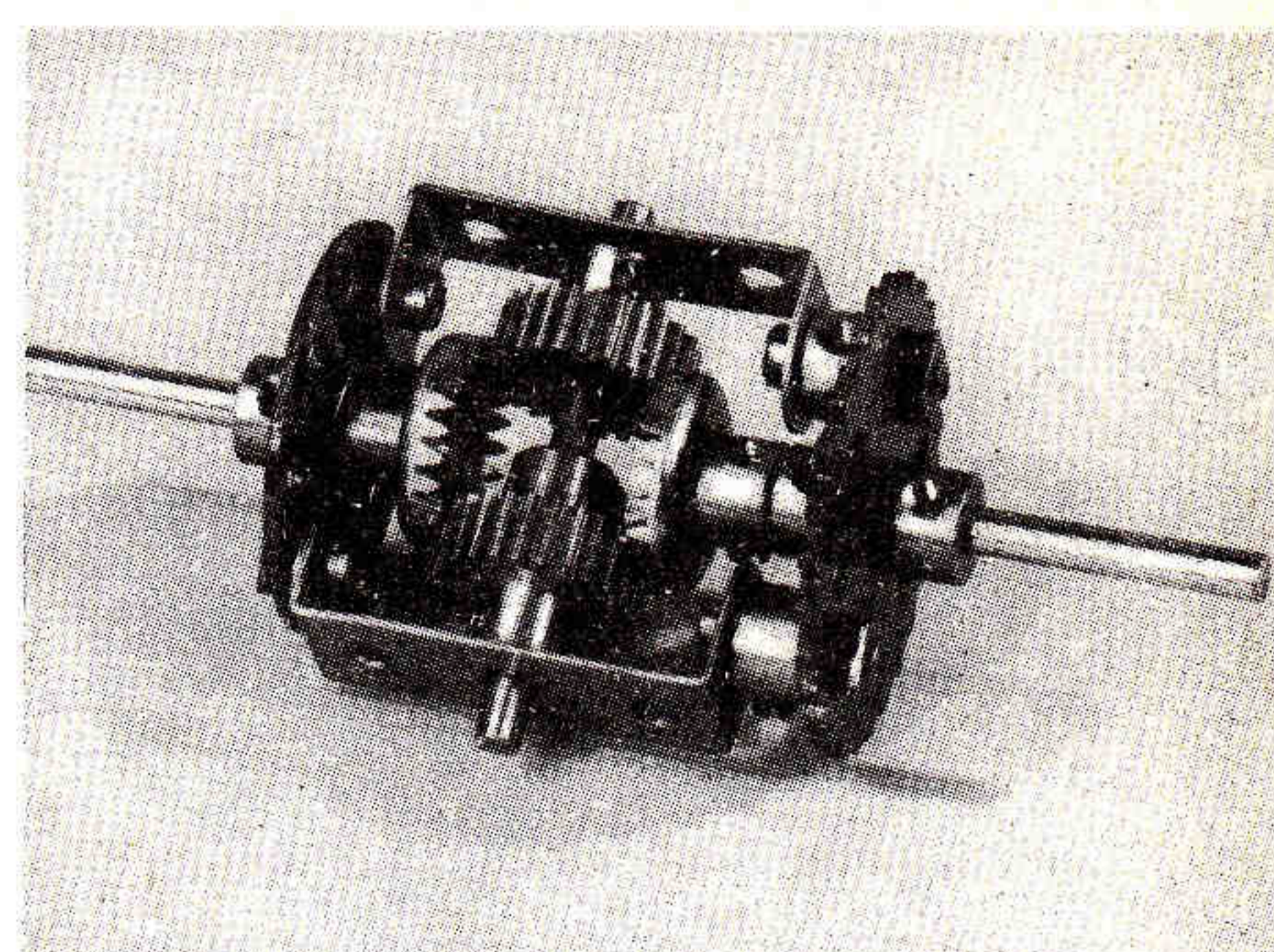
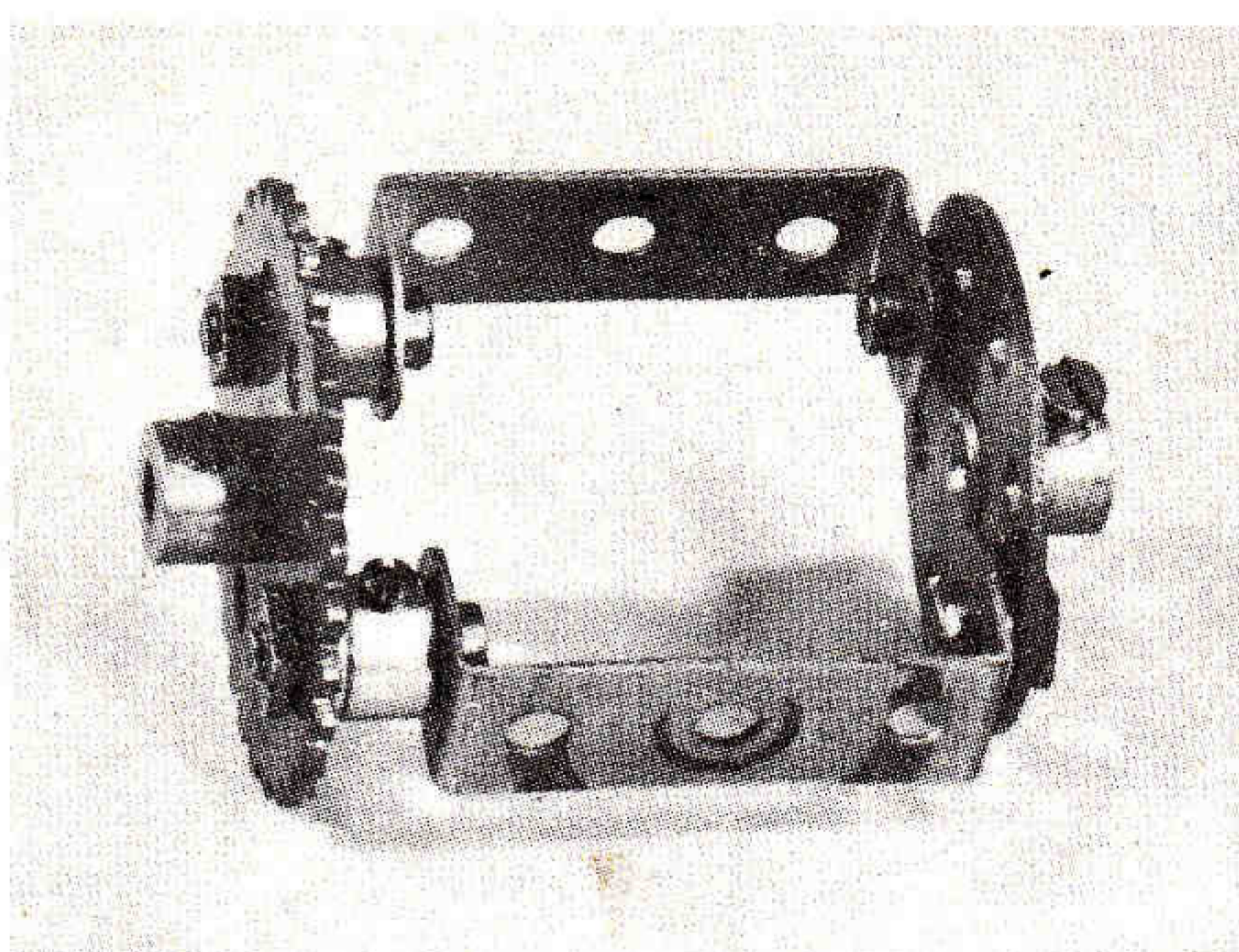
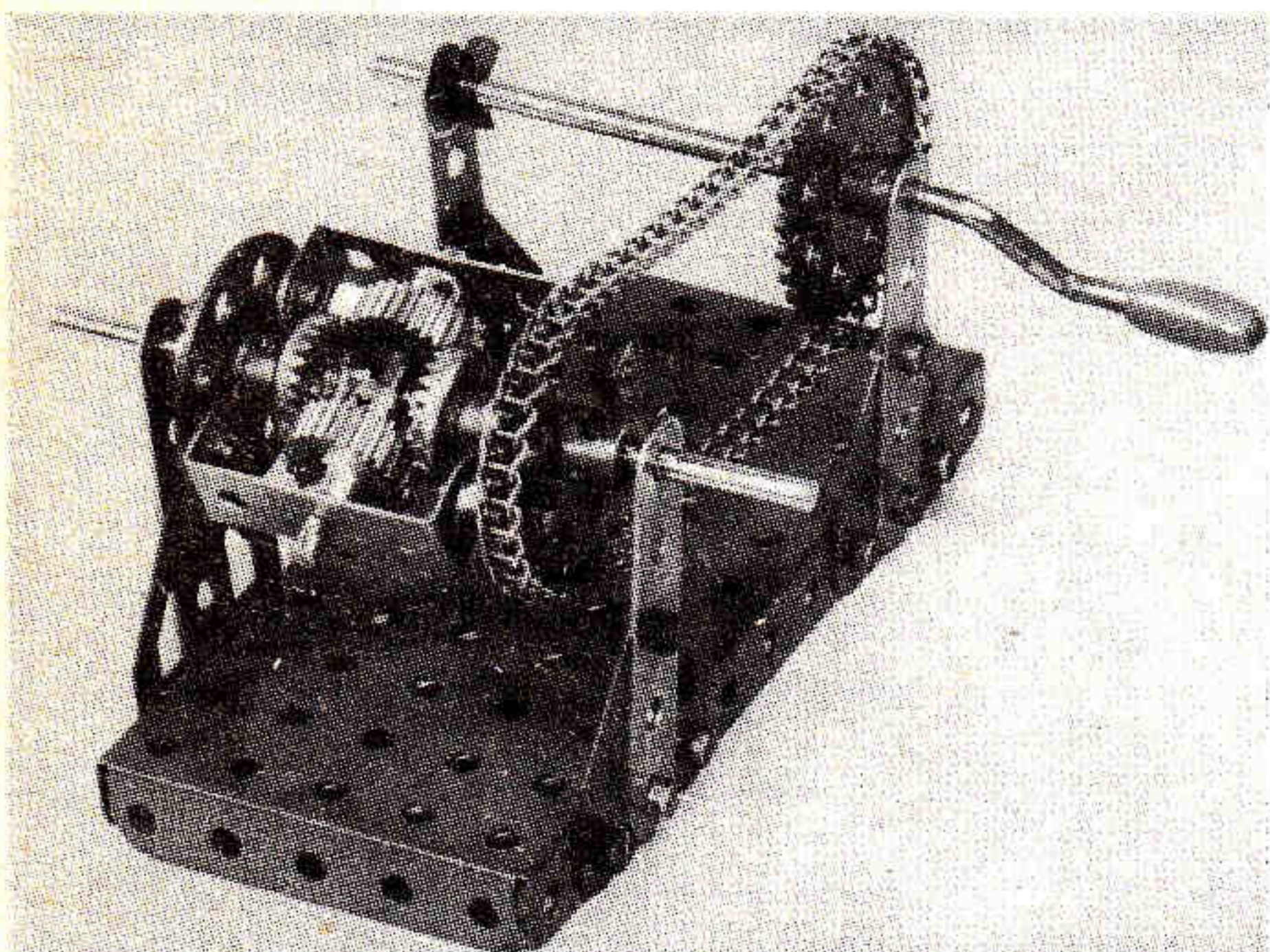


Figure 1. — Ensemble du montage à réaliser.

Figure 2. — Boîtier porte-satellites du différentiel.

Figure 3. — Vue d'ensemble du différentiel monté.

### Travaux préparatoires

Répartissez les travaux entre les élèves du groupe.

Le différentiel est monté en trois étapes :

1<sup>o</sup> Préparation du boîtier porte-satellites (figure 2), formé de deux bandes coudées de 3 trous (n° 48) reliant :

— d'une part, une roue de chaîne de 28 dents (n° 95a) fixée sur les bandes coudées au moyen de 2 vis de 12 mm (n° 111a), en intercalant une bague d'arrêt (n° 59) et une rondelle-disque (n° 38) ;

— d'autre part, une roue Barillet (n° 24) vissée sur les mêmes bandes coudées au moyen de deux vis ordinaires, après y avoir également intercalé une rondelle-disque.

2<sup>o</sup> Mise en place des deux pignons de 25 dents (n° 25) qui portent le nom de satellites. Montez-les sur une tringle de 5 cm (n° 17), les deux moyeux de ces pignons étant placés au contact de chaque bande.

Le premier pignon est rendu solidaire de l'arbre en serrant sa vis de fixation (le pignon du haut sur la figure 3), alors que le second est laissé fou sur son arbre, tout en étant maintenu contre la bande au moyen d'une bague d'arrêt (n° 59) vissée sur la tringle.

3<sup>o</sup> Mise en place des deux roues de champ de 25 dents (n° 29) qui, dans un différentiel, portent le nom de planétaires. Ces planétaires sont immobilisés au moyen de leurs vis de fixation à l'extrémité :

— d'une tringle de 4 cm (n° 18a) du côté de la roue Barillet,

— d'une tringle de 5 cm (n° 17) du côté de la roue de chaîne de 28 dents, une bague d'arrêt étant alors placée entre cette roue de chaîne et la roue de champ (voir figure 3).

Ces deux tringles, portant les planétaires, doivent pouvoir tourner librement dans les moyeux de la roue Barillet et de la roue de chaîne, ce qui suppose que les vis de fixation de ces deux dernières roues ne sont pas serrées.

Ainsi montées, les deux roues de champ formant planétaires doivent s'engrener dans les pignons servant de satellites.

Préparez de plus le support formé d'une plaque à rebords de 14×6 cm (n° 52) sur laquelle sont fixées quatre embases plates (n° 126a) et quatre bandes de 5 trous (n° 5) : voir figure 1 ; ce support ne doit toutefois être utilisé que dans la seconde partie du travail.

### FONCTIONNEMENT D'UN DIFFÉRENTIEL D'AUTOMOBILE

#### Expérience 1 : Étude de ce fonctionnement.

1<sup>re</sup> phase : Rotation des deux arbres.

Tenez le différentiel par ses deux arbres, roulez les tringles entre les doigts en les faisant tourner dans le même sens et à la même vitesse ; observez les rotations qui en résultent dans le système d'engrenages afin de répondre à la question suivante.

**Lorsque les deux arbres tournent dans le même sens et à la même vitesse,**

— le boîtier tourne-t-il? .....

— les planétaires tournent-ils? .....

— les satellites tournent-ils? .....

2<sup>e</sup> phase : Rotation d'un seul arbre.

Imprimez maintenant, avec les doigts de la main droite, un mouvement de rotation au seul arbre de droite, tout en maintenant immobile l'arbre de gauche ; observez à nouveau les mouvements de rotation qui se produisent et répondez au questionnaire (voir page 2).

Lorsque l'un des deux arbres tourne seul,  
 — le boîtier tourne-t-il? .....  
 — les satellites tournent-ils? .....

Que remarquez-vous en ce qui concerne les planétaires? .....

Comparez le sens de rotation des deux satellites.  
 Qu'a-t-il de particulier? .....

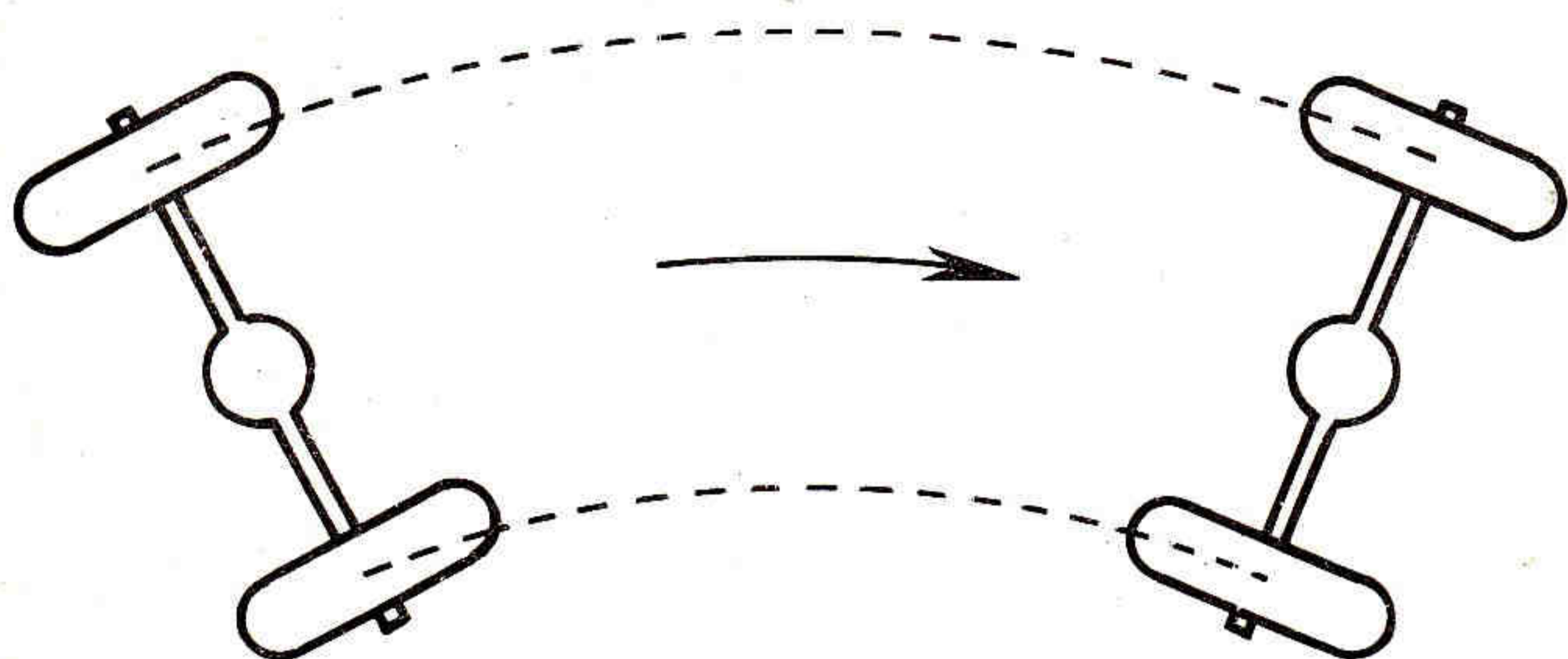


Figure 4. — Dans un virage, les deux roues de l'automobile ne parcourent pas la même distance dans le même temps : les roues qui sont à l'intérieur du cercle tournent moins vite que celles qui sont à l'extérieur.

### Expérience 2 : Entraînement du différentiel.

1<sup>re</sup> phase : Montage.

Placez le différentiel sur le support préparé, de manière à réaliser le montage décrit par la figure 1.

Pour introduire ce différentiel dans les bandes de 5 trous (n° 5) qui doivent le supporter, démontez provisoirement l'une de ces bandes (avec son embase) en dévissant les trois boulons qui la fixent à la plaque; toutefois, n'oubliez pas de mettre la chaîne sur la roue de 28 dents du boîtier avant de remettre la bande de 5 trous en place. Disposez finalement la chaîne sur l'autre roue de 28 dents (n° 95a) placée sur la manivelle (voir figure) : la chaîne utilisée est la plus longue de celles qui se trouvent dans le plateau B.

2<sup>e</sup> phase : Entraînement de l'ensemble du différentiel.

Imprimez à la roue motrice (roue de 28 dents), par l'intermédiaire de la chaîne et de la manivelle, un mouvement de rotation assez lent, et observez le différentiel afin de répondre au questionnaire suivant.

Que fait le boîtier du différentiel? .....

Que font les deux planétaires? .....

Les deux planétaires sont-ils entraînés à la même vitesse et dans le même sens? .....

Les satellites tournent-ils? .....

Par conséquent, dans une automobile, lorsqu'elle roule en ligne droite, à quelle vitesse tournent les

deux axes qui sont reliés aux roues de la voiture (comparez leur vitesse avec celle imprimée à la roue motrice)? .....

● Dans un différentiel d'automobile, la rotation donnée au boîtier est directement transmise, par l'intermédiaire des satellites, aux deux planétaires, mais sans que ces satellites et ces planétaires ne se mettent en mouvement.

### Expérience 3 : Étude du nombre de tours.

Marquez à la craie la dent qui se trouve actuellement à la partie supérieure de la roue de 28 dents, qui sert de roue motrice au différentiel, ainsi qu'à la partie supérieure de chacun des deux planétaires (roues de champ de 25 dents) : voir figure 5.

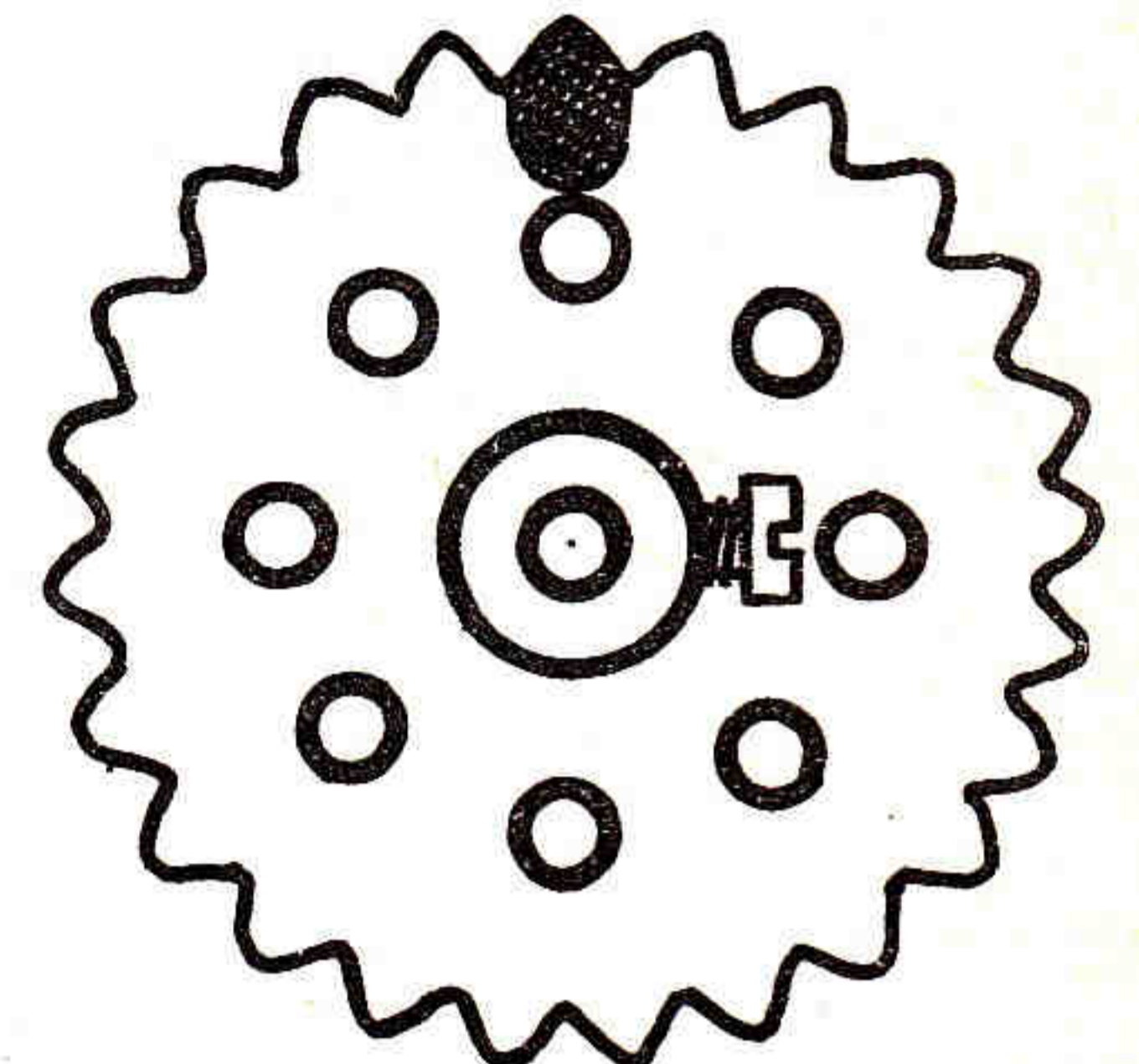


Figure 5. — Le trait de repère à tracer à la craie est placé à la partie supérieure de chaque engrenage, à la verticale de son axe.

1<sup>re</sup> phase : Entraînement libre.

Entraînez la roue motrice au moyen de la manivelle, par l'intermédiaire de la chaîne, et faites lentement

effectuer à cette roue un tour complet, jusqu'à ce que la marque à la craie blanche revienne à la partie supérieure, en observant le nombre de tours effectués en même temps par chacun des deux planétaires afin d'être en mesure de répondre à la question qui suit.

Lorsque le boîtier fait un tour, que fait chacun des deux planétaires? .....

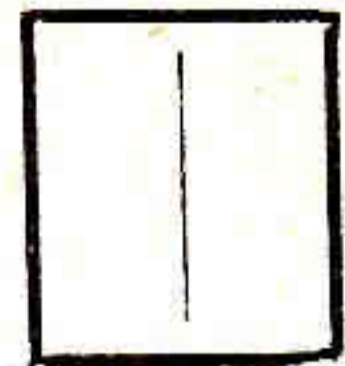
2<sup>e</sup> phase : Blocage d'une roue.

Refaites la même observation, mais en immobilisant de la main l'arbre de l'un des deux planétaires, et observez alors le nombre de tours effectués simultanément par le planétaire demeuré libre et par la roue dentée d'entraînement du boîtier.

Si l'un des deux arbres ne peut pas tourner, pour un tour de rotation du boîtier, combien de tours fait le planétaire demeuré libre? .....

● Grâce au différentiel, le ralentissement du mouvement de l'un des arbres correspond à une accélération du mouvement de l'autre : le différentiel d'une automobile a donc un rôle de compensation dans les virages.

■ Exceptionnellement, ne démontez pas les appareils préparés avec le matériel Meccano : ôtez seulement la seconde roue de chaîne placée sur la manivelle et conservez le reste du montage pour la prochaine séance de travail.



# L'additionneuse mécanique

**Matériel** - Matériel Meccano : plateau A et plateau B; morceau de craie.

## Travaux préparatoires

Modifiez ainsi le montage conservé depuis le travail de la fiche n° 21 :

1° Eloignez de 1 trou les deux bandes de 5 trous destinées à porter la manivelle, de manière à les poser comme l'indique la figure 1 ci-contre.

2° Ajoutez les trois grandes roues portant des chiffres sur leur bande : les moyeux de ces roues sont placés comme indiqué sur la figure.

3° Placez sur la manivelle une roue de chaîne de 14 dents (n° 96a) et faites passer la chaîne sur cette roue. Après avoir maintenu cette manivelle au moyen d'une clavette (voir figure), vissez la roue de 14 dents sur l'arbre en face de la roue de 28 dents du différentiel.

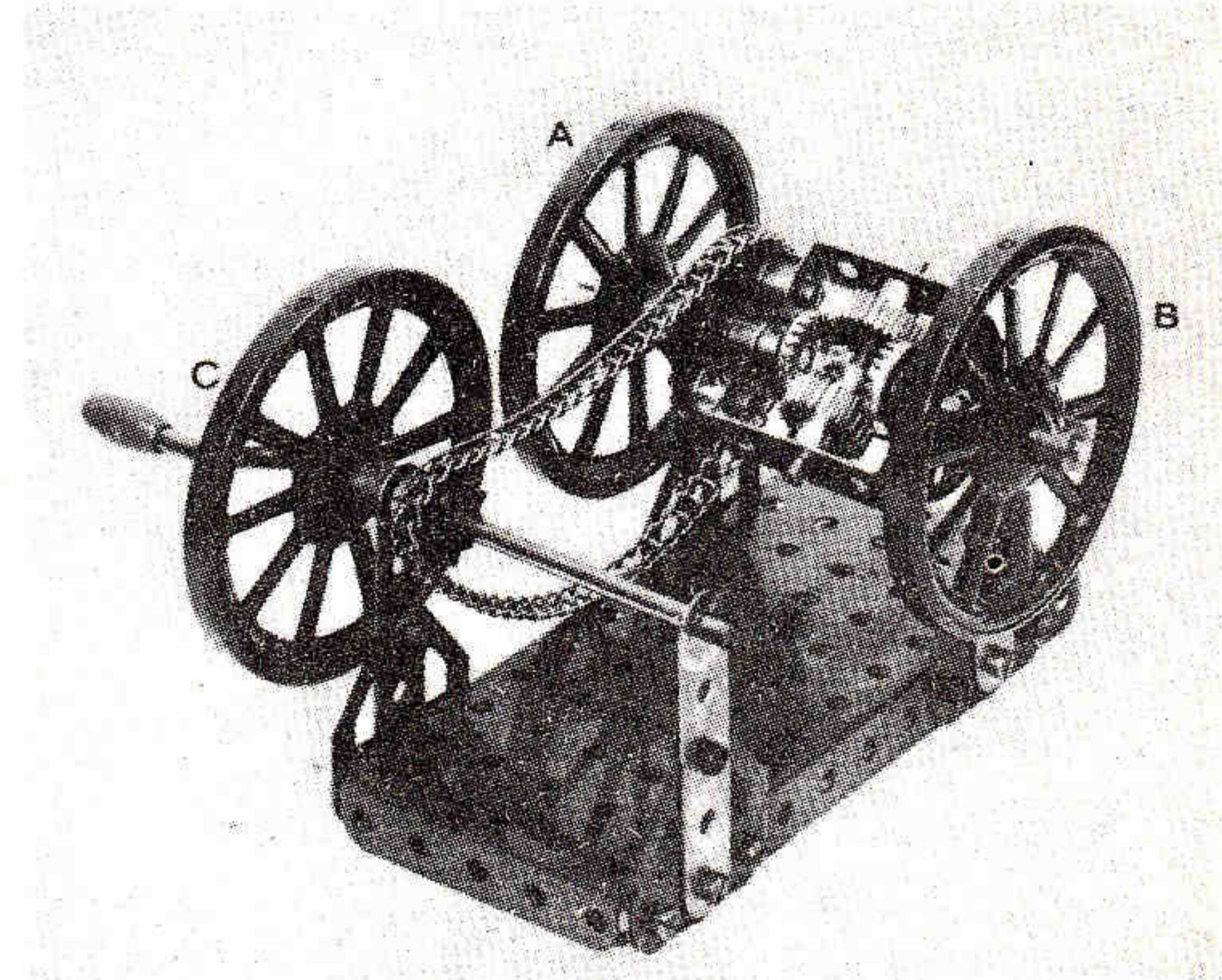


Figure 1. — Vue d'ensemble de la machine à construire.

## ÉTUDE DU DIFFÉRENTIEL DÉMULTIPLIÉ

### Expérience 1 : Propriétés du différentiel.

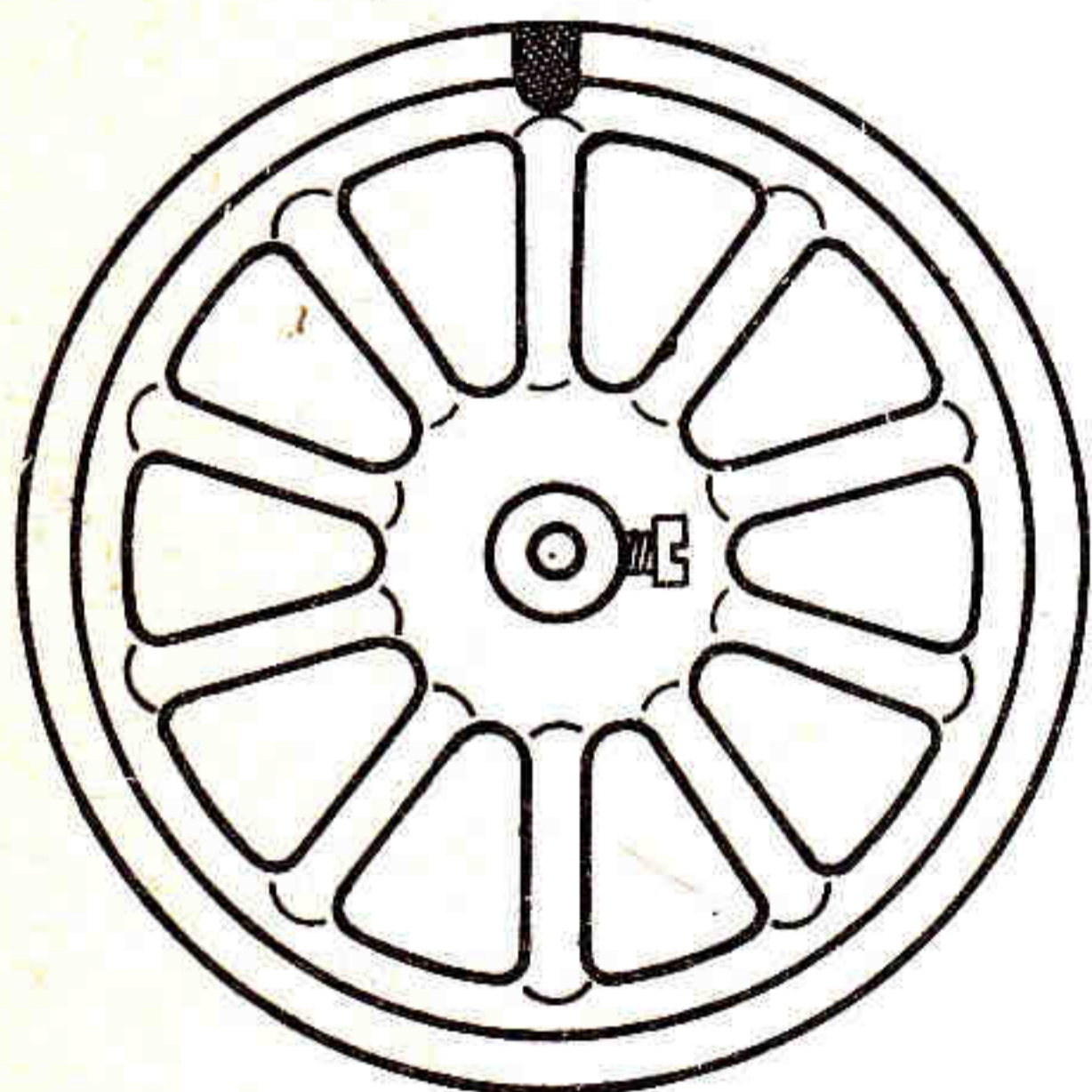


Figure 2. — Le trait de repère à tracer à la craie est placé à la partie supérieure de chaque roue, à la verticale de l'axe de cette roue.

Sans tenir compte pour l'instant des chiffres marqués sur le bandage des grandes roues à rayons de la machine construite, tracez un trait à la craie à la partie supérieure de chacune des trois grandes roues, ainsi que sur la dent supérieure de la roue de chaîne de 28 dents du boîtier porte-satellites (voir figure 2 ci-contre).

1<sup>re</sup> phase : Rotation de la roue A.

Immobilisez de la main la grande roue B (voir figure 1)

dans sa position actuelle, le trait marqué à la craie étant placé à sa partie supérieure. Au moyen de la manivelle, par l'intermédiaire de la chaîne, faites effectuer à la grande roue A — et au planétaire qui en est solidaire — deux tours complets qui ramènent le trait de repère de la roue A à son point de départ; observez simultanément le nombre de tours effectués par la roue de chaîne du boîtier, grâce au trait de repère qu'elle porte également, puis répondez à la question ci-dessous.

**Pour deux tours effectués par la roue A, combien de tours fait la roue de chaîne du boîtier?** .....

2<sup>e</sup> phase : Action sur la roue C.

Remplacez les grandes roues de manière que leur trait de repère se trouve comme à la figure 2, puis recommencez la même opération (2 tours de la roue A, la roue B étant immobilisée), mais observez plus particulièrement, maintenant, le nombre de tours effectués par la grande roue C.

**Pour deux tours effectués par la roue A, combien de tours fait la roue C?** .....

3<sup>e</sup> phase : Rotation des roues B et C.

Recommencez l'expérience, mais en immobilisant la roue A et en faisant effectuer deux tours complets à la roue B — et au planétaire qui en est solidaire; observez simultanément la rotation de la roue dentée du boîtier et celle de la roue C.

**Pour deux tours effectués par la roue B, combien de tours effectuent**

— la roue dentée du boîtier? .....

— la grande roue C? .....

**Comparez le nombre de tours effectués par l'une des deux roues A ou B tournant seule (ou par le planétaire qui en est solidaire) au nombre de tours faits en même temps par le boîtier. Que fait le boîtier?** .....

**Comparez maintenant le nombre de tours effectué par l'une des deux roues A ou B à celui fait par la roue C. Que remarquez-vous?** .....

**Pourquoi en est-il ainsi, alors que le différentiel est directement relié par une chaîne à l'axe de la roue C (observez les nombres respectifs de dents des deux roues reliées par cette chaîne)?** .....

● Grâce à une démultiplication de 2, réalisée entre le boîtier du différentiel et la roue C, cette dernière fait un nombre de tours égal à celui effectué, soit par la roue A, soit par la roue B.

## PRINCIPE DE L'ADDITIONNEUSE

### Expérience 2 : Propriétés du montage.

Placez les trois grandes roues A, B et C comme au début de l'expérience précédente, de manière que les trois traits de repère marqués à la craie se trouvent en haut de la roue (au besoin, refaites ces marques si elles sont effacées).

1<sup>re</sup> phase : Somme de deux nombres.

Tout en observant le nombre de tours de la roue C, effectuez successivement, dans un même sens, avec les deux roues A et B, les nombres de tours indiqués ci-dessous (étant entendu qu'on immobilise l'autre roue pendant que la roue désignée tourne); reportez ci-dessous les résultats obtenus.

1<sup>er</sup> essai : 1 tour à la roue A, puis 2 tours à la roue B.

2<sup>e</sup> essai : 3 tours à la roue A, puis 2 tours à la roue B.

**Tours effectués par la roue C :**

1<sup>er</sup> essai : .....; 2<sup>e</sup> essai : .....

**Le nombre de tours de la roue C, à chaque essai, correspond à quelle opération effectuée avec les nombres représentant les tours faits par les roues A et B?** .....

## RÉALISATION DE L'ADDITIONNEUSE

### Expérience 3 : Fonctionnement de l'appareil.

1<sup>re</sup> phase : Mise en place des roues.

Effacez les traits à la craie tracés précédemment sur les roues, et faites maintenant pivoter les trois roues de telle manière que le zéro marqué sur leur bandage soit maintenant placé à la partie supérieure, verticalement à l'axe. Pour réaliser cette mise en place, desserrez simplement la vis de fixation de chaque roue et, après avoir effectué la rotation nécessaire, immobilisez à nouveau la roue sur son axe dans la bonne position.

**Lorsque l'une de ces roues effectue une rotation telle que le chiffre suivant passe à la partie supérieure, quelle fraction de tour effectue cette roue?** .....

2<sup>e</sup> phase : Exécution d'une addition.

En considérant uniquement les chiffres qui se placent à la partie supérieure des roues, verticalement à l'axe, déplacez — successivement — la roue A jusqu'à ce que le 5 marqué sur cette roue se trouve à la partie supérieure, et la roue B jusqu'à ce que le 2 marqué sur cette roue soit dans la même position. Notez alors ci-dessous quel est le chiffre de la roue C qui s'est placé dans la même position.

**Quel chiffre est placé à la partie supérieure de la roue C?** .....

**Quelle opération, par rapport aux deux nombres indiqués par les roues A et B, avez-vous ainsi effectuée?** .....

3<sup>e</sup> phase : Addition simultanée.

Remplacez les roues A et B de manière que leur zéro soit à

2<sup>e</sup> phase : Somme de deux fractions.

Un résultat identique est obtenu si, au lieu de considérer des tours complets, on fait effectuer aux roues A et B des fractions de tour (on additionne alors des fractions).

Ainsi, en vous repérant au moyen des rayons (puisque les roues ont 10 rayons, l'intervalle entre chaque rayon correspond à 1/10 de tour), faites effectuer, aux roues A et B, les fractions de tour indiquées ci-dessous, tout en notant la fraction indiquée par la roue C (à reporter ci-dessous).

3<sup>e</sup> essai : 1/10 de tour à la roue A, puis 3/10 de tour à la roue B.

4<sup>e</sup> essai : 4/10 de tour à la roue A, puis 4/10 de tour à la roue B.

**Dixièmes de tour effectués par la roue C :**

3<sup>e</sup> essai : .....; 4<sup>e</sup> essai : .....

● La machine obtenue fonctionne comme une additionneuse mécanique : le nombre de tours faits par la roue C (roue additionneuse) correspond à la somme des tours effectués par les roues A et B.

la partie supérieure (celui de la roue C devant alors avoir également repris une position identique).

Faites tourner en même temps les deux roues A et B, dans le sens de rotation des aiguilles d'une montre, de manière à placer, à la partie supérieure, le 4 marqué sur chacune de ces roues; notez ce qu'indique alors la roue C et répondez aux questions qui suivent.

**Qu'indique la roue C?** .....

**Les mouvements des deux roues A et B peuvent-ils donc être effectués en même temps?** .....

● Dans cette machine, les rotations de la roue C correspondent à la somme des rotations effectuées par les roues A et B : il s'agit d'une additionneuse mécanique.

Si on combine cette machine avec des compte-tours (fiche n° 20), on peut additionner des nombres de plusieurs chiffres.

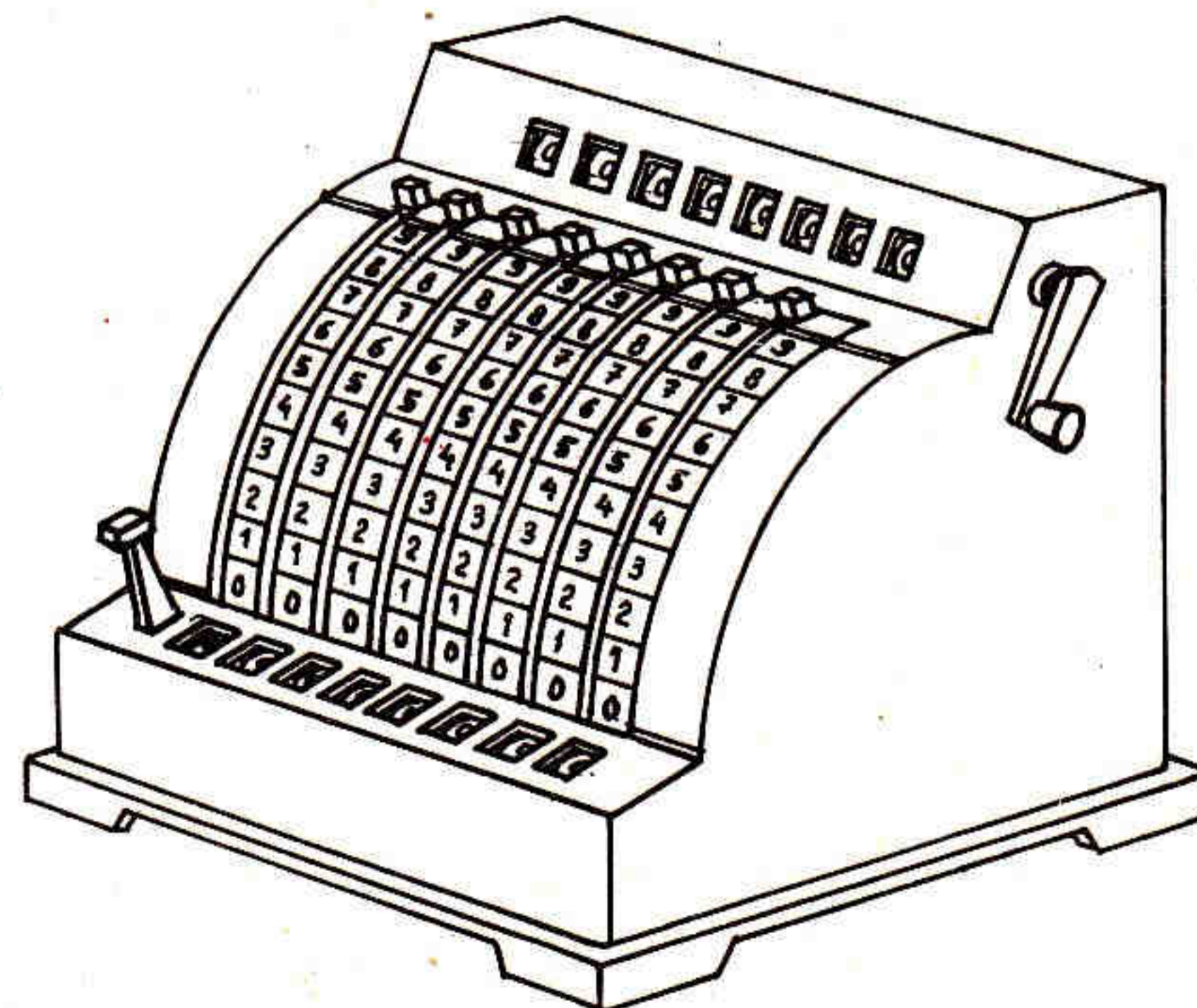
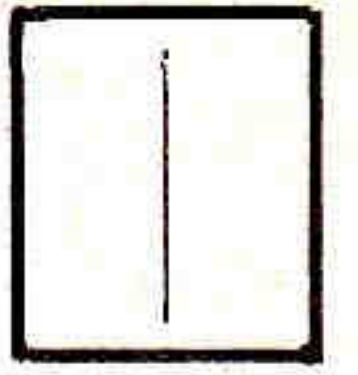


Figure 3. — Additionneuse mécanique. Cette machine permet d'additionner des nombres. Pour transcrire un nombre, on place, dans chaque colonne, le curseur en face du chiffre à reporter; un tour de manivelle, et la machine enregistre le nombre donné.

■ En fin de séance, tous les montages Meccano utilisés seront démontés.

## Étude du tour

Nom de l'élève : .....



**Matériel** - Matériel Meccano : plateau A et plateau B ;  
deux bracelets en caoutchouc.  
Papier millimétré; ciseaux; colle; crayons de couleur.

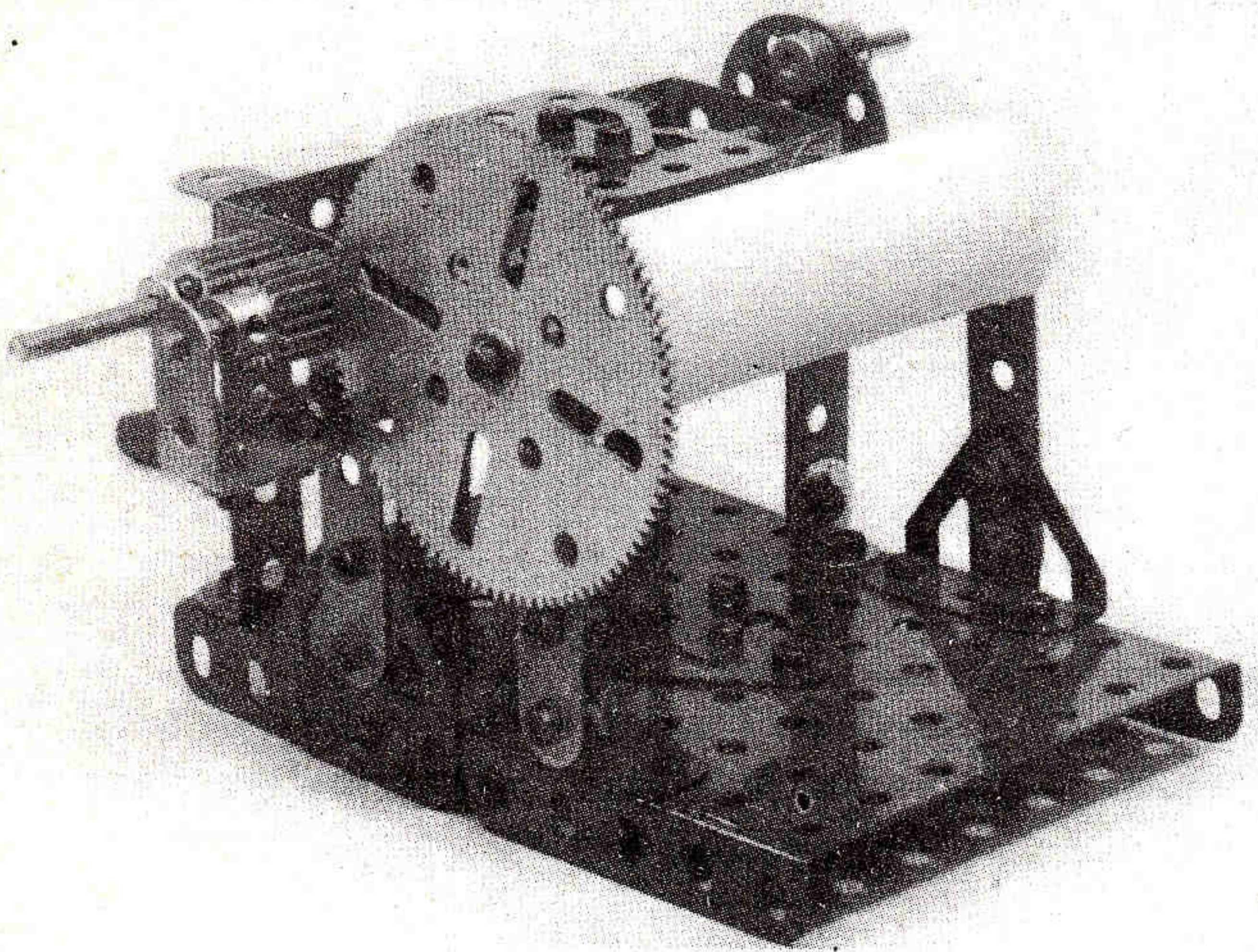


Figure 1. — Vue d'ensemble du montage.

### Travaux préparatoires

L'appareil à monter sera préparé en quatre parties, les membres du groupe se partageant les travaux correspondants. Il y a lieu de préparer :

- le support du chariot (figure 2),
- le support du cylindre, formant la moitié droite du montage (voir figure 1) et comprenant une plaque 9×6 cm (n° 53) et ce qu'elle supporte,
- le support du pignon de 19 dents (figure 3),
- le chariot auquel est fixé un crayon (figure 4).

Remarques concernant ces travaux.

Dans le support du pignon de 19 dents, la partie qui supporte la tringle de 4 cm (n° 18a) servant d'axe à ce pignon est formée de 2 équerres de 2 trous (n° 12a) : voir figure 3. Le chariot à monter est semblable au curseur construit pour

Figure 2. — Support du chariot.

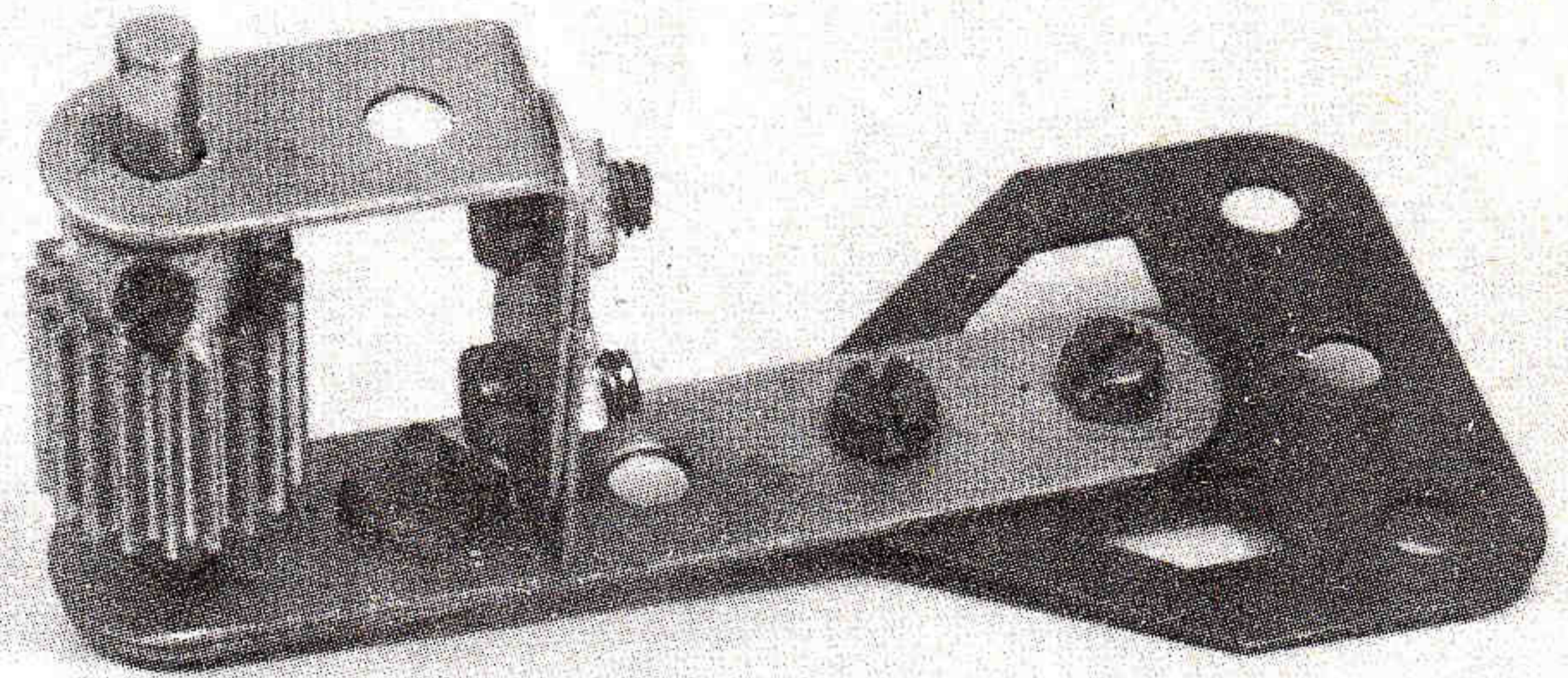
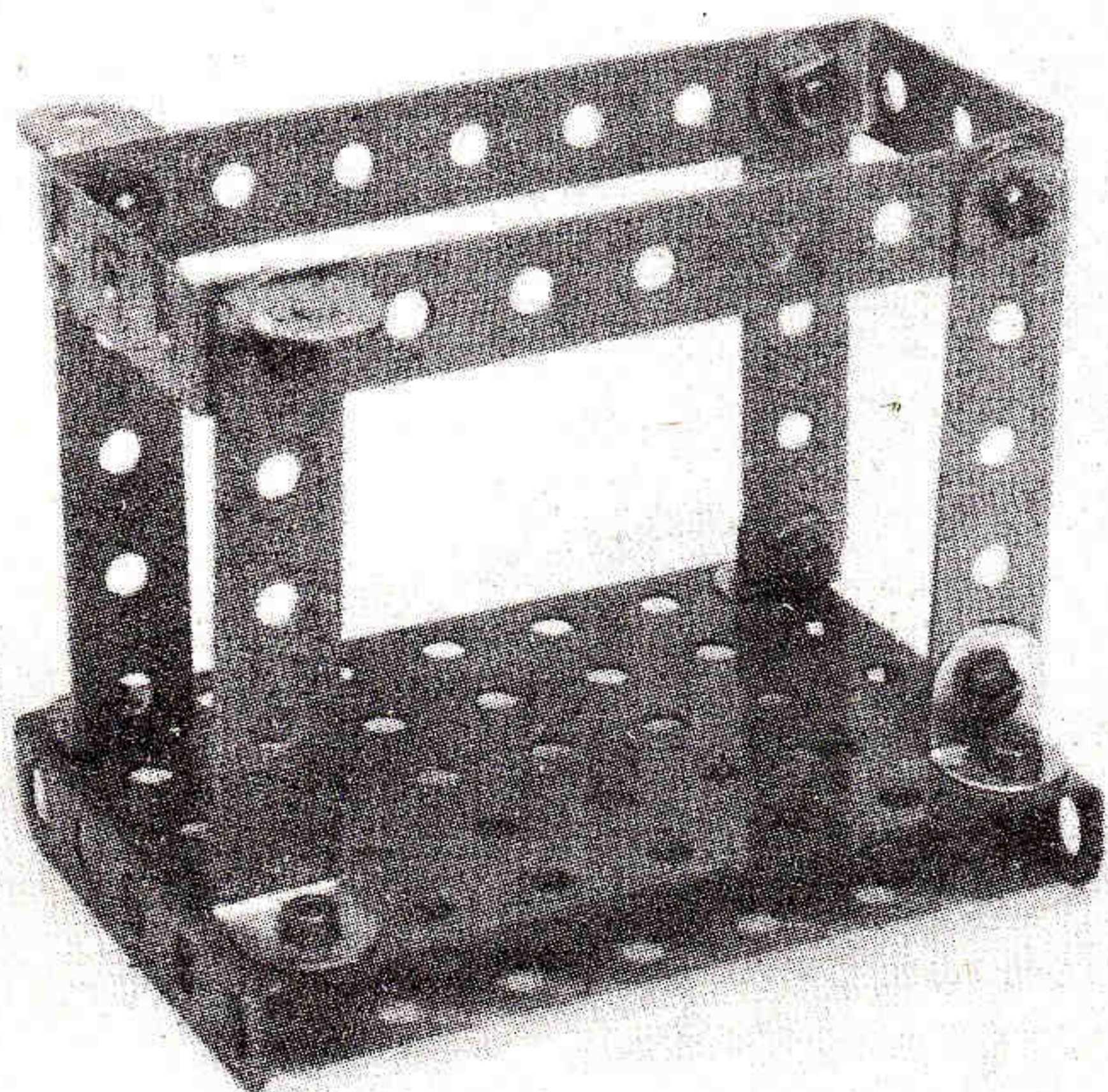


Figure 3. — Support du pignon de 19 dents.

former la machine à diviser (voir fiche n° 14) : utilisez la patte des équerres renversées munie d'un trou allongé pour les fixer à la pièce n° 63. Le crayon y est immobilisé, d'une part par une équerre double à un trou (n° 11), d'autre

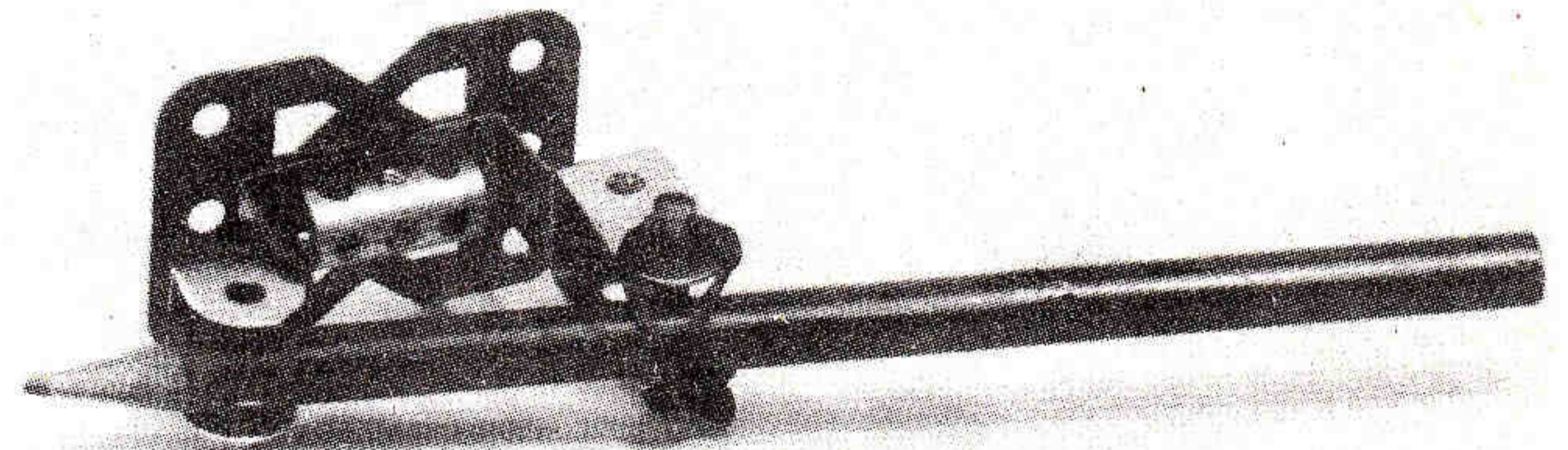


Figure 4. — Chariot portant le crayon.

part par une équerre double à deux trous (n° 11a) où le crayon repose sur une tringle de 2,5 cm (n° 18b) retenue par deux clavettes (n° 35). Deux petits bracelets de caoutchouc, plusieurs fois redoublés, maintiennent le crayon sur ces supports.

En ce qui concerne le support du cylindre (voir figure 1), l'axe du rouleau (n° 106) est mis en place avant de boulonner la dernière bande de 5 trous (n° 5) lui servant de support. D'autre part, le cylindre de bois doit être recouvert, avant que le montage soit achevé, de papier millimétré (un carré de 9 cm de côté dont les deux parties qui se chevauchent sont collées sur environ 1 cm).

### Expérience 1 : Achèvement du montage.

Le montage définitif s'effectuera en plusieurs étapes :  
1° Fixez le support du pignon de 19 dents, à l'aide de l'embase triangulée (n° 126a), sur le côté de la plaque de 6 sur 9 cm servant de support au chariot (voir figure 1).

2° Mettez le chariot en place entre les deux bandes de 7 trous (n° 3) sur lesquelles il doit glisser, la pointe du crayon étant orientée en direction du rouleau. Pour cela, ôtez tout d'abord les deux boulons placés à la partie supérieure des deux bandes de cinq trous (n° 5), faites pivoter ces bandes, puis, le chariot et la tige filetée étant mis en place, remontez-les. Placez ensuite, à chaque extrémité de la tige filetée, d'un côté un pignon de 19 dents (n° 26a), de l'autre

une roue Barillet (n° 24), cette dernière étant munie d'une poignée formée d'une tringle de 2,5 cm (n° 18b) maintenue, de part et d'autre de la roue, par deux bagues d'arrêt (n° 59).

3° Réglez l'écartement des deux équerres renversées (n° 125) du chariot afin que les deux pattes qu'elles forment le maintiennent bien entre les deux bandes de 7 trous (il faut généralement les éloigner au maximum l'une de l'autre). En vue de ce réglage, desserrez l'une après l'autre les vis qui, sur le dessus du chariot, maintiennent l'ensemble et mettez successivement en place chaque équerre renversée.

4° Réunissez les deux plaques de 6 sur 9 cm (n° 53) par une embase triangulée plate (n° 126a) comme l'indique la figure 1 (p. 1). Réglez alors la position des différentes pièces soutenant les deux parties de la machine de manière que la roue dentée et les deux pignons s'engrènent parfaitement les uns dans les autres : serrez bien les boulons maintenant ces pièces lorsque ce résultat est obtenu.

5° Réglez enfin la position du crayon de façon que la pointe de ce crayon marque convenablement sur le papier millimétré, sans abîmer ce papier.

## LE TOUR

### ● Qu'est-ce qu'un tour?

Le tour est une machine qui comprend essentiellement :

- un outil qui attaque la pièce;
- une vis-mère qui transmet un mouvement de translation au chariot portant l'outil;
- une poupée fixe et une poupée mobile qui maintiennent entre elles la pièce à travailler, et lui transmettent un mouvement de rotation de vitesse uniforme.

Comparez l'appareil monté et la figure 5. Quelle partie de cet appareil correspond

- à la vis-mère? .....
- au chariot? .....
- à la pièce à usiner? .....
- à l'outil? .....

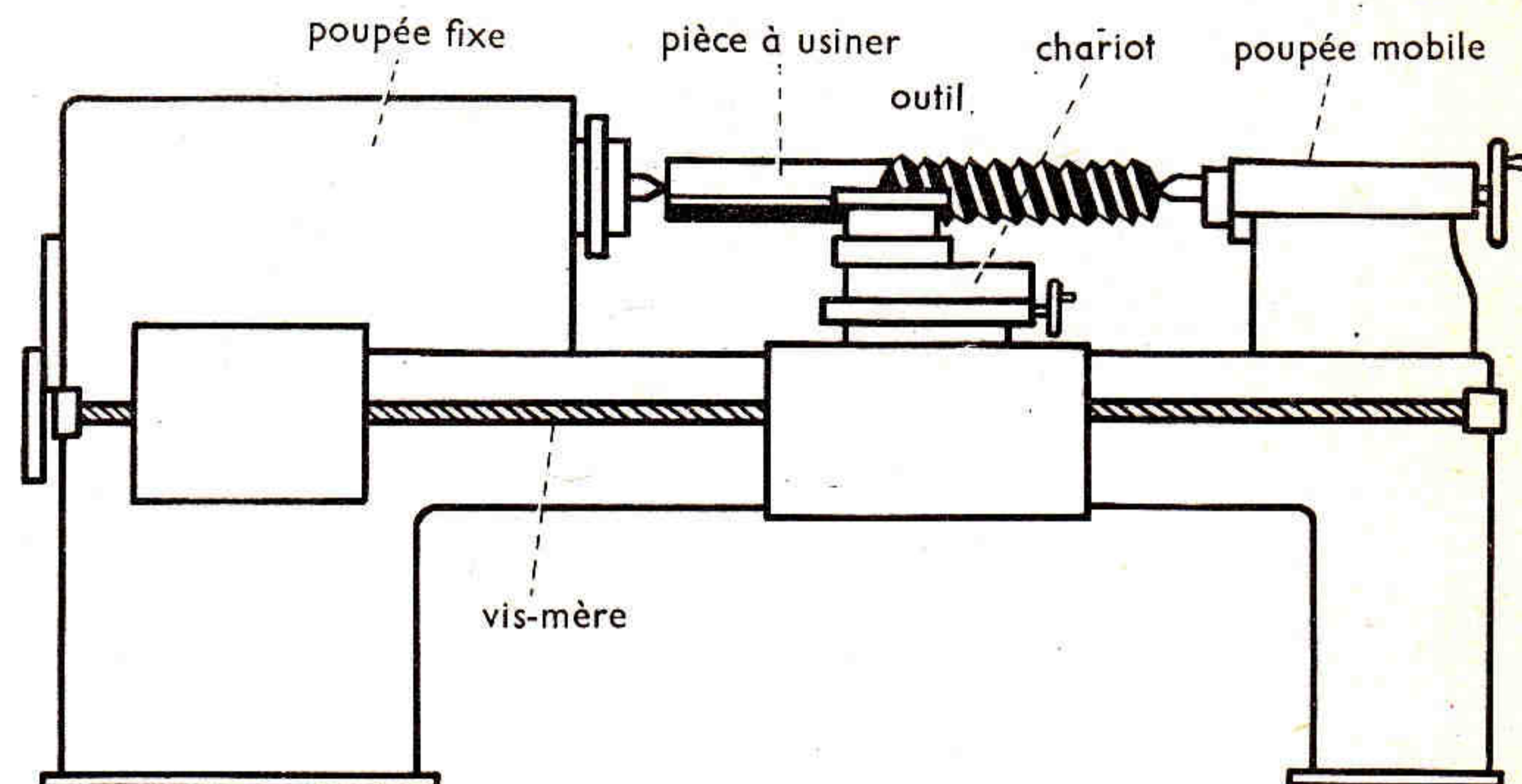


Figure 5. — Schéma d'un tour.

Si l'outil enlève une bande de métal pour amincir la pièce, l'opération exécutée est un chariotage. L'outil peut encore creuser dans la pièce un filet en forme d'hélice : il réalise alors un filetage (voir figure).

Teintez les deux poupées en bleu, la vis-mère en jaune et l'outil en rouge.

## ÉTUDE DU FILETAGE

### Expérience 2 : Principe de fonctionnement.

1<sup>re</sup> phase : Étude de la machine.

En manœuvrant, dans le sens inverse de rotation des aiguilles d'une montre, la roue Barillet portant une poignée, déplacez simultanément le chariot et le rouleau; la pointe du crayon laisse alors la trace de son passage sur le papier fixé sur le rouleau. Poursuivez l'expérience de manière à tracer trois ou quatre spires d'hélice sur le papier, tout en observant les divers mouvements qui se produisent dans la machine, afin de répondre au questionnaire suivant.

Sous l'action de la vis-mère (la tige filetée), quel type de mouvement fait la pointe de l'outil (la mine du crayon) portée par le chariot? .....

En même temps, quel mouvement subit la pièce à usiner (le rouleau)? .....

Quel type de mouvement se produit lorsque le même objet exécute simultanément une translation et une rotation (voir le travail sur le mouvement hélicoïdal)? .....

D'après le texte placé sous la figure 5, quelle opération exécute l'outil (la pointe du crayon) dans ces conditions? .....

2<sup>e</sup> phase : Mesure du pas de l'hélice.

En comptant le nombre de petits carreaux du papier millimétré qui, sur un même alignement horizontal, séparent deux des lignes de l'hélice obtenue, évaluez la distance horizontale séparant ces deux lignes. Ce nombre de millimètres correspond à la valeur du pas de l'hélice tracé. Répondez ensuite aux questions suivantes.

Pas de l'hélice obtenu : .....

Quelle démultiplication permet la série d'engrenages employés dans cette machine? .....

Par conséquent, pour que le rouleau fasse un tour complet, combien de tours doit faire la tige filetée? .....

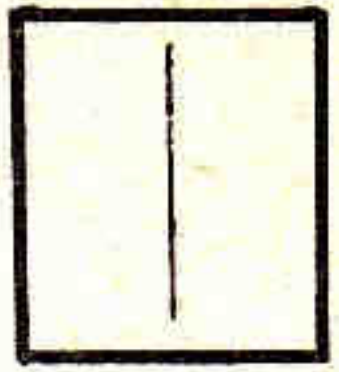
Que deviendrait le pas de l'hélice tracé si les engrenages assuraient, entre les deux parties de la machine (voir la fiche n° 19 sur les engrenages),

— une démultiplication de 10? .....

— une multiplication de 2? .....

■ Démontez la machine construite et remettez les pièces Meccano en place.





## Poids et dynamomètre

**Matériel** - Matériel Meccano : plateau A; fil; support de laboratoire; deux attaches parisiennes; boîte de poids marqués.

Papier millimétré; ciseaux; crayons de couleur.

### POIDS D'UN CORPS

#### ● Qu'appelle-t-on poids d'un corps?

La pesanteur est une force qui attire tous les corps en direction du centre de la terre.

Le poids d'un corps est dû à l'action de la pesanteur sur ce corps.

#### Expérience 1 : Existence de la pesanteur.

Prenez un petit objet (crayon, gomme); maintenez-le en l'air puis lâchez-le et répondez aux questions suivantes.

Que fait l'objet lâché? .....

Comment s'appelle la force qui intervient pour déplacer ce corps (voir ci-dessus)? .....

#### Expérencé 2 : Comparaison de poids.

Soulevez, successivement, la feuille de papier sur laquelle vous écrivez en ce moment, un cahier de classe, un livre scolaire, puis dites ci-dessous ce que vous avez remarqué.

Avez-vous fait des efforts identiques pour soulever chacun de ces trois objets? .....

Par conséquent, tous les corps sont-ils attirés par la pesanteur avec la même intensité? .....

### LE DYNAMOMÈTRE

#### ● Qu'est-ce qu'un dynamomètre?

Un dynamomètre est un appareil qui permet d'évaluer une force grâce à un allongement.

#### Exercice 1 : Étude du graphique d'allongement d'un ressort.

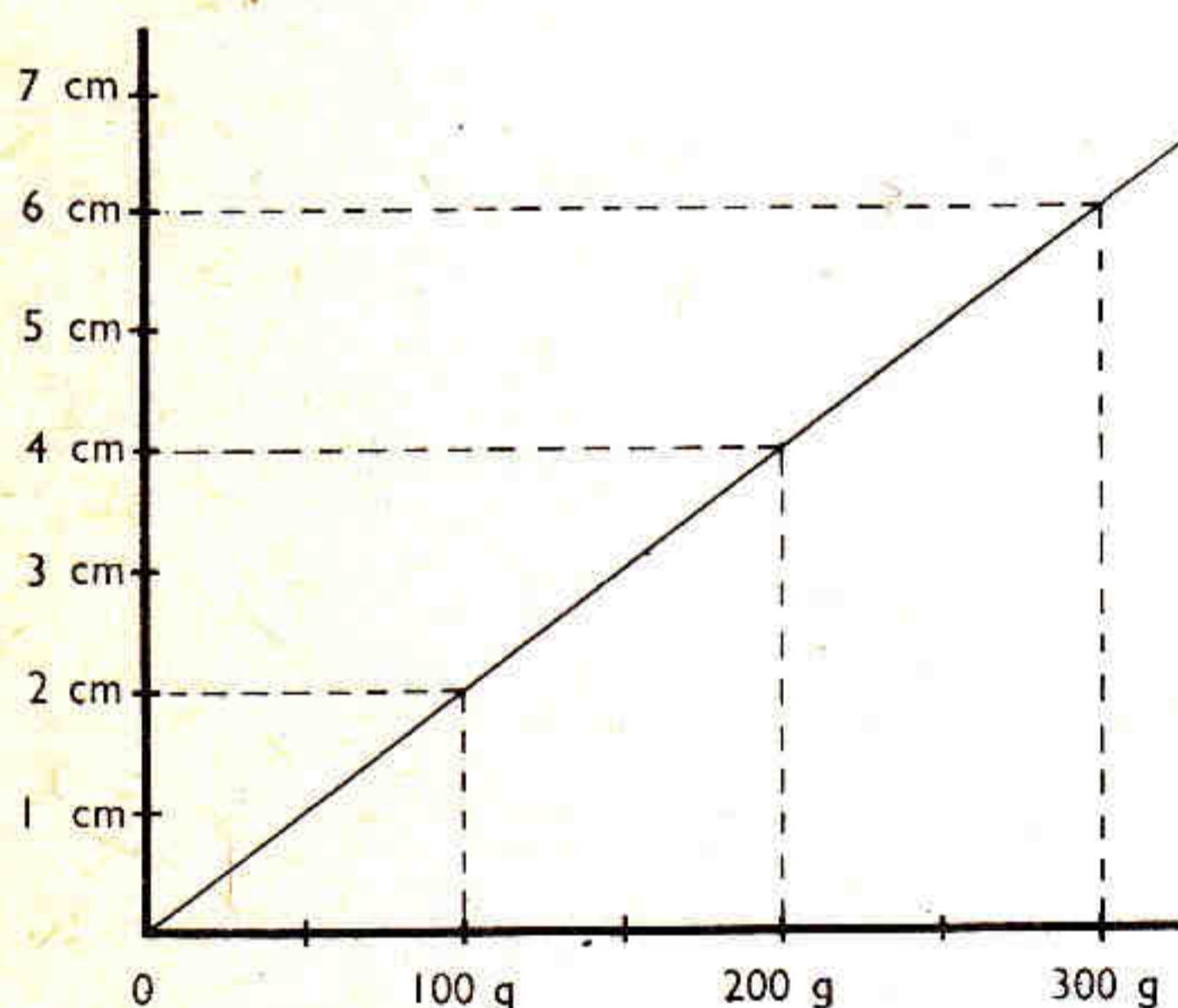


Figure 1. — Graphique d'allongement  
Repassez la ligne du graphique en rouge.

Sur le graphique ci-contre, sont représentés :  
— sur l'axe horizontal, les charges suspendues successivement au dynamomètre;  
— sur l'axe vertical, les allongements subis par le ressort sous l'effort de traction de la charge (plus la charge est lourde, plus l'allongement est important).

Tout en consultant ce graphique, répondez aux questions ci-contre.

Quel allongement correspond à une charge, de 300 g? .....; de 100 g? .....

Quel est le poids du corps lorsque l'allongement est de 4 cm? .....

Que sont les augmentations de longueur du ressort lorsque les charges passent de 0 à 100 g? .....  
de 100 à 200 g? .....; de 200 à 300 g? .....

Quelle particularité présentent les trois augmentations de longueur relevées? .....

Que remarquez-vous? .....

● Les allongements d'un dynamomètre sont proportionnels aux charges qui les produisent : à une même augmentation de charge correspond un même allongement.

### ÉTALONNAGE D'UN DYNAMOMÈTRE

#### Expérience 3 : Préparation de l'appareil.

1<sup>re</sup> phase : Montage de l'armature.

Avec une cornière de 19 trous et deux supports doubles (n° 11), montez l'armature (voir figure 3, page 2).

2<sup>e</sup> phase : Préparation des fils de suspension.

Fixez, à chaque extrémité du gros élastique que vous trouverez dans le plateau A, un fil d'une dizaine de centimètres; serrez très fortement ce fil pour qu'il ne puisse glisser.

3<sup>e</sup> phase : Fixation du dynamomètre.

Fixez l'extrémité libre de l'un de ces fils au trou central

du support double (pièce n° 11) de l'armature préparée : l'extrémité supérieure du dynamomètre doit alors se trouver à environ 1 cm du support double.

4<sup>e</sup> phase : Préparation du fil inférieur.

Sur le fil demeuré libre, et à environ 1 cm de l'extrémité inférieure de l'élastique, faites un nœud. Faites enfin, à l'extrémité de ce même fil, une petite boucle : cette boucle permettra d'y passer le fil afin de réaliser un nœud coulant (voir figure 2).

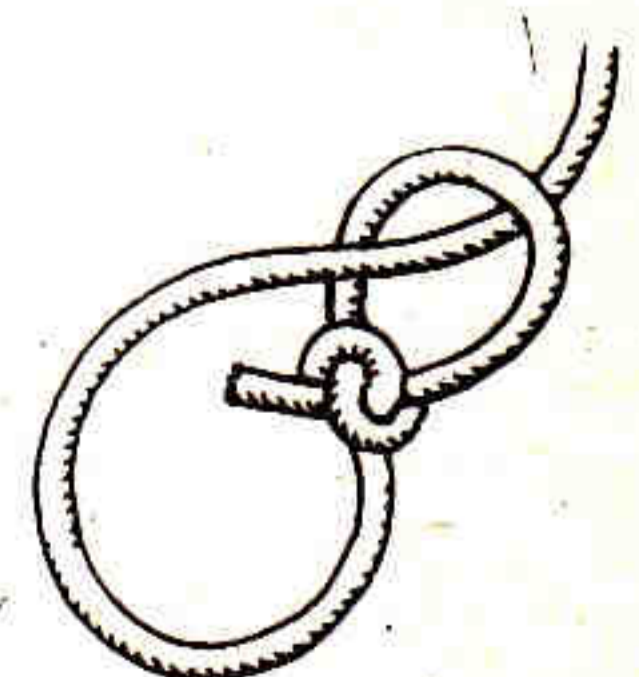


Figure 2  
Boucle et nœud coulant

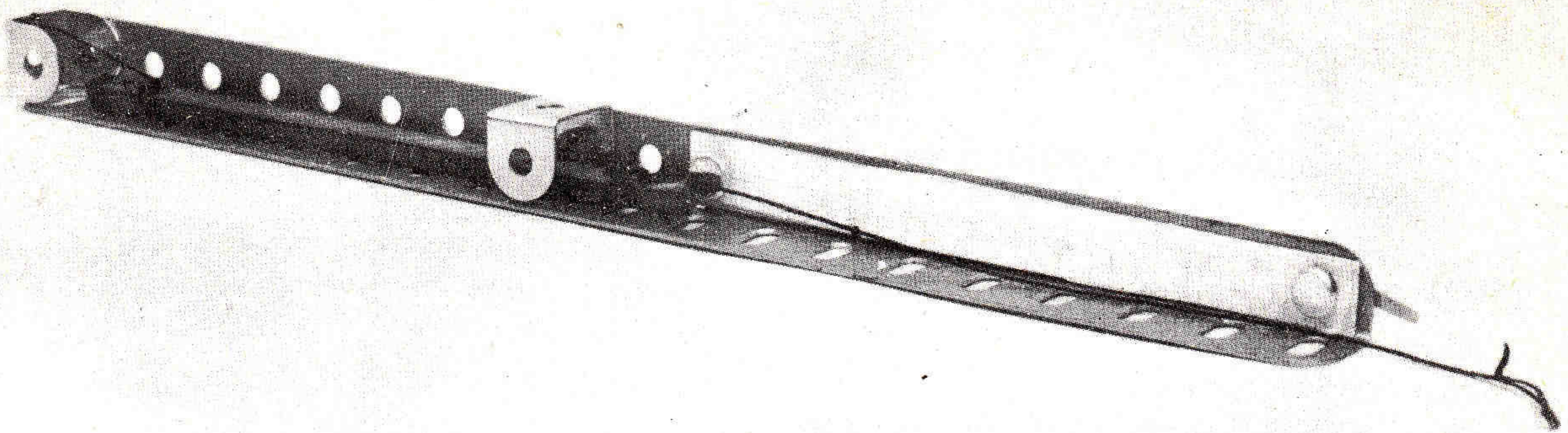


Figure 3. — Dynamomètre monté.

5<sup>e</sup> phase : Pose de la bande de papier.

Découpez une bande rectangulaire de papier millimétré de 1 cm sur 11 cm. Posez la bande obtenue comme indiqué sur la figure 3, dans la partie inférieure de l'armature (placez-la sur le côté de la cornière portant les trous ronds). Fixez cette bande de papier à l'aide de deux attaches parisiennes passées dans les trous de la bande cornière.

● **Qu'est-ce qu'un étalonnage?**

Étalonner un dynamomètre, c'est établir une graduation dont la lecture permettra ensuite de connaître les forces correspondant aux divers allongements de l'appareil.

**Expérience 4 : Étalonnage du dynamomètre.**

1<sup>re</sup> phase : Avec une charge de 600 g.

Suspendez le dynamomètre verticalement, en serrant la partie supérieure de l'appareillage dans la pince du support. En utilisant le nœud coulant préparé à l'extrémité inférieure du dynamomètre, suspendez une charge de 600 g formée du poids marqué de 500 g directement attaché par son bouton à la boucle du dynamomètre, augmenté d'un poids marqué de 100 g lié au précédent par un morceau de fil. Lorsque le fil s'est immobilisé, marquez un trait au crayon sur la ligne du papier millimétré la plus proche de la position occupée par le centre du nœud préparé sur le fil en vous plaçant bien en face du nœud afin de tenir compte de la parallaxe. A proximité de ce trait, marquez : "600 g".

2<sup>e</sup> phase : Avec une charge de 500 g.

Enlevez le poids marqué de 100 g, pour ne conserver suspendue au dynamomètre que la charge de 500 g. Le fil étant immobilisé, marquez d'un trait de crayon, sur le papier millimétré, la ligne la plus proche de la position du nœud. Indiquez qu'il s'agit du niveau correspondant à une charge de 500 g.

Autres phases : Avec des charges décroissantes.

En utilisant le nœud coulant préparé à l'extrémité du dynamomètre, et au besoin des morceaux de fil pour lier les autres

poids au poids principal, suspendez successivement au dynamomètre des charges de : 400 g (200+100+100 g); 300 g (200+100 g); 200 g; 100 g.

Chaque fois, marquez d'un trait de crayon sur le papier millimétré, comme précédemment, le niveau où s'immobilise le nœud de l'appareil.

Dernière phase : Avec une charge nulle.

Repérez enfin la position du nœud lorsqu'aucune charge n'est suspendue au dynamomètre. Pour cela, maintenez simplement le fil rectiligne pour noter le niveau du nœud du dynamomètre sur la feuille de papier millimétré; portez à proximité de ce trait la mention : "0 g".

**Exercice 2 : Examen des graduations obtenues.**

Examinez les divers traits d'étalonnage portés sur la bande de papier millimétré, et correspondant aux positions du nœud du dynamomètre selon l'intensité de la force de traction exercée sur cet appareil.

Évaluez alors, en comptant le nombre de petites lignes de 1 millimètre qui séparent chacun des traits de l'étalonnage, les allongements subis par le dynamomètre lorsque la force exercée par les poids marqués passe :

de 0 à 100 g : ..... ; de 100 à 200 g : .....

de 200 à 300 g : ..... ; de 300 à 400 g : .....

de 400 à 500 g : ..... ; de 500 à 600 g : .....

Que remarquez-vous, concernant la valeur de ces allongements, l'augmentation de charge étant régulièrement de 100 g, en tenant compte aussi bien des erreurs expérimentales que des imperfections de l'élasticité du dynamomètre (voir le texte placé après l'exercice 1)? .....

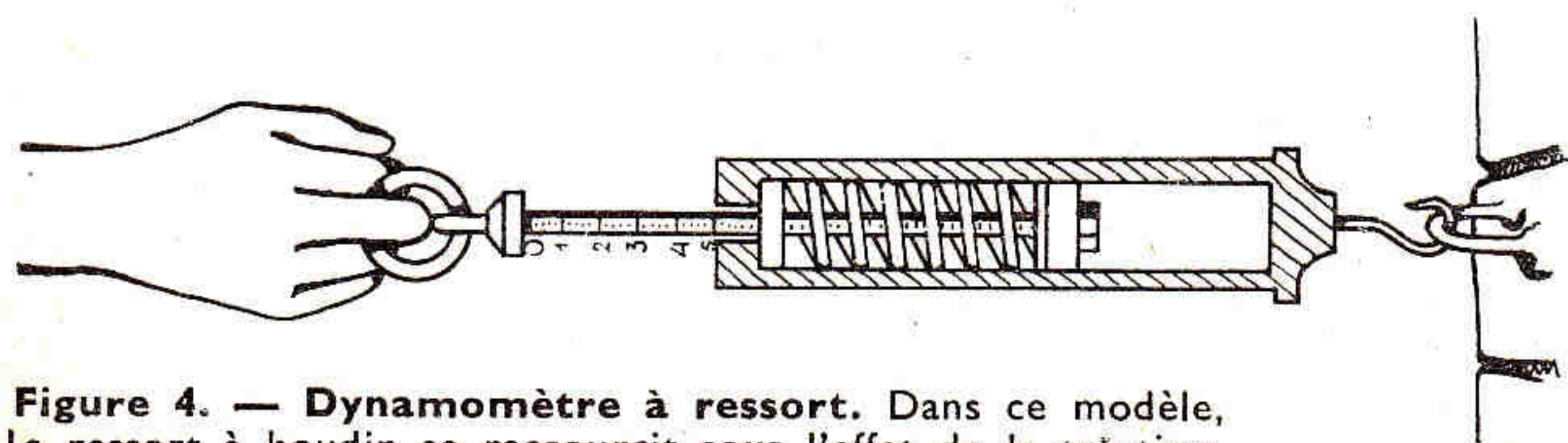
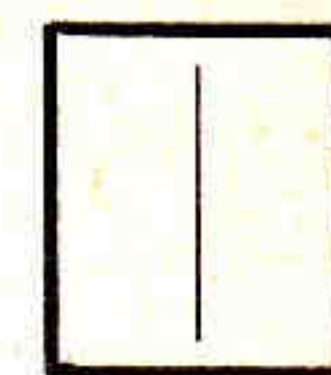


Figure 4. — Dynamomètre à ressort. Dans ce modèle, le ressort à boudin se raccourcit sous l'effet de la traction.

■ Le dynamomètre étalonné obtenu ne sera pas démonté, en fin de séance, mais conservé pour des travaux ultérieurs. Indiquez en conséquence, sur la bande de papier, le nom des élèves qui l'ont préparé.



## Forces parallèles

**Matériel** - Matériel Meccano : plateau A; 2 poulies 25 mm n° 22 (plateau B); dynamomètre étalonné; fil; boîte de poids marqués.  
Règle graduée.

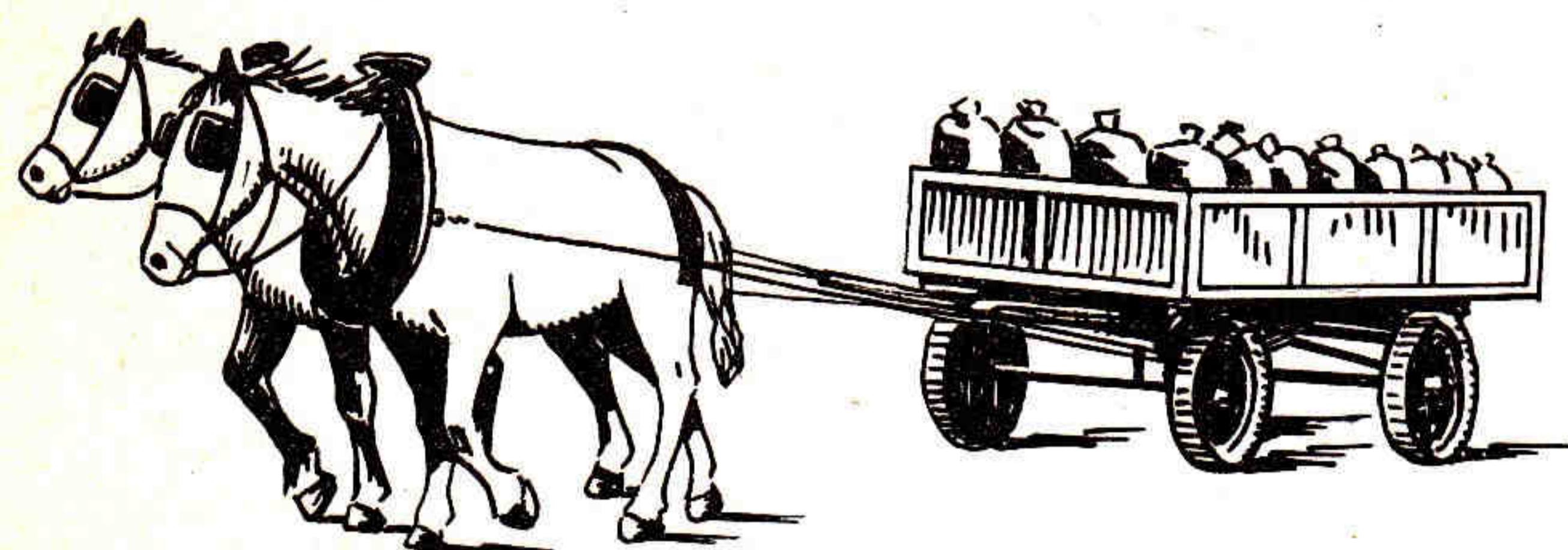


Figure 1. — Les deux chevaux exercent des forces de traction parallèles et de même sens.

Figure 2. — Expérience historique réalisée en 1654 à Magdebourg. On utilisa deux calottes demi-sphériques creuses, s'appliquant exactement l'une sur l'autre. Après avoir chassé l'air de l'intérieur de la sphère ainsi formée, la pression de l'air extérieur (pression atmosphérique) était devenue telle que l'effort de plusieurs chevaux ne put séparer les deux hémisphères. Ces deux groupes de chevaux exercent sur la sphère des forces parallèles et de sens contraires.

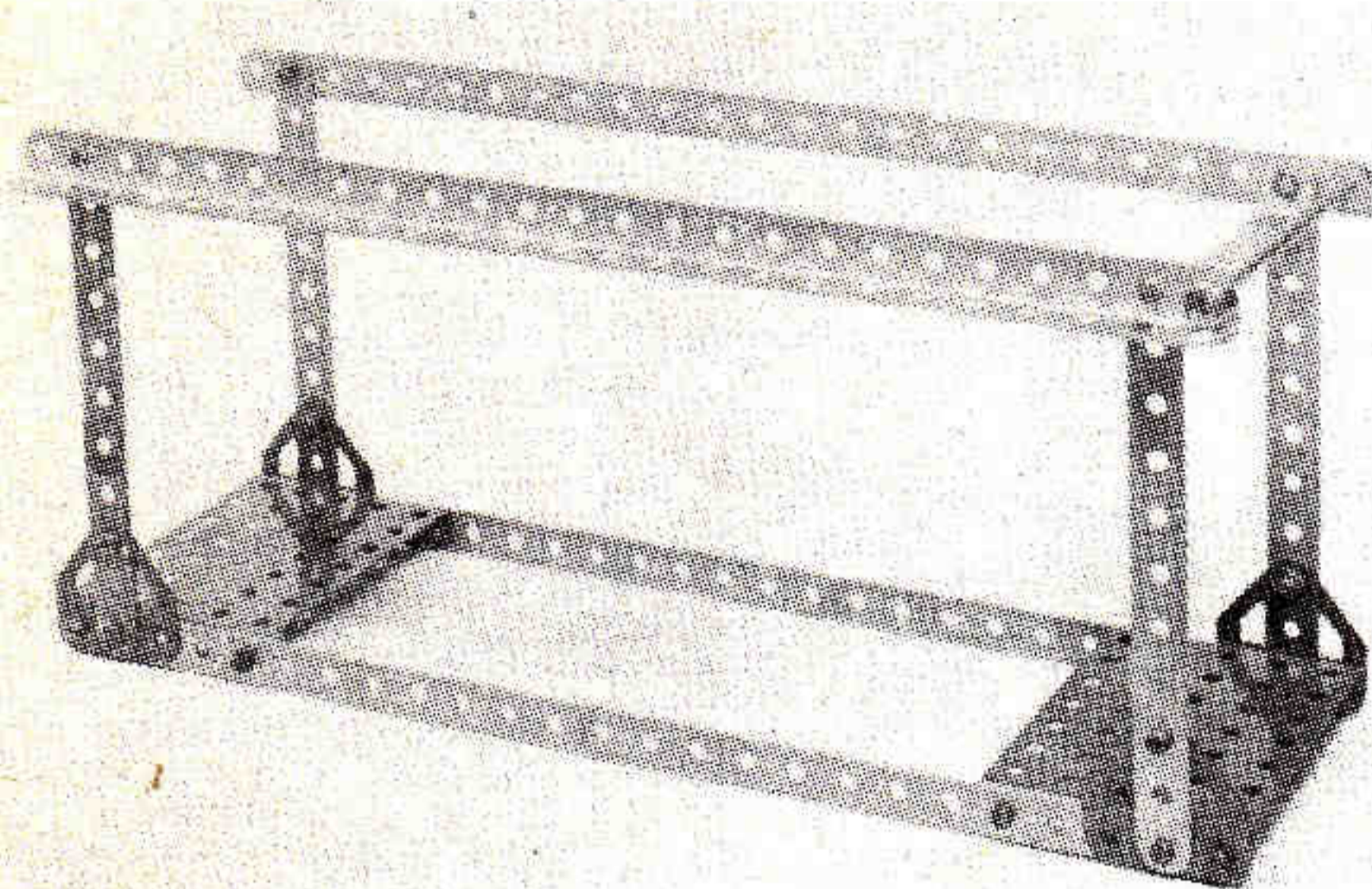
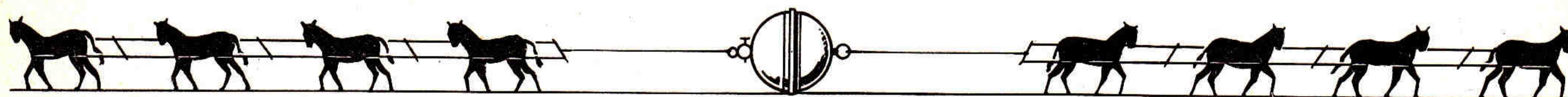


Figure 3. — Support, sans la bande sur laquelle est fixé le dynamomètre.

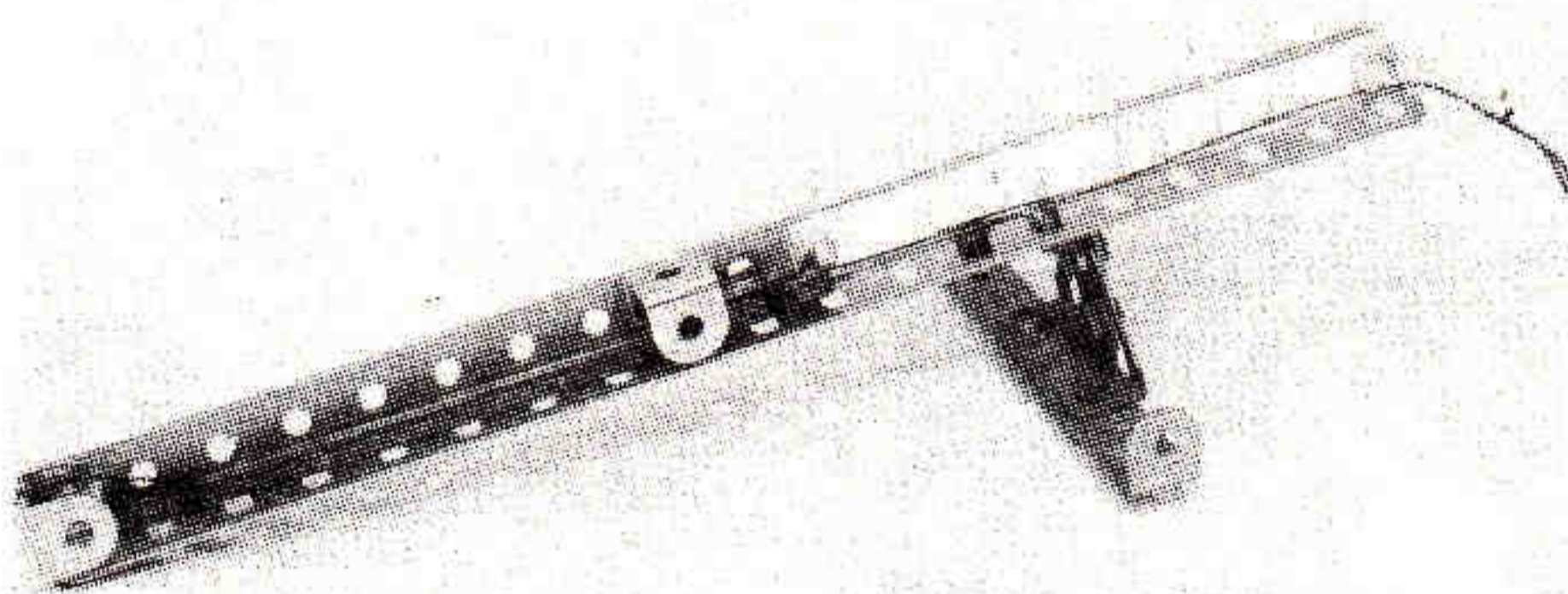


Figure 4. — Dynamomètre, monté sur la bande de 7 trous.

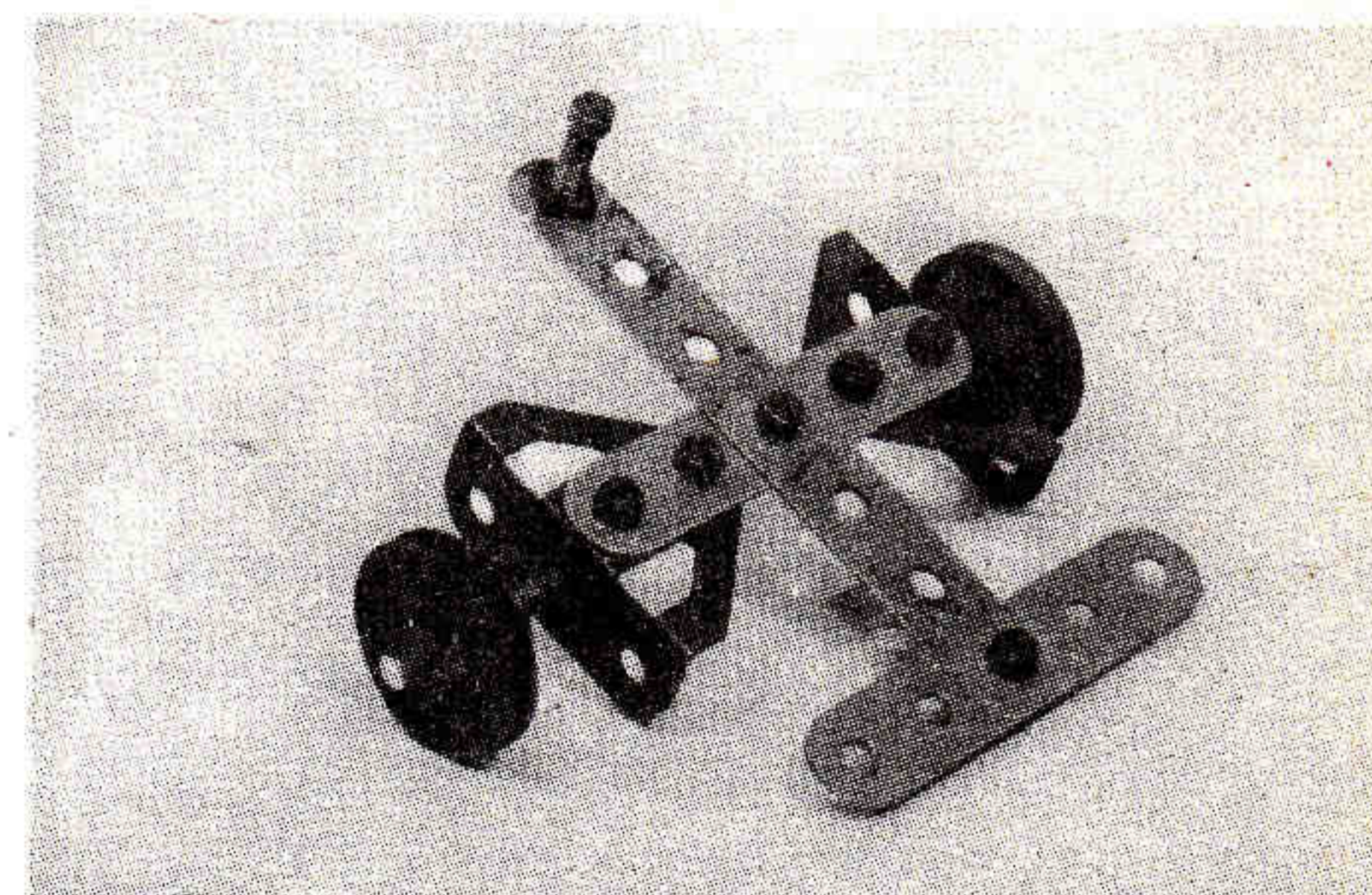


Figure 5. — Petit chariot à monter.

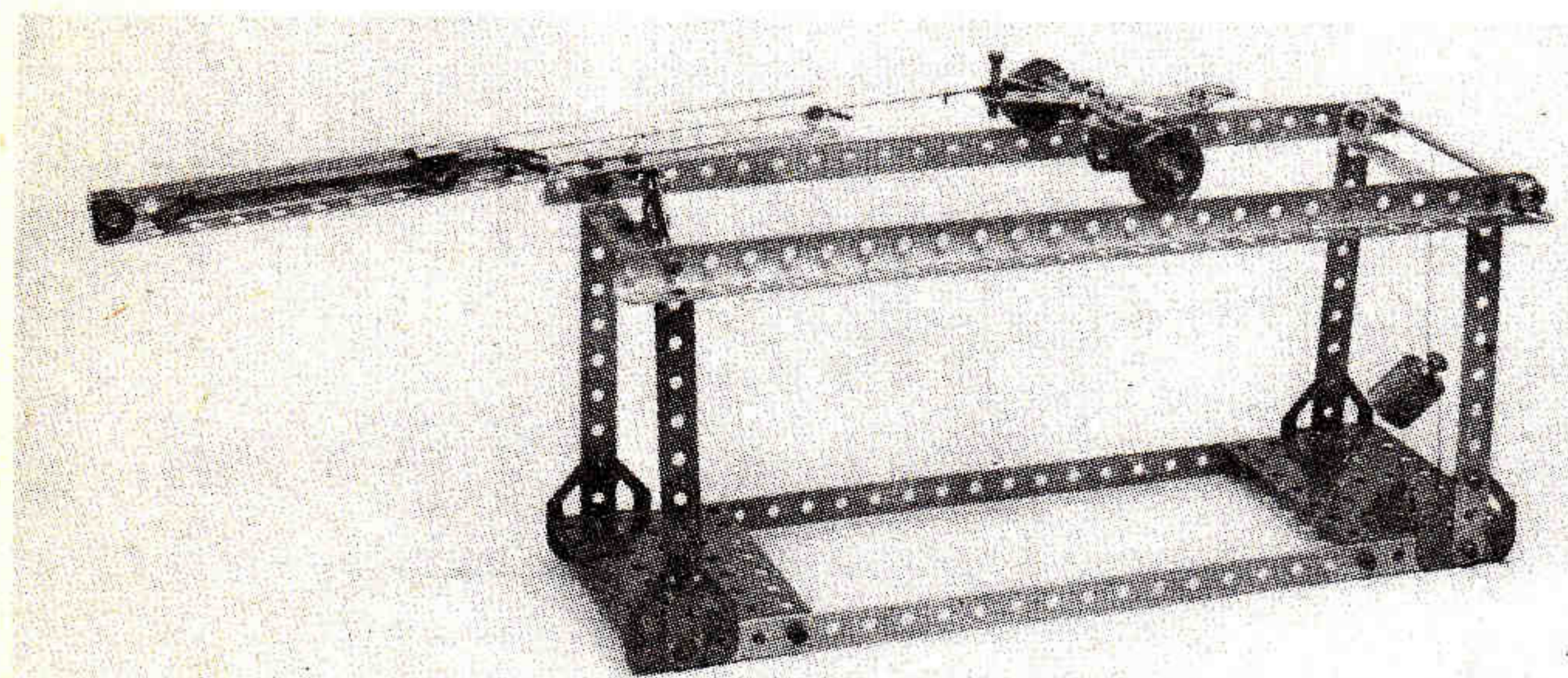


Figure 6. — Vue d'ensemble du montage à réaliser.

### Travaux préparatoires

L'appareil à préparer est réalisé en trois parties (figures 3, 4 et 5) qui sont ensuite assemblées pour constituer l'appareillage présenté par la figure 6; ces tâches de préparation sont réparties entre les élèves du groupe.

Les trois parties sont :

— le support sur lequel doit rouler le chariot, à l'exception, toutefois, de la bande coudée de 7 trous (n° 48b) portant l'armature du dynamomètre (figure 4) : une tringle de 10 cm (n° 15b), maintenue par deux bagues d'arrêt, doit être placée à l'extrémité droite de ce support, comme l'indique la figure;

— le dynamomètre étalonné lors du travail de la fiche n° 24, à monter sur une bande coudée de 7 trous (figure 4) grâce à une équerre (n° 12a) et une embase coudée (n° 126);

— le petit chariot (figure 5) : la vis de 19 mm (n° 111) placée à l'extrémité de la bande de 7 trous (n° 3) est maintenue par deux écrous serrés contre la bande, l'un en dessus, l'autre en dessous de cette bande (lors du montage final, la boucle du dynamomètre est passée dans la partie supérieure de cette vis).

## ACTION DE FORCES PARALLÈLES

### Expérience 1 : Action d'une force de traction.

La boucle du fil du dynamomètre étant passée dans la partie supérieure de la vis de 19 mm, comme indiqué sur la figure 6, fixez un fil d'environ 15 cm de longueur au trou situé à l'une des extrémités de la bande de 5 trous (n° 5)

qui se trouve de l'autre côté du chariot. A l'extrémité libre du fil préparé, suspendez un poids marqué de 200 g, de manière que le fil tendu par l'action du poids repose sur la tringle placée à l'extrémité du support (la bande de 5 trous s'incline alors obliquement, ce qui n'a pas d'importance).

Réglez la position du fil de suspension du poids de 200 g sur la tringle de manière que ce fil soit parallèle au fil du dynamomètre.

Faites rouler légèrement le petit chariot de droite à gauche et de gauche à droite, afin de lui permettre de trouver son équilibre.

Relevez alors la valeur de la force de traction qui s'exerce sur le dynamomètre, par lecture de la graduation de cet appareil, en tenant compte de la graduation la plus proche du nœud de l'appareil (mesure à une unité près : voir la remarque A de la fiche préliminaire).

Force de traction obtenue : .....

La force exercée par le poids de 200 g et celle exercée (pour retenir le chariot) par le dynamomètre, sont de directions parallèles. Pourquoi? .....

D'autre part, ces deux forces sont de quels sens, l'une par rapport à l'autre (de même sens ou de sens contraires)? .....

Comparez l'intensité des deux forces opposées qui s'équilibrent. Que remarquez-vous? .....

### Expérience 2 : Action de deux forces de traction.

En laissant en place le montage préparé pour l'expérience précédente, fixez maintenant un second fil de 15 cm à l'autre extrémité demeurée libre de la bande de 5 trous. Suspendez à ce fil un poids marqué de 100 g.

## ÉTUDE DE LA TRACTION D'UN VÉHICULE

### Expérience 3 : Traction à vide.

1<sup>re</sup> phase : Préparation de l'appareil.

De l'appareil précédemment monté, ôtez le dynamomètre, en enlevant les deux boulons qui fixent, sur la bande coudée, l'embase triangulée coudée lui servant de support.

D'autre part, inversez la position du chariot sur les rails, en plaçant l'extrémité de la bande de 7 trous portant la vis de 19 mm du côté de la tringle.

2<sup>e</sup> phase : Essais de traction.

Prenez un morceau de fil de 20 cm; faites une boucle à l'une de ses extrémités, boucle que vous passerez dans la partie supérieure de la vis de 19 mm du chariot.

A l'autre extrémité du fil préparé, suspendez, au moyen d'un nœud simple fixé sur le bouton, un poids marqué de 1 g. Le fil reposant sur la tringle de 10 cm. laissez pendre le poids et réglez la position du chariot le long des deux rails, de manière que ce poids ne touche pas la table. Observez alors si la traction exercée par ce poids de 1 g est suffisante pour déplacer le chariot.

S'il n'y a pas de déplacement, comme c'est probable, enlevez le poids de 1 g, remplacez-le par un poids de 2 g et recommencez l'expérience. Continuez, s'il y a lieu, à augmenter progressivement la valeur de la charge suspendue à l'extrémité

Faites glisser les deux fils de suspension le long de la tringle de 10 cm, jusqu'à ce que ces fils aient chacun une direction parallèle à celle du fil du dynamomètre. Déplacez ensuite légèrement le chariot, de gauche à droite et de droite à gauche, afin de lui permettre de trouver son équilibre, puis relevez la valeur de la force de traction que supporte ce dynamomètre : mesure à effectuer à une unité près, comme à l'expérience précédente.

Nouvelle force de traction : .....

Les trois forces qui s'exercent sur le chariot ont des directions parallèles. Pourquoi? .....

En considérant ces trois forces, on constate qu'il s'exerce sur le chariot :

— deux forces parallèles et de même sens : lesquelles? .....

— des forces parallèles et de sens contraires : lesquelles? .....

Si vous comparez l'intensité totale des deux efforts de traction qui s'exercent de chaque côté du chariot à l'arrêt, que remarquez-vous? .....

Par conséquent, les actions des deux forces parallèles qui s'exercent, dans le même sens, sur la bande de 5 trous, s'additionnent-elles ou se retranchent-elles? .....

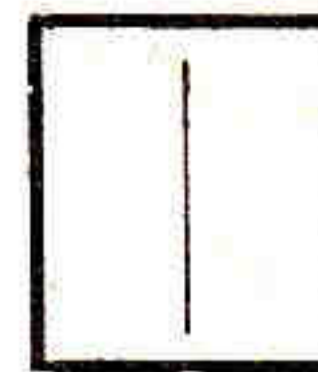
du fil, en passant successivement à 3, 4, 5, 6 g, etc., et poursuivez l'opération jusqu'à ce que vous ayez obtenu un déplacement du chariot sous l'effort de traction de la charge suspendue; notez ci-dessous la valeur de la charge nécessaire.

Charge minimum ayant permis le déplacement du chariot : .....

● Lorsqu'un mobile se déplace sur un plan horizontal, la force de traction qui permet son déplacement a pour effet de vaincre les résistances qui s'opposent à ce déplacement, parmi lesquelles les frottements. Plus le mobile est lourd, plus important est l'effort de traction à fournir.

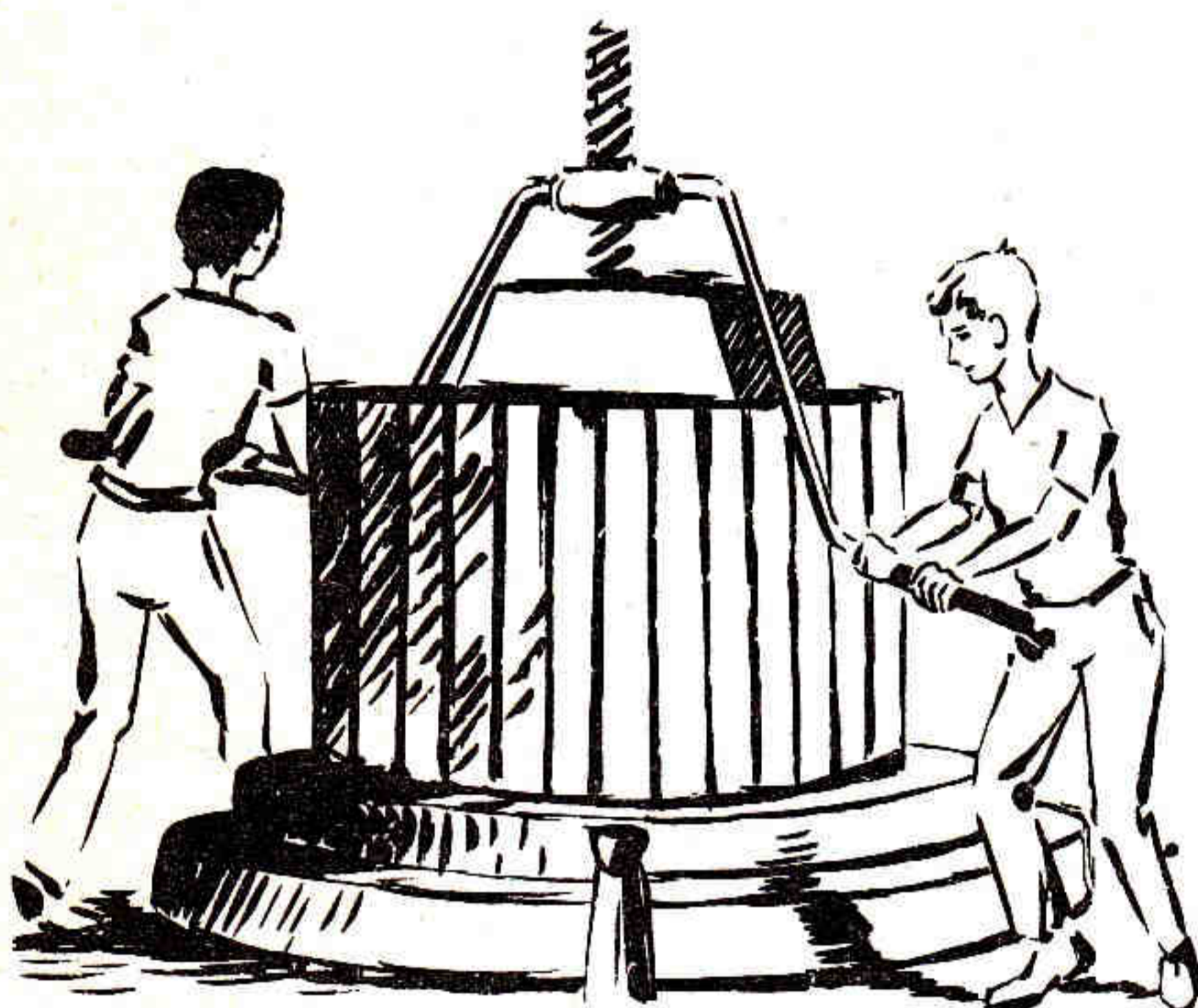
D'après le texte ci-dessus, à quoi a été surtout utilisée la force de traction exercée par le poids suspendu, lors de l'expérience 3? .....

■ En fin de travail démontez le support, le petit chariot et l'embase triangulée coudée fixée au dynamomètre, mais conservez le dynamomètre étalonné et son armature pour des travaux ultérieurs.



## Balance de torsion et clé dynamométrique

**Matériel** - Matériel Meccano : plateau A; dynamomètre étalonné; fiche de bristol.  
Crayons de couleur; règle graduée; ciseaux.



**Figure 1. — Vis de presseur.** Les deux hommes exercent leur effort dans deux directions parallèles, mais de sens opposés : ils exercent un couple, qui fait tourner la vis du presseur.  
Représentez les deux forces du couple par deux flèches tracées au crayon rouge : ces flèches doivent partir du point où s'exerce la force — sur la barre de manœuvre du presseur, entre les deux mains de chaque ouvrier — et prendre la direction dans laquelle s'exerce l'effort de chaque homme; ces deux flèches auront d'autre part la même longueur : 1 cm.

**Figure 2. — Treuil d'un puits.** La force qui entraîne le treuil s'exerce sur la poignée; l'axe du tambour, en résistant à l'effort qui tend à le déplacer, est à l'origine de la seconde force du couple; cette seconde force est parallèle à la première mais de sens contraire.  
Représentez, comme à la figure 1, les deux forces du couple par deux flèches rouges de 1 cm; les points d'origine de chacune de ces flèches seront placés à chaque extrémité de l'axe du treuil : ces forces sont parallèles et de sens contraires.

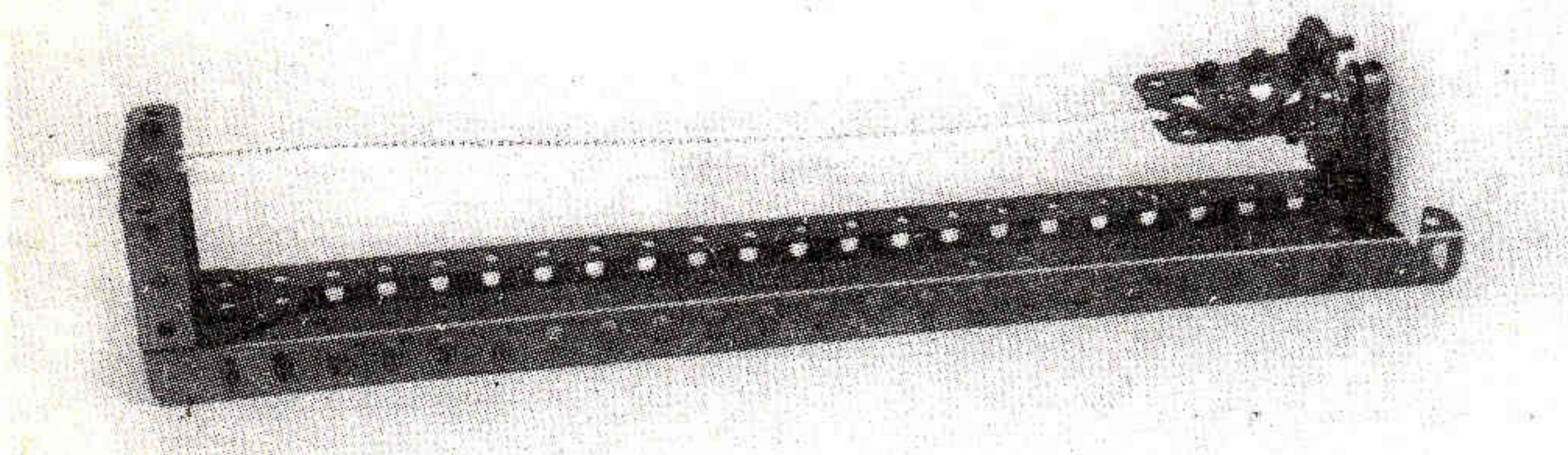
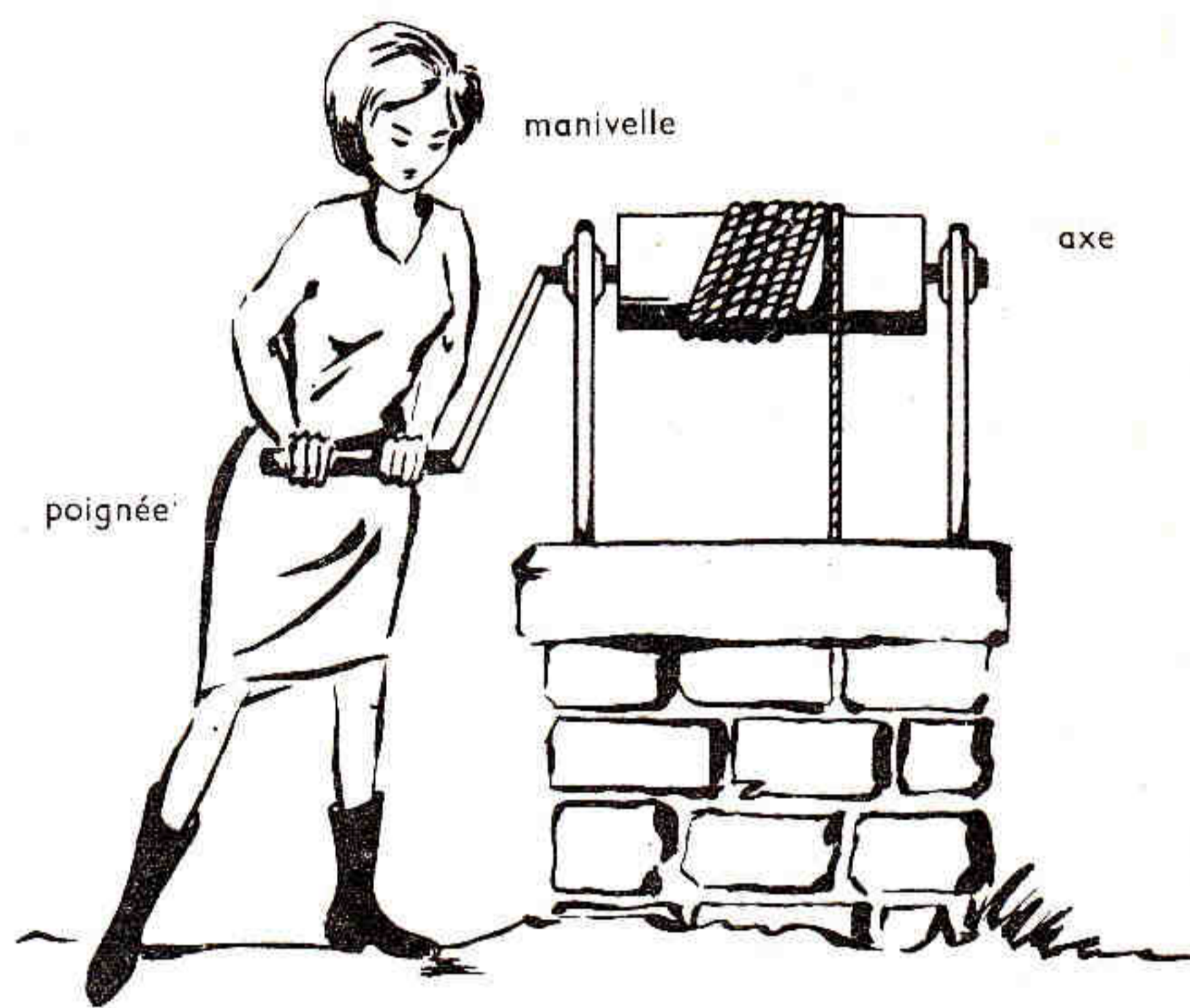


Figure 3. — Premier appareil.

### Travaux préparatoires

Deux appareils sont à préparer simultanément.

Les parties droite et gauche du premier appareil (figure 3) seront préparées séparément par deux élèves qui monteront : 1° d'une part, la partie gauche de l'appareil, dans laquelle sera immédiatement fixé le ressort aplati joint au matériel Meccano. Ce ressort y sera serré entre deux bandes de 5 trous (n° 5) boulonnées sur deux bandes coudées de 3 trous (n° 48), une embase plate (n° 126a) maintenant l'écart entre les deux cornières de 25 trous (n° 8) servant d'appui;

2° d'autre part, la partie droite de l'appareil formée d'une roue Barillet (n° 24) placée sur une tringle de 2,5 cm (n° 18b) passée dans le trou supérieur d'une embase plate (n° 126a) et maintenue en place grâce à une bague d'arrêt (n° 59); cette embase porte elle-même à sa base deux équerres (n° 12) qui permettront de la fixer sur les cornières de 25 trous formant l'appui de l'appareil. Sur la roue Barillet, sont boulonnées deux autres équerres (n° 12) qui maintiennent deux embases plates (n° 126a) entre lesquelles l'extrémité droite du ressort aplati sera placée.

Finalement, réunissez les deux parties préparées pour obtenir l'appareil présenté à la figure 3, la partie droite étant fixée sur les deux cornières de 25 trous de manière que le ressort aplati soit sensiblement rectiligne.

Ajoutez alors une vis de 12 mm (n° 111a) sur la roue Barillet, comme indiqué sur la figure : cette vis servira à la fois de point d'attache au fil du dynamomètre et de repère pour

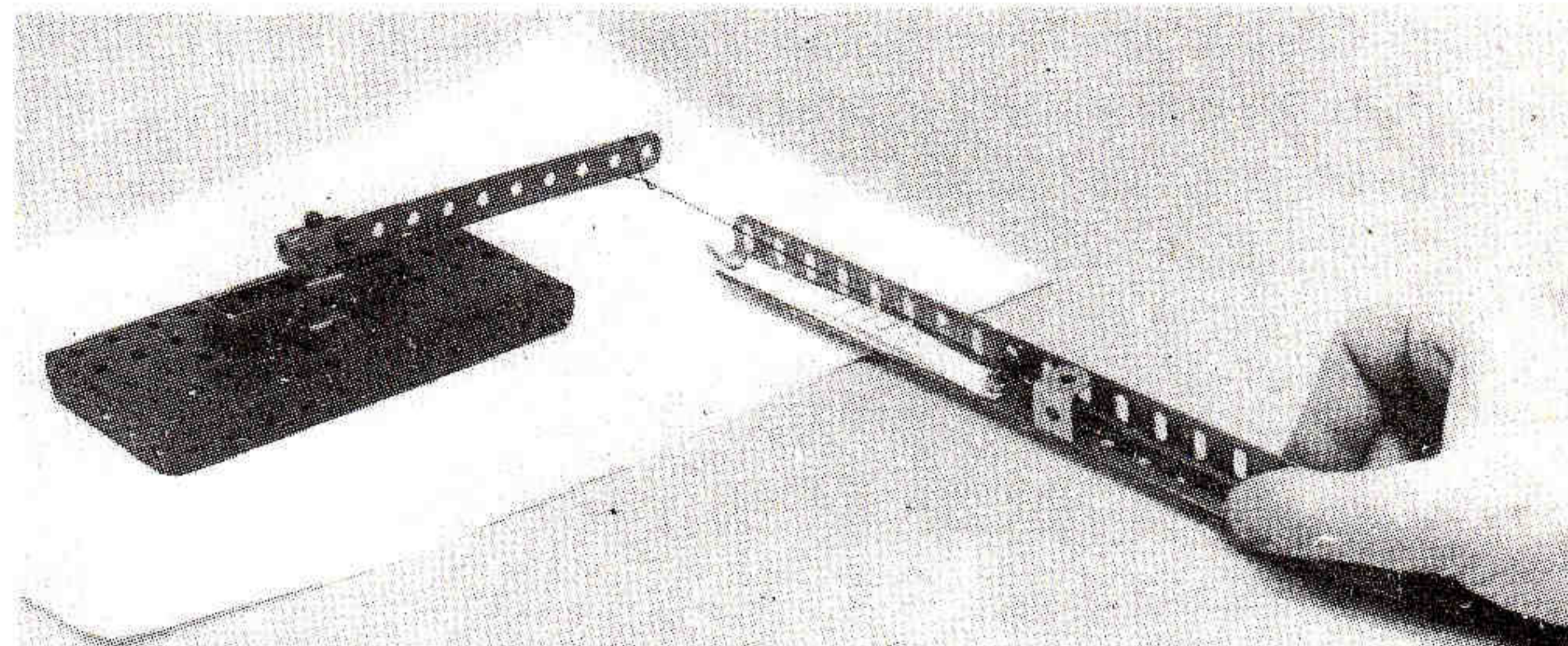


Figure 4. — Deuxième appareil.

noter les déplacements de la roue Barillet.

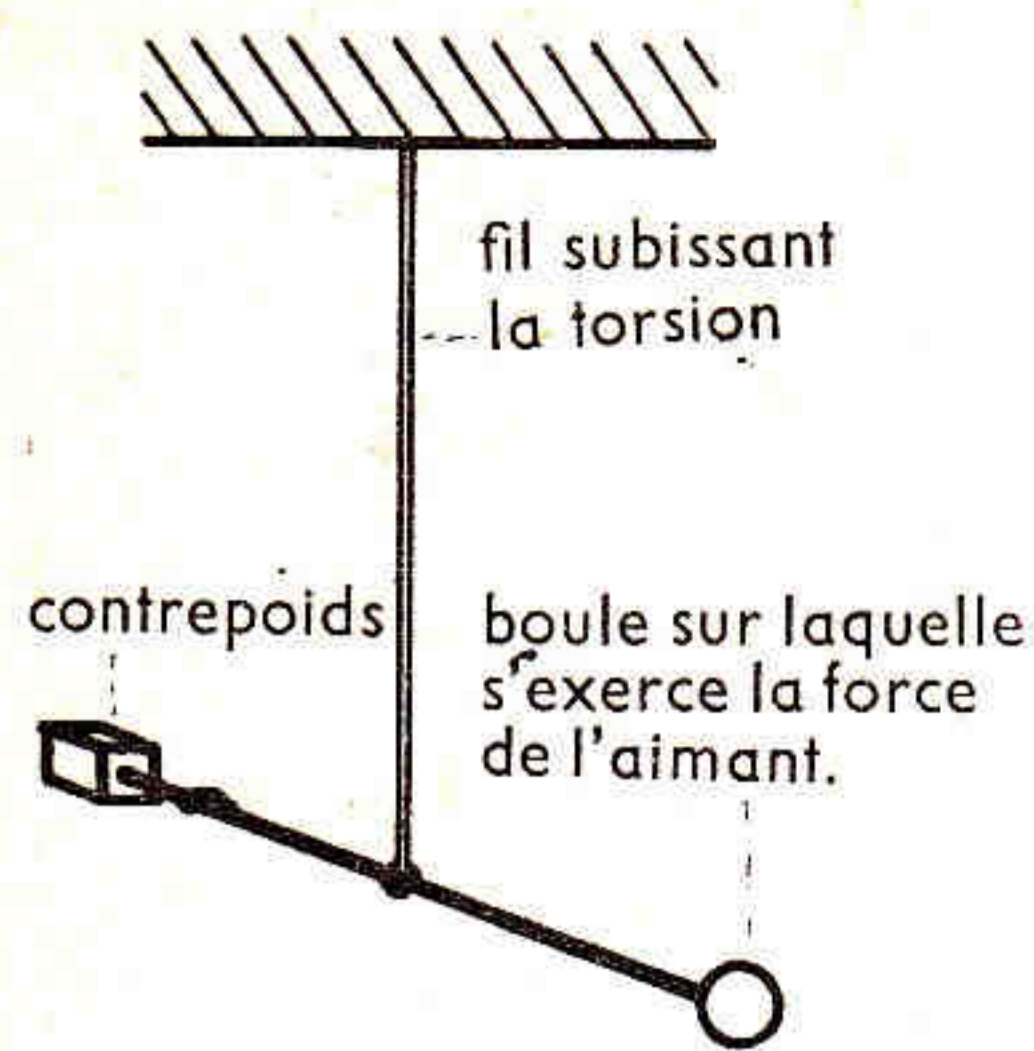
Pour terminer l'appareil, placez un carré de bristol de 6 cm de côté découpé dans une fiche (voir figure); ce carré est traversé en son centre par la tringle de 2,5 cm et est maintenu vertical grâce à une seconde bague d'arrêt placée derrière le carton.

Pour construire le deuxième appareil (figure 4), examinez tout d'abord la pièce n° 63 du matériel Meccano : cette pièce porte trois rangées de deux perforations faites perpendiculairement l'une par rapport à l'autre : l'une de ces perforations est filetée. Vissez, dans l'un des trous filetés placés au milieu de la pièce, une grande vis de 19 mm (n° 111), jusqu'à ce que la tête de cette vis bute sur la pièce. Enfilez, dans cette grande vis de 19 mm, quatre rondelles (n° 38) et introduisez cette vis dans le trou supérieur du cavalier (n° 45) : voir figure. Passez ensuite dans cette vis, en dessous du cavalier, un écrou, écrou que vous faites tourner jusqu'à ce qu'il arrive au contact du cavalier, mais sans serrer.

Immobilisez alors l'écrou, afin qu'il ne puisse plus tourner, au moyen du petit appareil que montre la figure : cet appareil est formé de deux bandes de cinq trous (n° 5) unies par un support double (n° 11), et ces bandes sont glissées de part et d'autre de l'écrou.

Fixez enfin le cavalier au centre de la grande plaque (n° 52), puis mettez en place la bande de 11 trous (n° 2), au moyen de deux boulons, sur le côté de la pièce n° 63 (voir figure 4).

## BALANCE DE TORSION



**Figure 5. — Schéma d'une balance de Coulomb.** Cette balance de torsion permet d'évaluer l'attraction ou la répulsion exercée par un aimant. Elle comporte un fil de métal qui se tord d'autant plus que la force qui s'y exerce est intense. La force est exercée sur une boule suspendue à ce fil : le fil se tord lorsque la boule se déplace.  
Passez le fil en bleu et la boule en jaune.

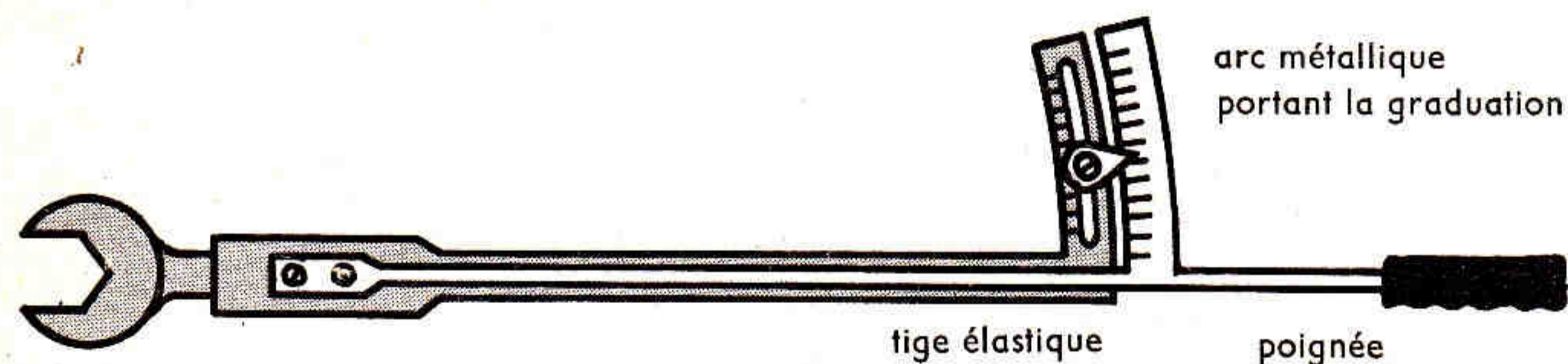
### Expérience 1 : Étalonnage d'une torsion.

Le montage décrit par la figure 3 permet d'étalonner la torsion de la lame métallique placée entre les deux parties de ce montage.

1<sup>re</sup> phase : Étalonnage de la 1<sup>re</sup> division.

Prenez le dynamomètre étalonné lors d'un travail de la fiche n° 24. Passez la boucle terminant le fil de ce dynamomètre dans la vis de 12 mm placée sur la roue Barillet. Exercez une traction, au moyen du dynamomètre, en maintenant cet appareil par son armature, de manière à faire tourner la roue Barillet dans le sens inverse de rotation des aiguilles d'une montre : la lame de ressort subit une torsion. Cessez de tirer lorsque la position du nœud du fil du dynamomètre, devant l'échelle de l'appareil, indique que la traction exercée vaut 100 g.

### Expérience 2 : Étalonnage de l'appareil.



**Figure 6. — Clé dynamométrique.** Le joint est tout d'abord amené en contact avec la plaque : lorsqu'on termine le calage, la tige mobile élastique ploie, et le déplacement de l'arc métallique solidaire de cette tige permet de se rendre compte de la valeur de l'effort exercé.

Dans le montage décrit par la figure 4, la tige mobile qui, dans la clé dynamométrique, permet le réglage du serrage (voir texte et figure plus haut), est représentée par la bande de 11 trous (n° 2), le joint à serrer correspondant au jeu de quatre rondelles placé au contact de la plaque.

Posez, comme l'indique la figure 4, la plaque n° 52 portant le montage préparé au centre d'une double feuille de copie ouverte. Placez le dynamomètre étalonné dans la position évoquée par cette même figure, de manière que la boucle de l'instrument soit placée à environ 1 cm de l'extrémité libre de la bande de 11 trous, le fil de traction du dynamomètre étant orienté perpendiculairement à cette lame.

Pendant les manipulations qui suivent l'un des expérimentateurs sera chargé de maintenir l'appareil en place (par précaution, marquez l'emplacement de la plaque sur la feuille de copie au moyen d'un trait de crayon).

1<sup>re</sup> phase : Étalonnage de la première division.

En tenant à la main l'armature du dynamomètre, tirez sur la tige mobile, par l'intermédiaire du fil de ce dynamomètre, de manière à faire pivoter le montage autour de son axe (ce qui a pour effet de serrer le joint formé par les quatre

Repérez alors la position occupée par la vis fixée sur la roue, en portant un trait sur la plaque de carton, en face de la pointe de la vis. Portez le chiffre "1" immédiatement au-dessus de ce premier trait de repère.

2<sup>e</sup> phase : Tracé des autres divisions.

Poursuivez la traction jusqu'à ce que le dynamomètre indique qu'il s'exerce une force de 200 g sur la roue Barillet; repérez comme précédemment, sur le carton, la nouvelle position de la vis, et portez un "2" au-dessus de ce nouveau repère. Poursuivez alors la torsion de la lame, en notant les divisions "3" et "4" (tractions respectives de 300 et 400 g).

Examinez finalement les différents traits de division ainsi obtenus, et répondez aux questions qui suivent.

**Les traits obtenus ne sont pas régulièrement espacés. Comment varie leur écartement au fur et à mesure que la force de traction s'accroît?** .....

**Quelle explication pouvez-vous donner à ce phénomène?** .....

rondelles-disques). Veillez toutefois à ce que, au fur et à mesure que la tige pivote, le fil du dynamomètre demeure dans une direction perpendiculaire à cette tige.

L'effort de traction exercé est mesuré grâce au déplacement du nœud repère devant la graduation du dynamomètre étalonné : arrêtez le mouvement dès que la traction exercée par l'intermédiaire du dynamomètre est égale à 100 g.

Au moyen d'un petit trait tracé au crayon sur la feuille de copie, repérez alors la position occupée par l'extrémité libre de la lame métallique et portez à côté de ce point le chiffre "1".

2<sup>e</sup> phase : Tracé des autres divisions.

Reprenez la traction exercée par l'intermédiaire du dynamomètre jusqu'à ce que la force exercée soit de 200 g, le dynamomètre étant toujours placé dans une direction perpendiculaire à la lame. Repérez, comme précédemment, la position de l'extrémité de la bande, et marquez, à côté du point de repère tracé, le chiffre "2".

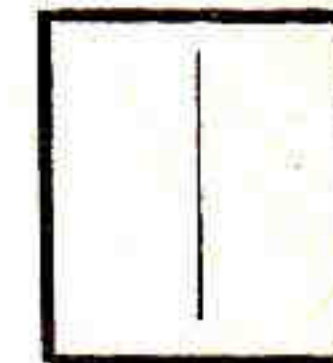
Procédez de même pour des tractions de 300 et de 400 g, en marquant sur la feuille de copie les points correspondants par les chiffres "3" et "4".

Répondez ensuite au questionnaire.

**Comment varie l'écartement des traits de division tracés, au fur et à mesure que la force de traction s'accroît?** .....

**Comment expliquer ce phénomène?** .....

■ Démontez les montages Meccano effectués, et remettez leurs pièces en place.



## Les leviers

**Matériel** - Règle à section carrée; fil; boîte de poids marqués.  
Crayons de couleur.

### ● Qu'est-ce qu'un levier ?

Un levier est formé d'une barre rigide pouvant basculer autour d'un support fixe appelé point d'appui.

Deux forces s'exercent sur cette barre rigide :

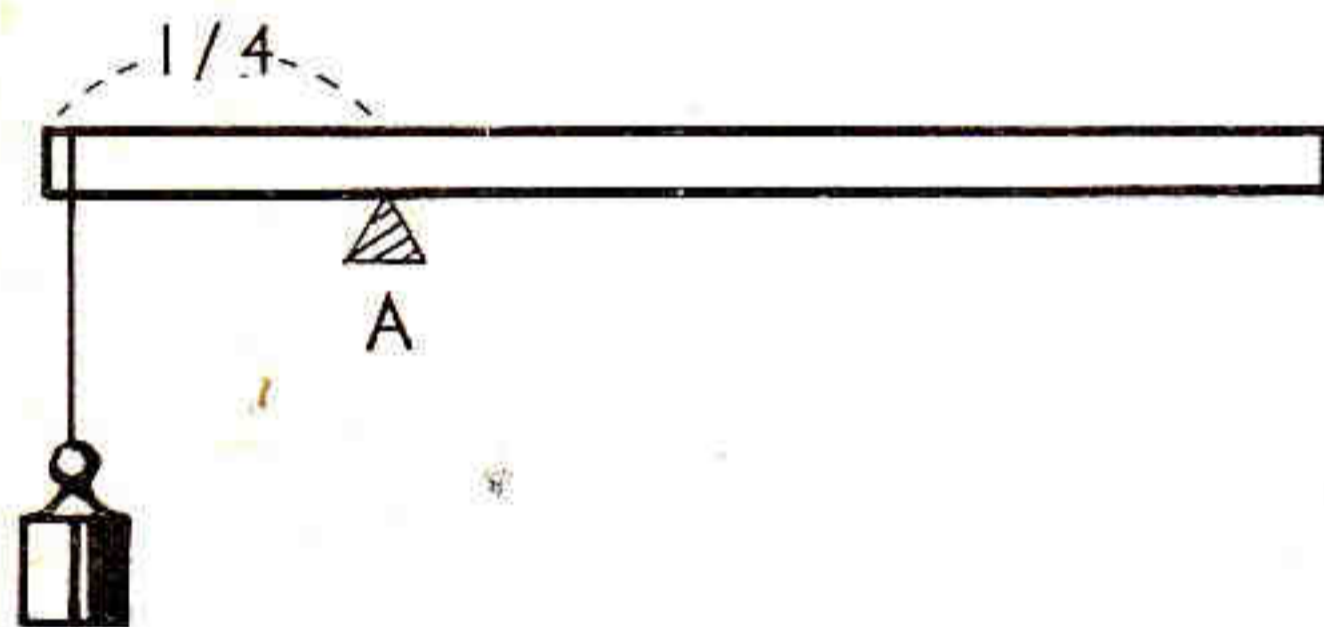
- une force à vaincre : la résistance,
- une force qui doit vaincre cette résistance : la force agissante.

## FONCTIONNEMENT DES LEVIERS

### Expérience 1 : Cas d'un levier inter-appui.

1<sup>re</sup> phase : Mise en place.

Prenez un morceau de fil d'environ 10 cm, faites une boucle à l'une de ses extrémités (voir figure 2 de la fiche n° 24), de manière à former un nœud coulant. Glissez ce nœud coulant vers l'extrémité de la règle à section carrée, à moins de 1 cm de cette extrémité (figure 1). Suspendez à ce fil un poids marqué de 100 g : cette charge remplira, lors des manipulations qui suivent, la fonction de résistance (voir le texte ci-dessus).



**Figure 1.** — Position de la résistance et du point d'appui du levier (ce point d'appui est conventionnellement représenté par un triangle). Coloriez en bleu le triangle figurant l'appui, et en jaune le poids marqué utilisé comme résistance.

Le point d'appui A du levier sera constitué par l'index — tendu horizontalement — d'une main de l'expérimentateur, ce point d'appui étant placé, à peu près, au 1/4 de la longueur totale de la règle, comme l'indique la figure. La force agissante, chargée de soulever le poids marqué par l'intermédiaire du levier sera, de son côté, exercée par les doigts de l'autre main de l'expérimentateur, ces doigts étant placés à l'extrémité libre de la règle.

2<sup>e</sup> phase : Action de la force.

Faites un léger effort avec la main exerçant la force agissante afin d'apprécier l'effort à effectuer pour soulever légèrement la résistance de 100 grammes.

Déplacez ensuite le point où vous appliquez ainsi la force agissante en faisant glisser les doigts de cette main vers le point d'appui (et sans déplacer ce dernier). Arrêtez le mouvement tous les quatre à cinq centimètres, afin de vous rendre compte, à chacune de ces étapes, de l'effort capable de maintenir la résistance.

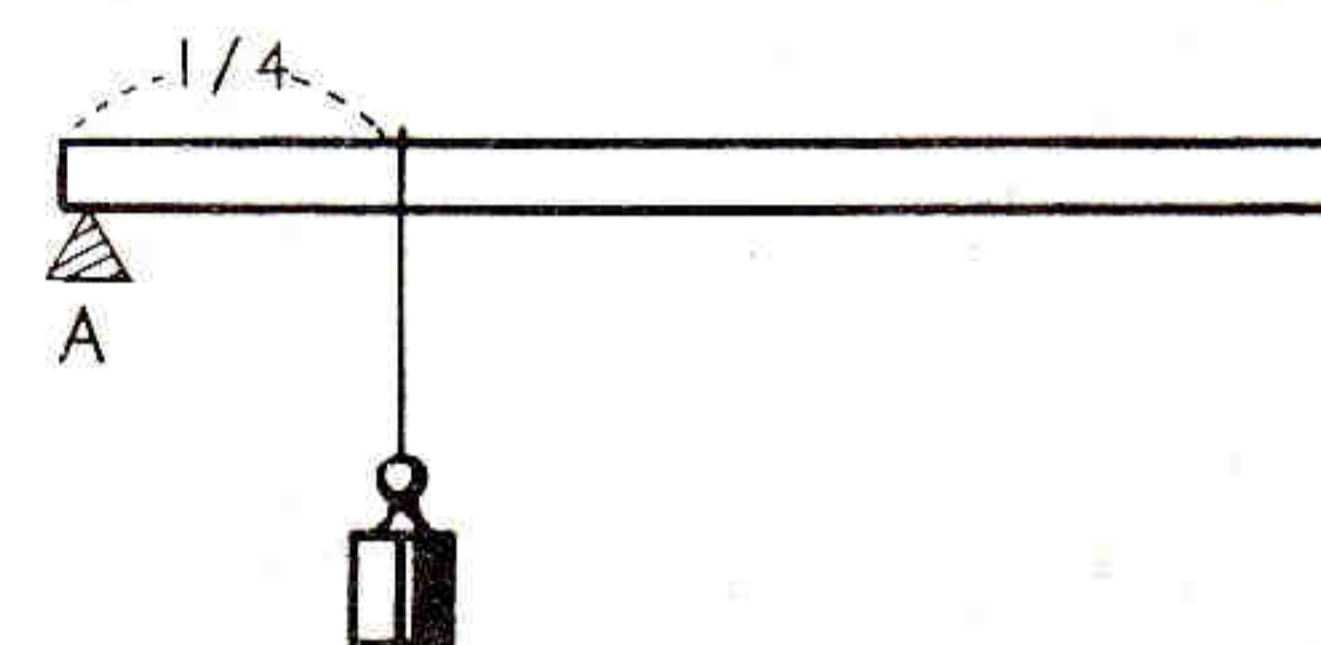
Relevez ci-dessous les résultats de ces observations en répondant à la question suivante.

**Au fur et à mesure que le point d'application de la force agissante se rapproche du point d'appui, comment cette force varie-t-elle en intensité ?**

### Expérience 2 : Cas d'un autre levier.

1<sup>re</sup> phase : Mise en place.

Inversez maintenant les positions respectives du point d'appui et de la charge que supporte la règle, selon les indications de la figure 2 : le doigt tendu sera alors placé à quelques centimètres de l'extrémité (point A), et la charge suspendue au 1/4



**Figure 2.** — Nouvelle position de la résistance et du point d'appui du levier. Coloriez en bleu le triangle figurant l'appui, et en jaune le poids marqué utilisé comme résistance.

de la longueur totale de la règle. Maintenez comme précédemment le système, au moyen des doigts de la main libre placés à l'autre extrémité de la règle.

2<sup>e</sup> phase : Mise en place.

Comme lors de l'expérience précédente, déplacez progressivement, par étapes de quatre à cinq centimètres, le point d'application de la force agissante, ce déplacement s'effectuant en direction du fil de suspension de la charge de 100 grammes.

Lors de chacune de ces étapes, évaluez l'effort nécessaire pour compenser la force exercée par la résistance de 100 grammes, et relevez ci-dessous vos observations, en répondant à la question posée.

**Au fur et à mesure que le point où s'exerce la force agissante se rapproche du point d'appui, comment varie la force motrice à exercer ?**

### ● Qu'appelle-t-on bras du levier ?

On appelle "bras du levier" les deux parties du levier que sépare le point d'appui. Il y a donc :

- un bras supportant la résistance;
- un bras sur lequel s'exerce la force agissante.

Au cours des expériences précédentes, des deux forces qui s'exercent sur le levier,

- l'une a varié : laquelle? .....
- l'autre est demeurée invariable : laquelle? .....

De même, lors de ces observations, des deux bras du levier (voir définition en bas de la page 1),

- l'un a varié : lequel? .....
- l'autre est demeuré invariable : lequel? .....

Par conséquent, la résistance et le bras de levier correspondant demeurant invariables, dans quel sens (augmentation ou diminution) ont varié :

- le bras du levier sur lequel s'exerce la force agissante? .....
- la force motrice exercée? .....

● Deux forces s'exercent par l'intermédiaire des bras du levier; forces et bras varient en rapport inverse : ils sont inversement proportionnels (lorsque l'un augmente, l'autre diminue dans les mêmes proportions).

## EXEMPLES DE LEVIERS

### ● Quels sont les deux types de leviers ?

Certains appareils sont formés d'un levier unique : ce sont des leviers simples.

D'autres appareils comportent deux leviers agissant simultanément et ayant un point d'appui commun : ce sont des leviers doubles.

### Exercice 1 : Étude de leviers simples.

Les neuf appareils représentés sont des leviers simples (voir définition ci-dessus) : figures 3 à 11.

Sur chaque croquis, figurent trois petits cercles désignant l'emplacement, sur l'appareil, d'une part du point d'appui, d'autre part des deux points où s'exercent la résistance et la force agissante.

Étudiez attentivement chacun de ces appareils, afin de situer sur ce levier l'emplacement des trois points considérés.

Distinguez ces points en coloriant les petits cercles :

- en bleu, pour le point d'appui;
- en jaune, pour le point d'application de la résistance;
- en rouge, pour le point d'application de la force agissante.

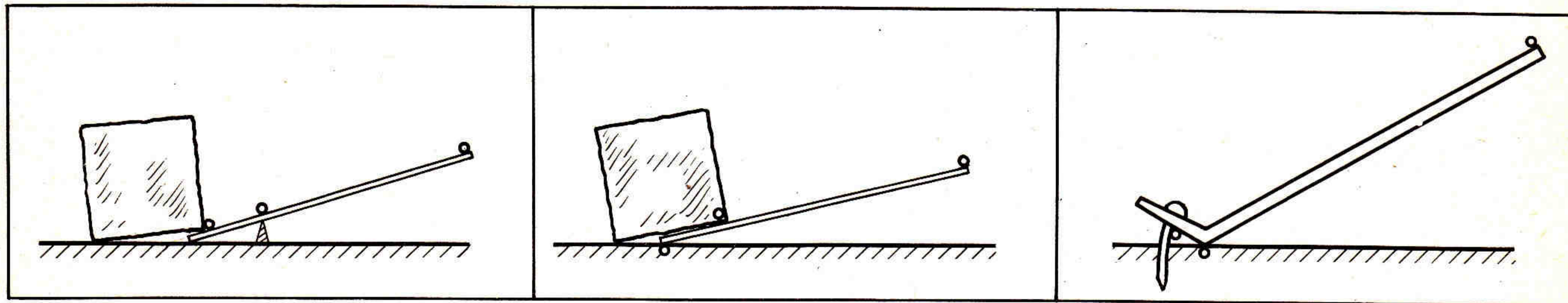


Figure 3. — Barre de carrier avec appui.

Figure 4. — Barre de carrier appuyée sur le sol.

Figure 5. — Arrache-clou.

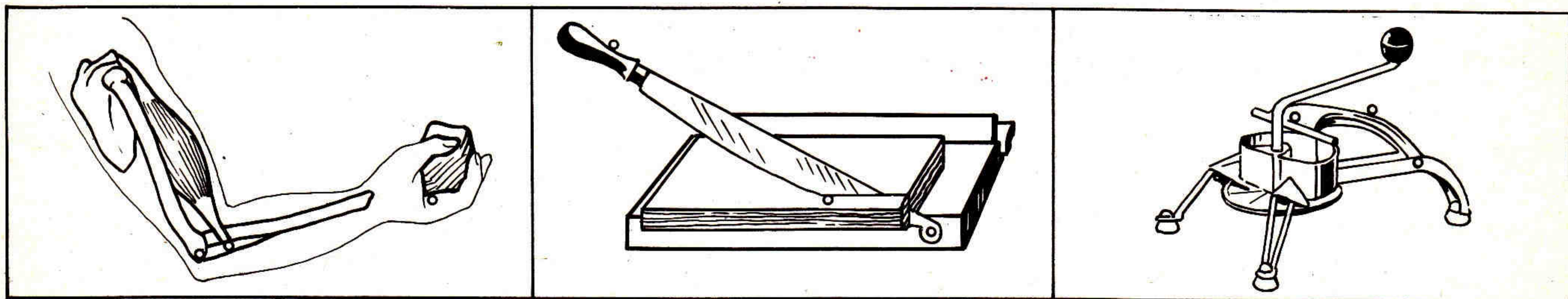


Figure 6. — Avant-bras de l'homme.

Figure 7. — Massicot.

Figure 8. — Bras presseur de Mouli-julienne.



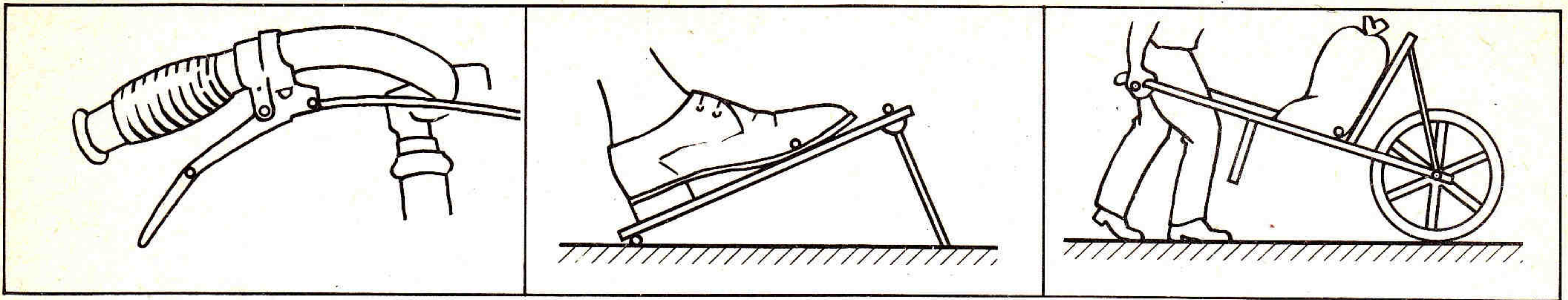


Figure 9. — Manette de frein de bicyclette. Figure 10. — Pédale d'accélérateur d'automobile. Figure 11. — Brouette chargée.

## Exercice 2 : Étude de leviers doubles.

Les six appareils ci-dessous sont des leviers doubles (voir définition plus haut). Le point d'appui y est généralement commun aux deux leviers (ils ont en réalité un point d'appui réciproque), mais, pour chacun de ces deux leviers, les

points d'application de la résistance et de la force agissante sont distincts.

Ces différents points sont marqués sur les figures, comme à l'exercice précédent, par de petits cercles que vous teinterez, après en avoir déterminé la nature, en utilisant les mêmes couleurs.

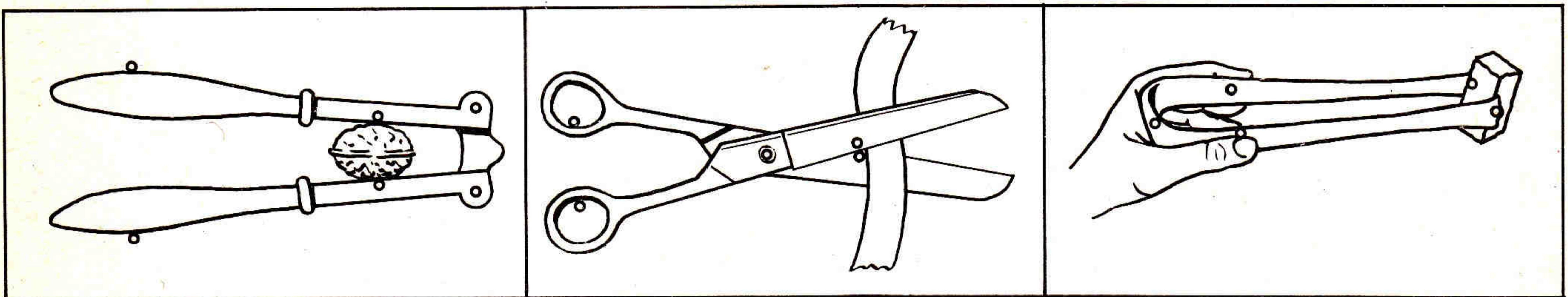


Figure 12. — Casse-noix écrasant une noix. Figure 13. — Ciseaux coupant un ruban. Figure 14. — Pince à sucre.

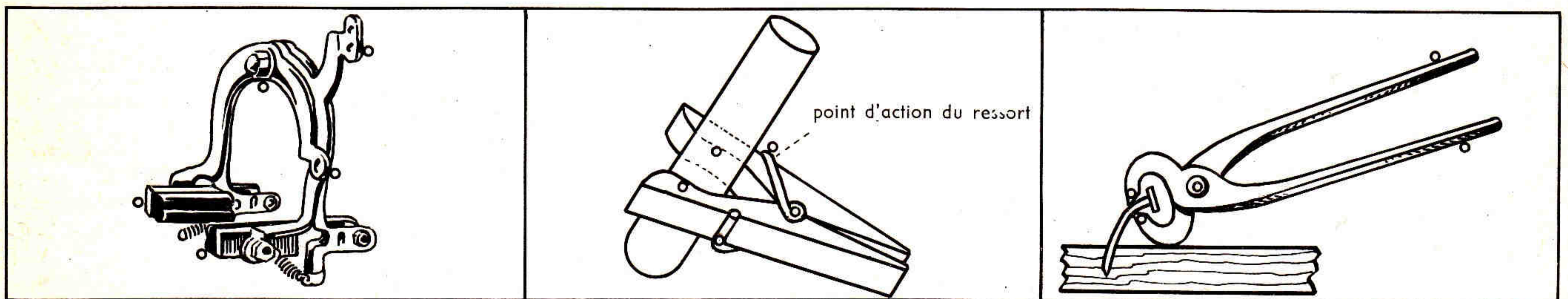


Figure 15. — Freins de bicyclette. Figure 16. — Tube maintenu par une pince. Figure 17. — Tenailles serrant un clou.

## ● Quels sont les différents genres de leviers ?

1° Les leviers qui possèdent un point d'appui situé entre les points d'application de la force agissante et de la résistance sont des leviers du *premier genre*, dits encore : *leviers inter-appui*.

2° Parmi les leviers pour lesquels les points d'application des deux forces sont tous deux situés, soit à droite, soit à gauche du point d'appui (*leviers à appui extrême*), on distingue :

— les leviers du *deuxième genre*, pour lesquels le point d'application de la résistance est situé entre le point d'appui et le point d'application de la force agissante;

— les leviers du *troisième genre*, pour lesquels le point d'application de la force agissante est situé entre le point d'appui et le point d'application de la résistance.

## Exercice 3 : Détermination du genre des leviers.

Selon les définitions données ci-dessus, concernant les trois genres de leviers, indiquez, sous chacun des quinze croquis d'appareils présentés plus haut, s'il s'agit de leviers du 1<sup>er</sup>, 2<sup>e</sup> ou 3<sup>e</sup> genre, après avoir observé les places respectives de leurs trois points caractéristiques (portez cette mention sur la ligne pointillée préparée sous chaque croquis).

## SENS DES FORCES EXERCÉES

Dans quelle direction est attiré le poids suspendu de 100 grammes utilisé comme résistance lors des expériences précédentes? .....

Quel est le nom de la force qui attire ainsi ce poids marqué vers le centre de la terre (force étudiée l'an dernier)? .....

### Expérience 3 : Étude du sens des forces.

1<sup>re</sup> phase : Cas d'un levier inter-appui.

Remplacez le poids de 100 grammes (servant de résistance) et le doigt (utilisé comme point d'appui) dans la position indiquée par la figure 1 de la page 1.

Placez la main libre à l'autre extrémité de la règle afin d'exercer sur ce levier la force agissante susceptible de soulever légèrement la résistance, tout en observant dans quel sens il faut exercer cette force pour obtenir le résultat cherché.

Comparez alors le sens dans lequel vous exercez cet effort au sens dans lequel s'exerce la résistance (les deux forces, résistance et force agissante, s'exercent-elles dans le même sens ou en sens contraires?)

Répondez alors aux questions suivantes :

Le levier obtenu est de quel genre? .....

D'après l'expérience réalisée, dans un levier de

ce genre, que remarque-t-on concernant le sens dans lequel s'exercent les deux forces en présence? .....

2<sup>e</sup> phase : Cas d'un levier à appui extrême.

Faites maintenant en sorte d'obtenir le montage évoqué par la figure 2, en plaçant convenablement la résistance et le point d'appui. La force agissante étant toujours exercée à l'extrémité libre de la règle, observez le sens de déplacement de cette force par rapport au sens dans lequel s'exerce la résistance. Répondez alors aux questions suivantes :

Vous avez obtenu, au moyen de ce deuxième montage, un levier de quel genre? .....

Dans un tel levier, si l'on compare les sens respectifs dans lesquels s'exercent les deux forces en présence, que remarque-t-on? .....

● Dans un levier du premier genre (levier inter-appui), les deux forces qui s'exercent, résistance et force agissante, sont de même sens.

Dans les leviers du deuxième et du troisième genre (leviers à appui extrême), les deux forces qui s'exercent, résistance et force agissante, sont de sens opposés.

## TRAVAIL COMPLÉMENTAIRE

### Un pont d'allumettes

En utilisant des allumettes formant des leviers se soutenant les uns les autres, vous pouvez construire le pont dessiné ci-contre. Employez, pour cette réalisation, des allumettes à section carrée (suédoises ou gitanes) et ayez beaucoup de patience...

Procédez ainsi (voir la figure 19, présentant une vue en plan de ce pont) : Posez l'allumette 1 sur la table, placez sur elle les deux extrémités des allumettes 2 et 3, et posez l'allumette 4 en travers sur ces deux dernières; soulevez avec le pouce et l'index l'allumette 1, et faites glisser, de la main demeurée libre, les n<sup>os</sup> 5 et 6; l'ensemble forme une portion d'arc.

Placez alors l'allumette 7, en travers, sur les n<sup>os</sup> 5 et 6, et l'allumette 8 sous les deux autres extrémités de ces mêmes allumettes 5 et 6. Soulevez ensuite 8 délicatement et posez les n<sup>os</sup> 9 et 10 dont les extrémités de gauche s'appuient alors sur l'allumette 7, après avoir passé sous l'allumette 8. Continuez l'opération jusqu'à ce que l'arc du pont ait atteint la longueur voulue.

(D'après "La science amusante", de Tom Tit, librairie Larousse.)

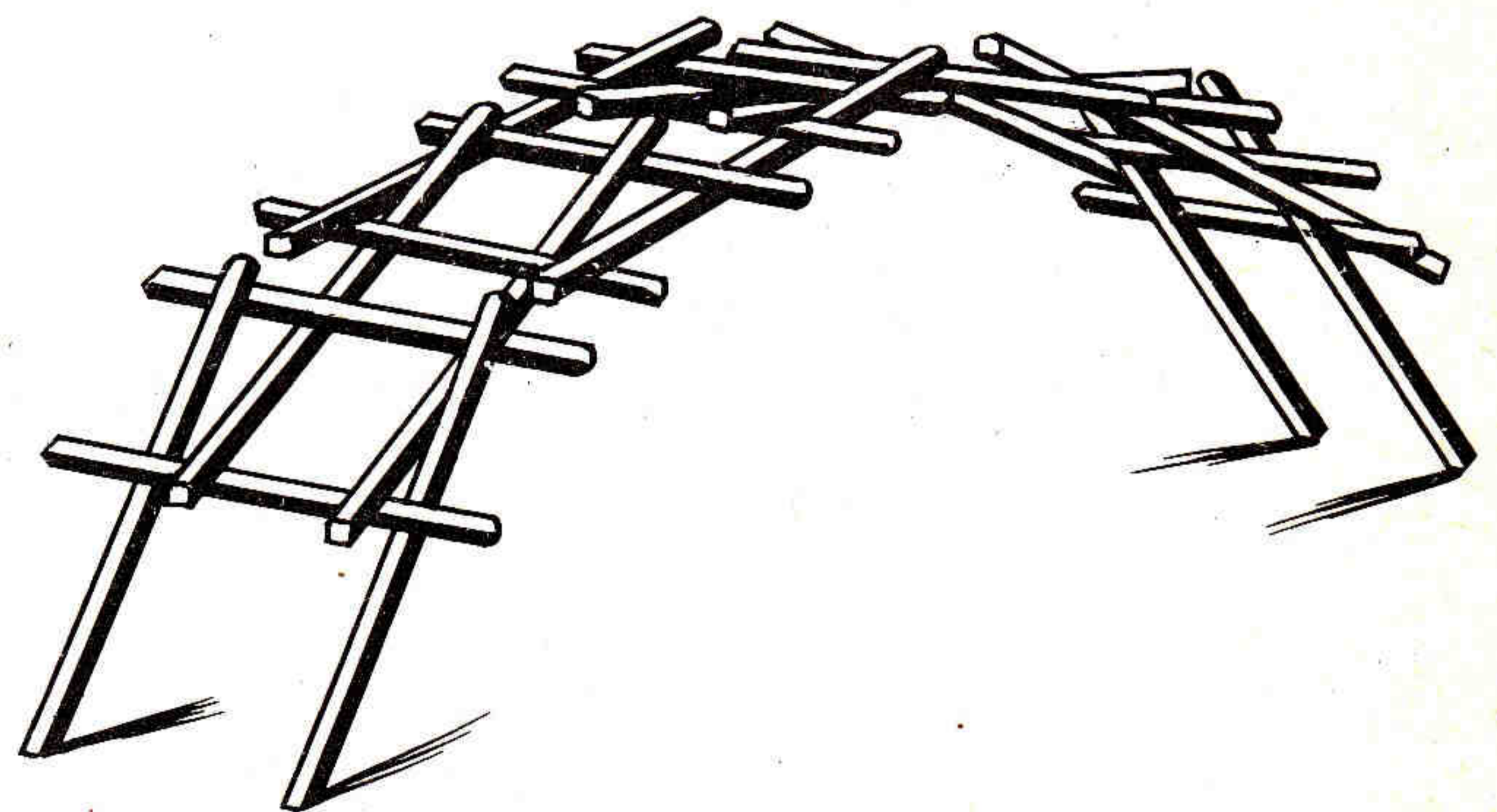


Figure 18. — Vue d'ensemble du pont.

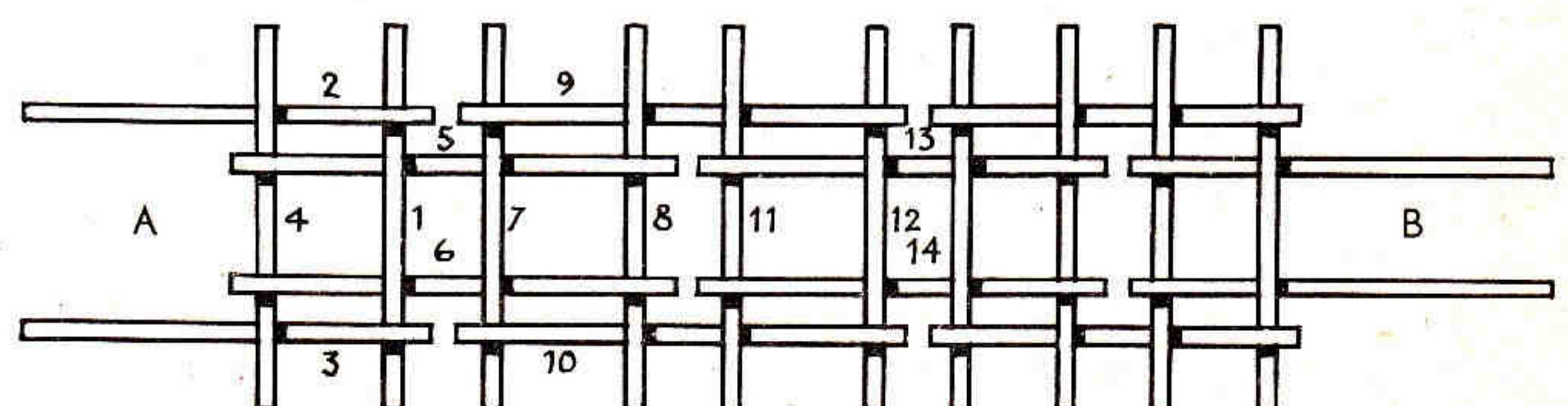


Figure 19. — Vue en plan montrant la disposition des allumettes.



## Levier inter-appui

**Matériel** - Support de laboratoire; règle avec suspension; fil; boîte de poids marqués.  
Règle graduée; crayons de couleur.

Quelle est la particularité d'un levier inter-appui (voir la fiche n° 27) ? .....

Un levier inter-appui porte un autre nom. Lequel? (voir la même fiche) .....

### ÉTUDE DE L'ÉQUILIBRE

#### Expérience 1 : Premier équilibre.

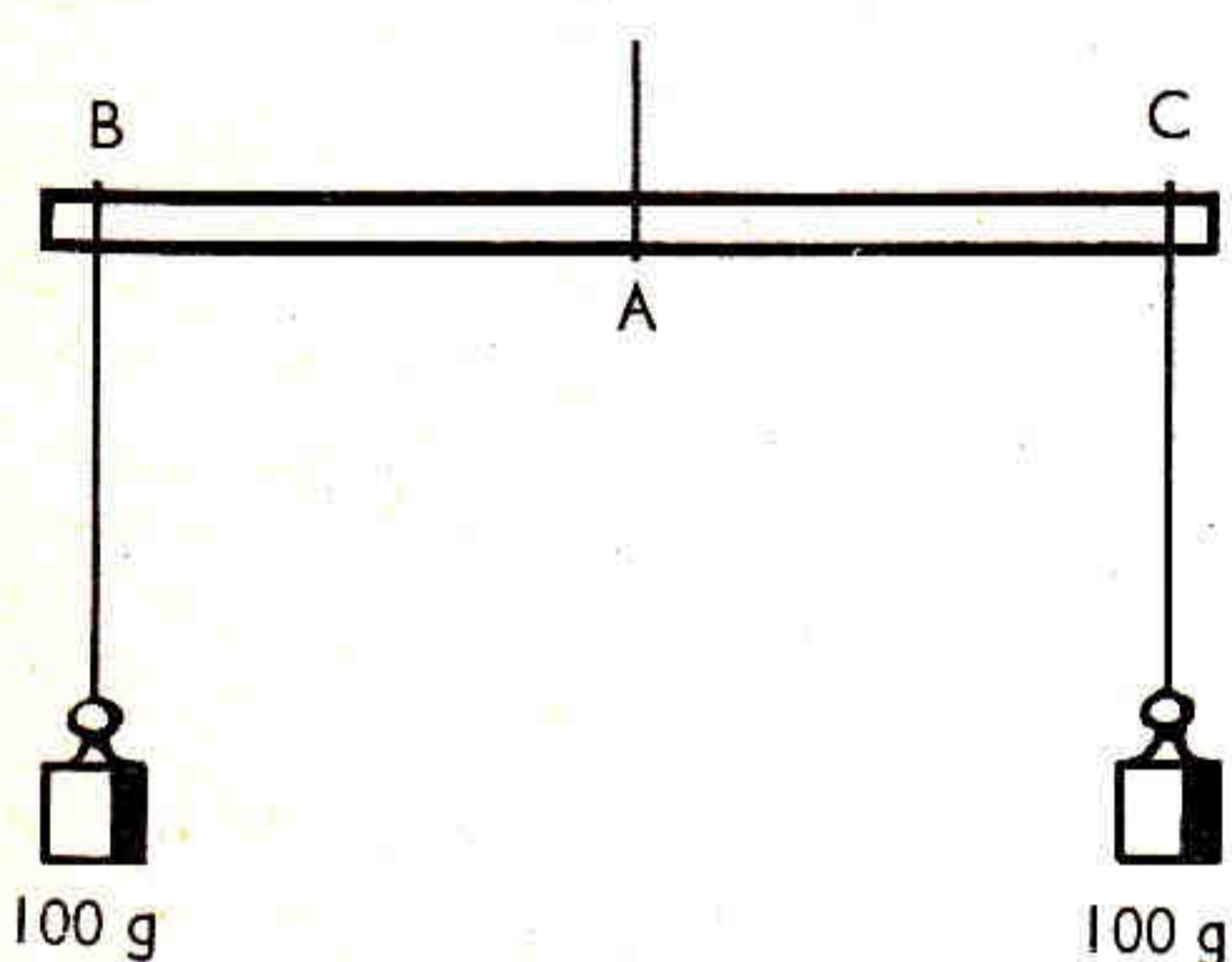


Figure 1. — Appareillage à réaliser. Teintez les poids marqués en jaune.

#### Montage.

Prenez la règle portant un fil de suspension en son milieu. Fixez l'extrémité libre de ce fil à la pince du support de façon que cette règle soit suspendue.

Cette règle se maintient horizontale au repos : lorsqu'elle a cessé d'osciller, ses deux extrémités se trou-

vent à des distances égales de la surface de la table. Suspendez, comme il est indiqué sur la figure 1, deux poids marqués de 100 g à environ 1 cm de chaque extrémité de la règle. Chacun de ces poids est suspendu à l'aide d'un morceau de fil d'environ 10 cm, fixé, d'une part sur le bouton du poids, d'autre part autour de la règle (sans trop serrer afin de conserver la possibilité de faire glisser cette boucle sur la règle).

#### 1<sup>re</sup> phase : Réalisation de l'équilibre.

Déplacez le fil de suspension de la charge de droite le long de la règle, jusqu'à ce que le levier soit à nouveau horizontal au repos, ses deux extrémités étant alors à des distances égales de la surface de la table.

#### 2<sup>e</sup> phase : Mesure des bras du levier.

Mesurez avec soin, à l'aide de la règle graduée, à 1 mm près, les deux bras du levier, soit les distances qui séparent chaque fil de suspension, supportant une charge de 100 g, du fil de suspension de la règle (prenez ces mesures en considérant la position des fils sur la face supérieure de la règle).

Relevez sur le tableau de l'exercice 1, les deux distances obtenues, celle de gauche et celle de droite, dans la colonne correspondante de la première ligne de ce tableau, à côté de la valeur des charges utilisées (voir en page 2).

#### Expérience 2 : Autre équilibre.

#### 1<sup>re</sup> phase : Mise en place.

Laissez la charge de 100 g suspendue à droite, mais enlevez celle de gauche et suspendez à sa place, à l'aide d'un autre morceau de fil de 10 cm environ, un poids marqué de 50 g. Cette charge sera donc placée à environ 1 cm de l'extrémité de la règle.

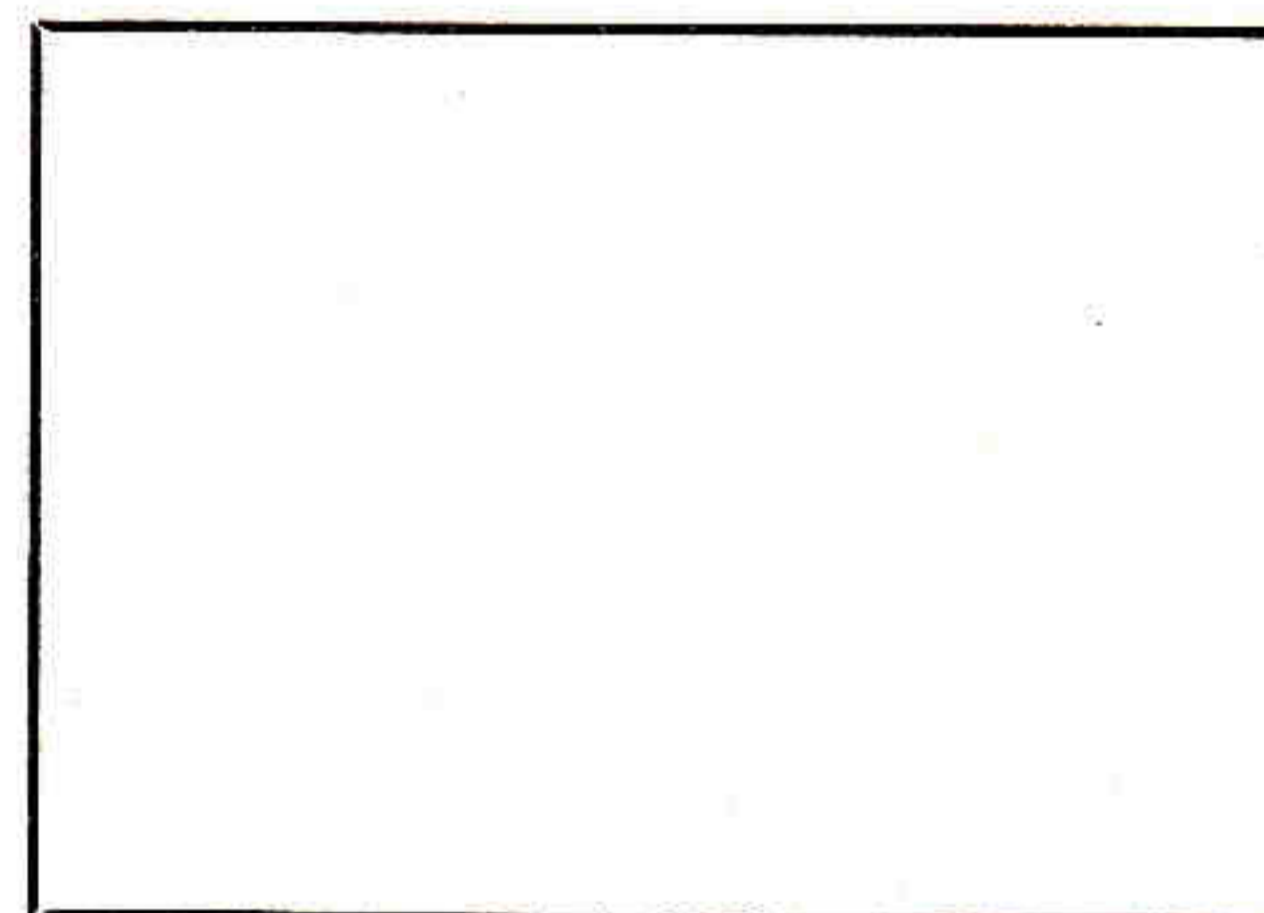
Déplacez le fil supportant la charge de 100 g jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli et que la règle soit de nouveau horizontale au repos.

#### 2<sup>e</sup> phase : Mesure des bras du levier.

Comme lors de la 2<sup>e</sup> phase de l'expérience 1, mesurez à 1 mm près, sur la face supérieure de la règle, les distances séparant le fil de suspension de la règle des fils de suspension des charges de 100 et de 50 g.

Reportez, sur le tableau de l'exercice 1, les dimensions obtenues à côté de la mention des charges correspondantes.

#### 3<sup>e</sup> phase : Croquis du montage.



Reproduisez dans le cadre ci-contre le croquis du montage correspondant à cette expérience 2, en représentant, comme à la figure 1, les fils par des traits (les positions respectives des fils de suspension, la taille des poids marqués y seront fidèlement reproduites).

Reportez sur ce croquis la valeur en grammes des poids utilisés (soit à gauche, soit à droite) et teintez ces poids en jaune.

#### Expérience 3 : Nouvel équilibre.

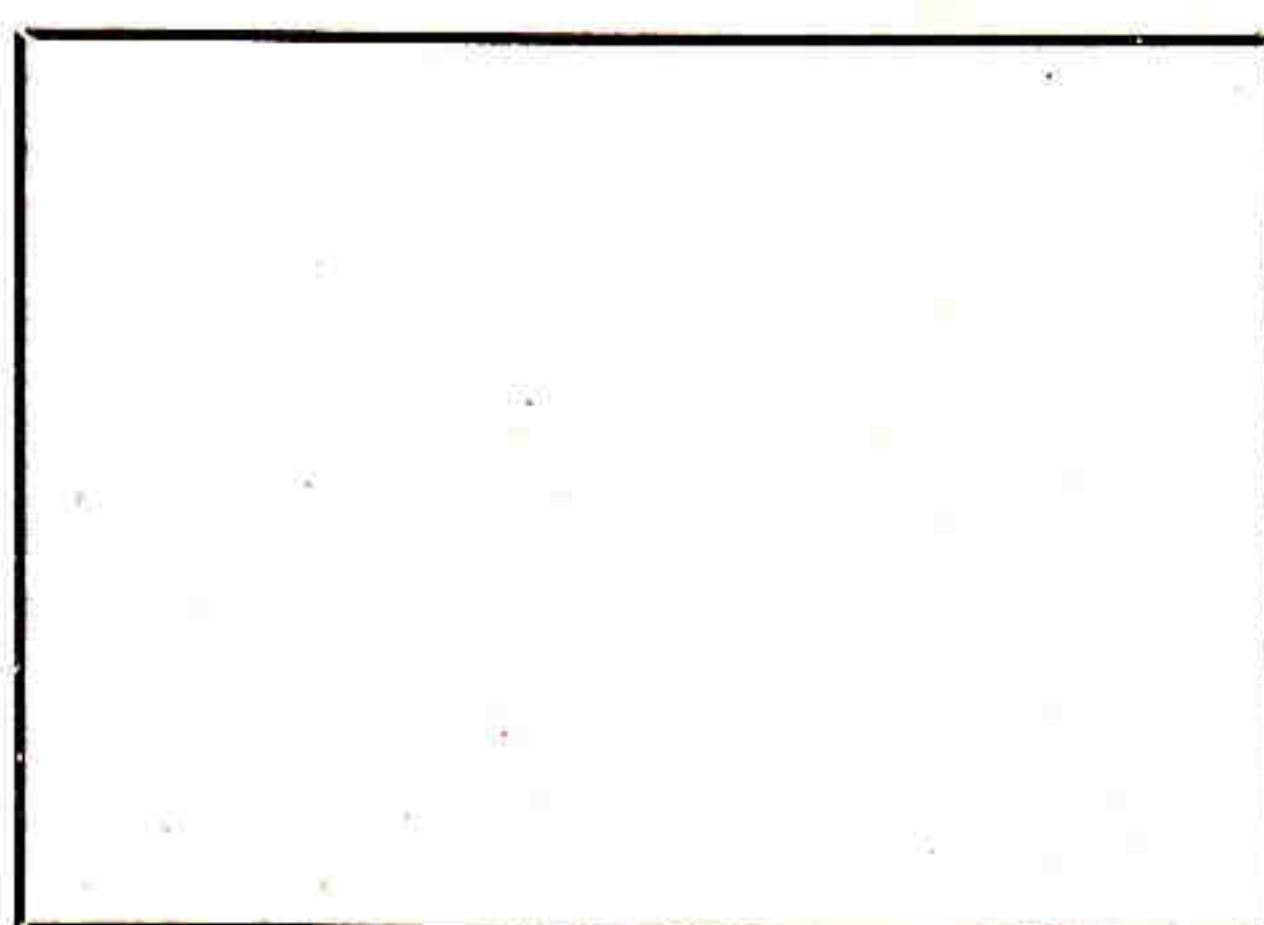
#### 1<sup>re</sup> phase : Mise en place.

En laissant le poids de 100 g (situé à droite) dans sa position, enlevez la charge de 50 g et suspendez à sa place, au moyen d'un nouveau morceau de fil, un poids marqué de 20 g. Réglez ensuite la position de la charge de droite (celle de 100 g) pour que l'équilibre soit rétabli.

#### 2<sup>e</sup> phase : Mesure des bras du levier.

Relevez les longueurs du bras du levier correspondant à cette nouvelle expérience sur le tableau de la page 2, sur la ligne réservée à cet effet.

#### 3<sup>e</sup> phase : Croquis du montage.



Comme à la troisième phase de l'expérience précédente, reproduisez ci-contre le nouveau montage obtenu à cette expérience 3, en reportant sur le croquis la valeur des poids suspendus (coloriez comme précédemment).

## CONDITIONS D'ÉQUILIBRE D'UN LEVIER

### ● Quand un levier est-il en équilibre ?

Lorsqu'un levier rectiligne est en équilibre sous l'action de deux forces parallèles, les rapports qui existent entre les deux forces qui s'y exercent et les bras du levier qui les supportent sont tels que les produits

- de la valeur de chacune des deux forces
- par la longueur du bras du levier correspondant
- sont égaux.

$$\begin{array}{ccccccc}
 \mathbf{F} & \times & \mathbf{L} & = & \mathbf{F}' & \times & \mathbf{L}' \\
 \text{force} & & \text{longueur du} & & \text{force} & & \text{longueur du} \\
 \text{à gauche} & & \text{bras à gauche} & & \text{à droite} & & \text{bras à droite}
 \end{array}$$

Remarque : On appelle *bras du levier*

- la distance séparant le point d'appui (ou de suspension)
- du point où agit la force considérée.

**D'après la définition ci-dessus, le bras du levier de gauche correspond, à la figure 1, à la distance de quel point à quel autre point (points désignés par des lettres majuscules)?** .....

**De même, à quel segment correspond le bras du levier de droite?** .....

### Exercice 1 : Étude des valeurs obtenues.

	Partie gauche		Partie droite	
	charge suspendue	longueur du bras	charge suspendue	longueur du bras
exp. 1	100 g	.....	100 g	.....
exp. 2	50 g	.....	100 g	.....
exp. 3	20 g	.....	100 g	.....

1<sup>re</sup> partie : Calcul des produits.

En utilisant les valeurs relevées sur le tableau ci-dessus calculez, pour chacune des trois expériences (successivement pour la partie gauche, puis pour la partie droite du levier), les produits évoqués par la loi d'équilibre d'un levier exposée plus haut, loi que vous devez donc lire attentivement au préalable.

**Valeur des produits obtenus :**

**Exp. 1. — à gauche :** .....  
**— à droite :** .....

**Exp. 2. — à gauche :** .....  
**— à droite :** .....

**Exp. 3. — à gauche :** .....  
**— à droite :** .....

**En tenant compte des erreurs expérimentales, peut-on considérer comme égaux les deux produits obtenus pour chacune des trois expériences?** .....

**Quelle loi avez-vous ainsi vérifiée?** .....

2<sup>e</sup> partie : Examen des résultats.

D'après les valeurs relevées sur le tableau ci-contre, comparez maintenant les variations respectives de la charge suspendue et de la longueur du bras du levier, pour chacune des trois expériences réalisées, afin de répondre aux questions suivantes (tenez compte toutefois, pour apprécier les valeurs relevées, des erreurs expérimentales inévitables).

**Quel rapport existe-t-il entre les deux bras du levier (sont-ils égaux? l'un est-il deux, ou cinq fois, plus long que l'autre?) lorsque :**

**les deux charges sont égales (expérience 1)?** .....

**l'une des charges est double de l'autre (expérience 2)?** .....

**l'une des charges est 5 fois plus élevée que l'autre (expérience 3)?** .....

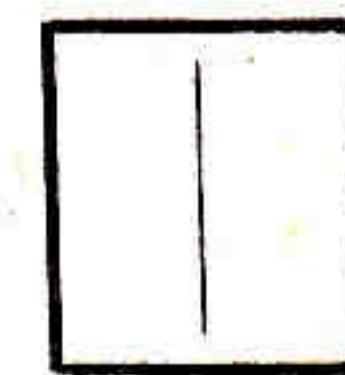
**Forces et bras du levier ont donc des valeurs qui dépendent l'une de l'autre. Toutefois,**

**— si, à l'expérience 2, la force de gauche est 2 fois plus petite, quel bras est également 2 fois plus petit?** .....

**— si, à l'expérience 3, la force de gauche est 5 fois plus grande, quel bras du levier est également 5 fois plus grand?** .....

**Que remarquez-vous donc?** .....

● Les deux valeurs, intensité des forces et longueur correspondante des bras du levier, sont inversement proportionnelles.



## Levier à appui extrême

**Matériel** - Règle avec encoches; fil; boîte de poids marqués; dynamomètre étalonné.  
Règle graduée.

### ● Qu'est-ce qu'un levier à appui extrême ?

Dans les leviers qui font l'objet du présent travail les forces s'exercent toutes deux soit à droite, soit à gauche, du point d'appui : il s'agit de leviers à appui extrême.

Quels sont les deux genres de leviers à appui

extrême (voir le travail de la fiche n° 27)? .....

Quel est le point caractéristique du levier qui se trouve placé entre les deux autres,

dans un levier du 2<sup>e</sup> genre? .....

dans un levier du 3<sup>e</sup> genre? .....

### ÉTUDE DE L'ÉQUILIBRE

#### Expérience préliminaire : Montage du levier.

Réalisez le montage présenté par le schéma ci-dessous à l'aide d'une règle à section carrée posée, par l'une de ses extrémités, près du bord de la table, et calée par un livre de classe assez lourd (ou mieux, une pile de plusieurs livres). Le bout de la règle ainsi posé sur la table doit être celui qui ne porte pas les encoches destinées à fixer le dynamomètre.

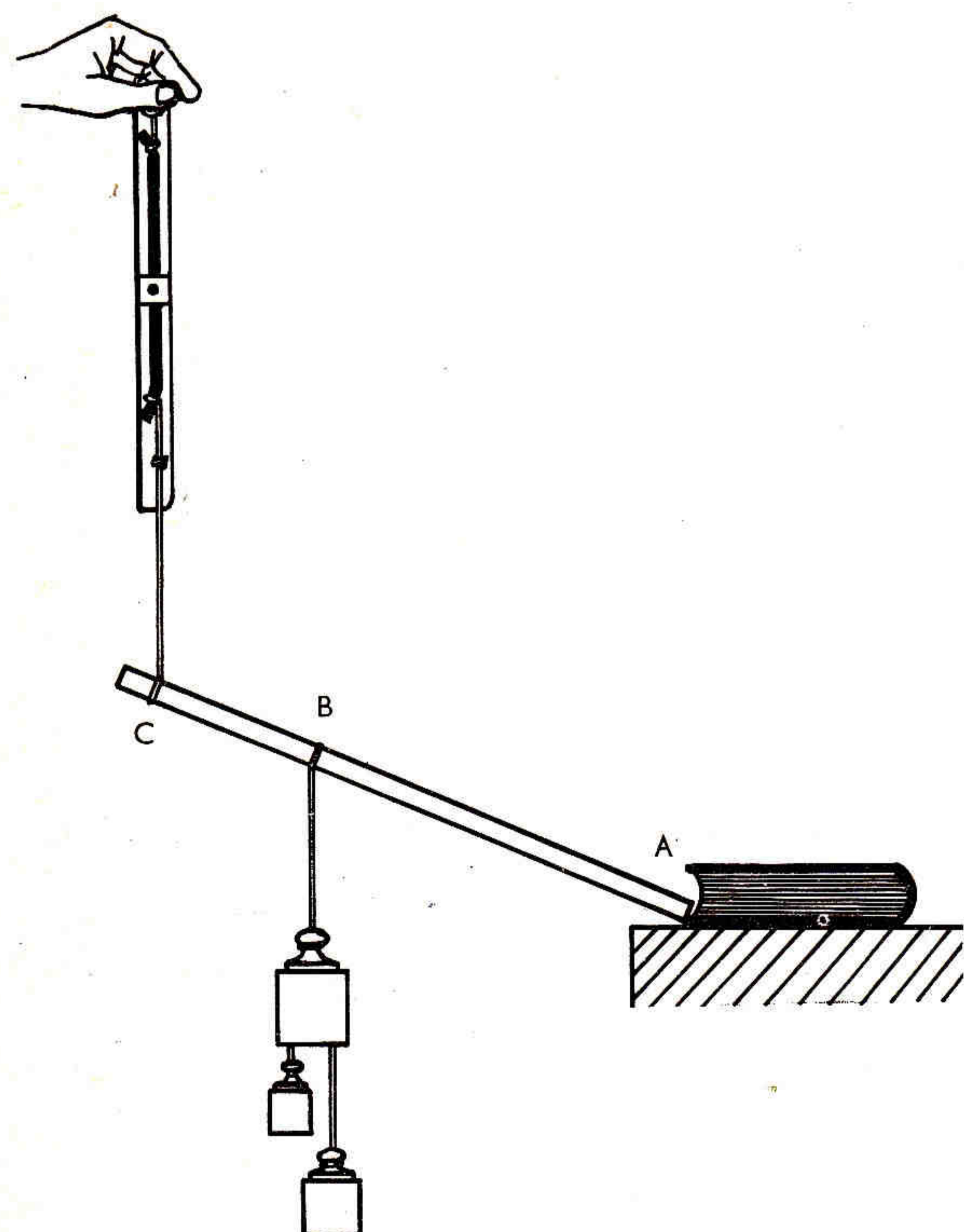


Figure 1. — Montage à préparer.

Préparez une charge de 800 g en liant ensemble, par des fils, trois poids marqués de 500, 200 et 100 g. Suspendez cette charge, à l'aide d'un fil muni d'une boucle, dans la partie centrale de la règle (voir figure).

Fixez le dynamomètre, par sa boucle coulissante, à l'autre

extrémité du levier, en plaçant le fil dans les encoches préparées de manière qu'il ne puisse glisser le long de la règle. Ce dynamomètre, au cours des observations, est tenu à la main par la partie supérieure de la cornière qui lui sert d'armature (voir figure).

#### Expérience 1 : Étude des forces en présence.

1<sup>re</sup> phase : Calcul de AC.

Sur le montage qui vient d'être préparé, mesurez avec soin, à 1 mm près, la distance qui sépare, sur la règle, l'une des encoches inférieures (encoches utilisées pour y fixer le dynamomètre) de l'autre extrémité de la règle (extrémité sur laquelle la règle s'appuie dans le montage réalisé) : distance CA.

Distance séparant les points A et C : .....

2<sup>e</sup> phase : Première position de B.

En arrondissant la valeur trouvée à 1 mm près (voir remarque B de la fiche préliminaire), calculez la distance correspondant au quart de la distance AC obtenue ci-dessus.

Distance égale au quart de AC : .....

3<sup>e</sup> phase : Réalisation de l'équilibre.

Faites glisser le fil supportant la charge de 800 g de manière qu'il se trouve à une distance de l'extrémité du levier servant de point d'appui égale au quart de la distance AC (valeur qui vient d'être calculée).

Le montage étant placé comme indiqué sur la figure 1, et le dynamomètre s'étant immobilisé, relevez l'intensité de la force qui s'exerce sur ce dynamomètre en tenant compte de la division de la graduation la plus proche du nœud et après vous être placé de manière à éviter les erreurs de lecture dues à la parallaxe : vous obtenez ainsi cette mesure à une division près (voir la remarque A. de la fiche préliminaire).

Relevez cette intensité sur le tableau de l'exercice 1 dans la colonne correspondante, sur la ligne réservée à cette expérience 1 (voir en page 2).

4<sup>e</sup> phase : Relevé des autres indications.  
 Complétez la première ligne de ce tableau en y portant les autres indications demandées concernant la seconde charge suspendue (800 g) et la longueur des deux bras du levier, indiquée en millimètres (CA, bras du dynamomètre; BA, bras de la charge).

**Expérience 2 : Autre mise en place des forces.**

1<sup>re</sup> phase : Deuxième position de B.  
 Calculez, en arrondissant à 1 mm près (voir la remarque B de la fiche préliminaire), la moitié de la distance AC.

**Distance égale à la moitié de AC :** .....

2<sup>e</sup> phase : Réalisation de l'équilibre.  
 Reprenez la règle, sans enlever le dynamomètre, et déplacez la charge de 800 g suspendue de manière que son fil de suspension se trouve placé à mi-distance du point d'appui du levier et du point d'attache du dynamomètre sur ce levier, soit au milieu du segment AC, selon la valeur calculée ci-dessus à la 1<sup>re</sup> phase.  
 Lorsque l'équilibre est réalisé, relevez, par lecture de la graduation du dynamomètre, la valeur de la force qui s'exerce sur cet instrument (valeur à 1 division près : voir plus haut).

Portez la valeur obtenue sur la 2<sup>e</sup> ligne du tableau (ligne réservée aux observations de l'expérience 2), dans la colonne correspondante.

3<sup>e</sup> phase : Relevé des autres indications.  
 Complétez cette ligne du tableau en y portant les autres indications demandées, indications qui vous sont connues.

**Expérience 3 : Nouvelle mise en place des forces.**

1<sup>re</sup> phase : Troisième position de B.  
 Calculez, à 1 mm près, comme précédemment, la distance correspondant aux 3/4 de AC.

**Distance égale aux trois-quarts de AC :** .....

2<sup>e</sup> phase : Réalisation de l'expérience.  
 Recommencez les mêmes opérations que celles exécutées lors des expériences précédentes en déplaçant une dernière fois le fil de suspension de la charge de 800 g pour que la distance de ce fil au point d'appui soit égale aux 3/4 de la valeur de AC. Relevez les diverses valeurs obtenues sur la dernière ligne du tableau ci-dessous.

**ÉTUDE DES CONDITIONS D'ÉQUILIBRE**

● **Quand un levier est-il en équilibre ?**

**Loi :** Lorsqu'un levier rectiligne est en équilibre sous l'action de deux forces parallèles, les rapports qui existent entre les deux forces qui s'y exercent et les bras du levier qui les supportent sont tels que les produits  
 — de la valeur de chacune des deux forces  
 — par la longueur du bras du levier correspondant  
 — sont égaux.

$$\begin{array}{cccc}
 F & \times & L & = & F' & \times & L' \\
 \text{première} & & \text{bras du levier} & & \text{deuxième} & & \text{bras du levier} \\
 \text{force} & & \text{correspondant} & & \text{force} & & \text{correspondant}
 \end{array}$$

Remarque : On appelle *bras du levier*  
 — la distance séparant le point d'appui (ou de suspension)  
 — du point où agit la force considérée.

**D'après la définition donnée ci-dessus, quel segment (limité par deux points) correspond (voir figure 1):**  
 — au bras de la charge de 800 g ? .....  
 — au bras du dynamomètre ? .....

**Exercice 1 : Relevé des valeurs obtenues.**

	Dynamomètre		Charge suspendue	
	force exercée	longueur du bras	force exercée	longueur du bras
exp. 1	.....	.....	.....	.....
exp. 2	.....	.....	.....	.....
exp. 3	.....	.....	.....	.....

Il s'agit maintenant de vérifier que, pour ce levier, comme l'affirme la loi présentée ci-dessus, les produits des forces par la longueur des bras du levier correspondants sont égaux, et ceci pour chacun des trois équilibres réalisés aux expériences 1, 2 et 3.

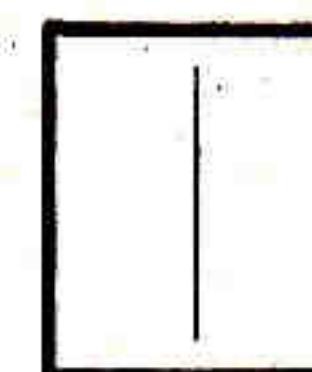
En conséquence, calculez, pour chaque série d'observations, d'une part le produit de la force exercée par le dynamomètre par la longueur de son bras du levier (cette longueur ne variant pas au cours des essais), d'autre part le produit de la force exercée par les poids marqués suspendus (force qui est constamment de 800 g) par la longueur du bras du levier correspondant.

**Produits correspondant à l'expérience 1 :**  
 — pour le dynamomètre : .....  
 — pour la charge suspendue : .....

**Produits correspondant à l'expérience 2 :**  
 — pour le dynamomètre : .....  
 — pour la charge suspendue : .....

**Produits correspondant à l'expérience 3 :**  
 — pour le dynamomètre : .....  
 — pour la charge suspendue : .....

**Pour chaque série de relevés, les produits calculés pour chacune des deux forces en présence sont-ils égaux, aux erreurs expérimentales près ? .....**



## Poulies et moufles

**Matériel** - Matériel Meccano : plateau A; 2 palans n° 151 (plateau B); dynamomètre étalonné; fil; boîte de poids marqués.

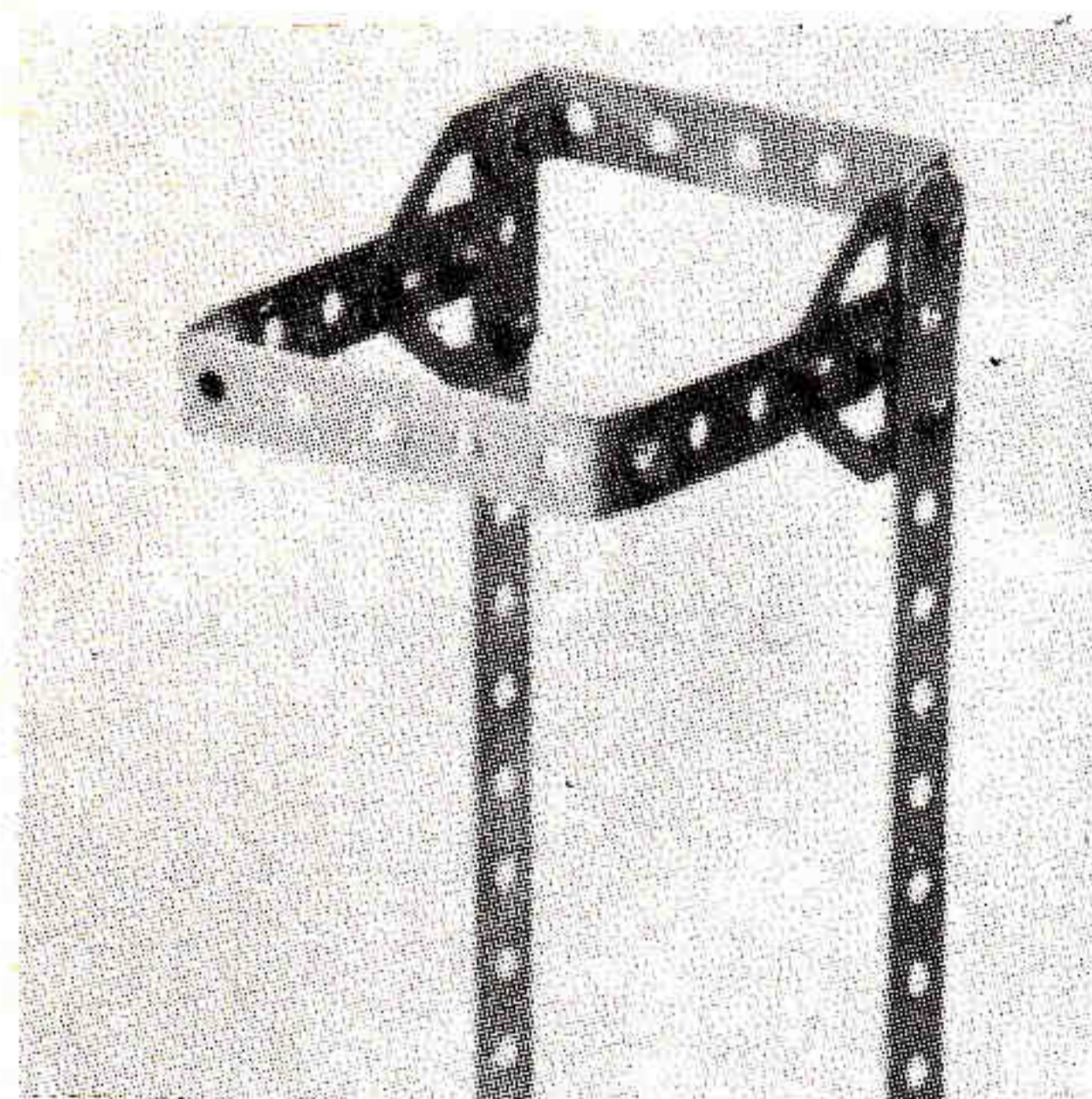
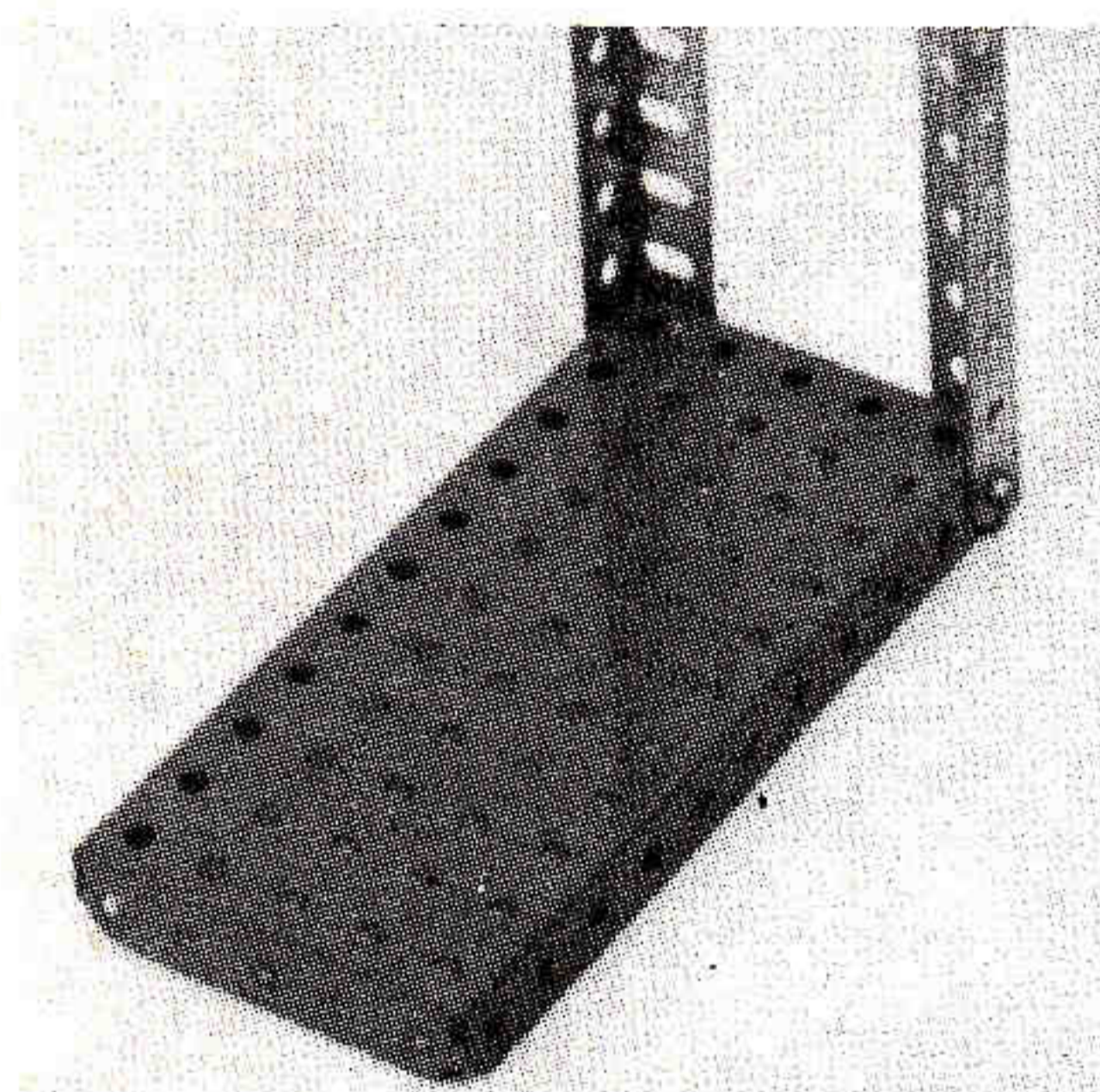


Figure 1. — Partie supérieure.

Figure 2. — Partie inférieure.



servant de pied au support, l'armature du dynamomètre étalonné : pour cela boulonnez une grande équerre à deux trous (n° 12a) en utilisant les trous allongés de la cornière,

### Travaux préparatoires

Les élèves se partageront ces travaux: préparation du support, préparation du petit appareil et mise en place du dynamomètre.

Chacune des deux colonnes du support est formée à sa base d'une cornière de 25 trous (n° 8) surmontée d'une bande de 25 trous (n° 1), la cornière et la bande se chevauchant sur dix de leurs trous. Placez chaque cornière comme l'indique la figure 2; à l'extrémité des deux bandes supérieures, préparez une potence (voir figure 1).

Fixez d'autre part verticalement, sur la plaque

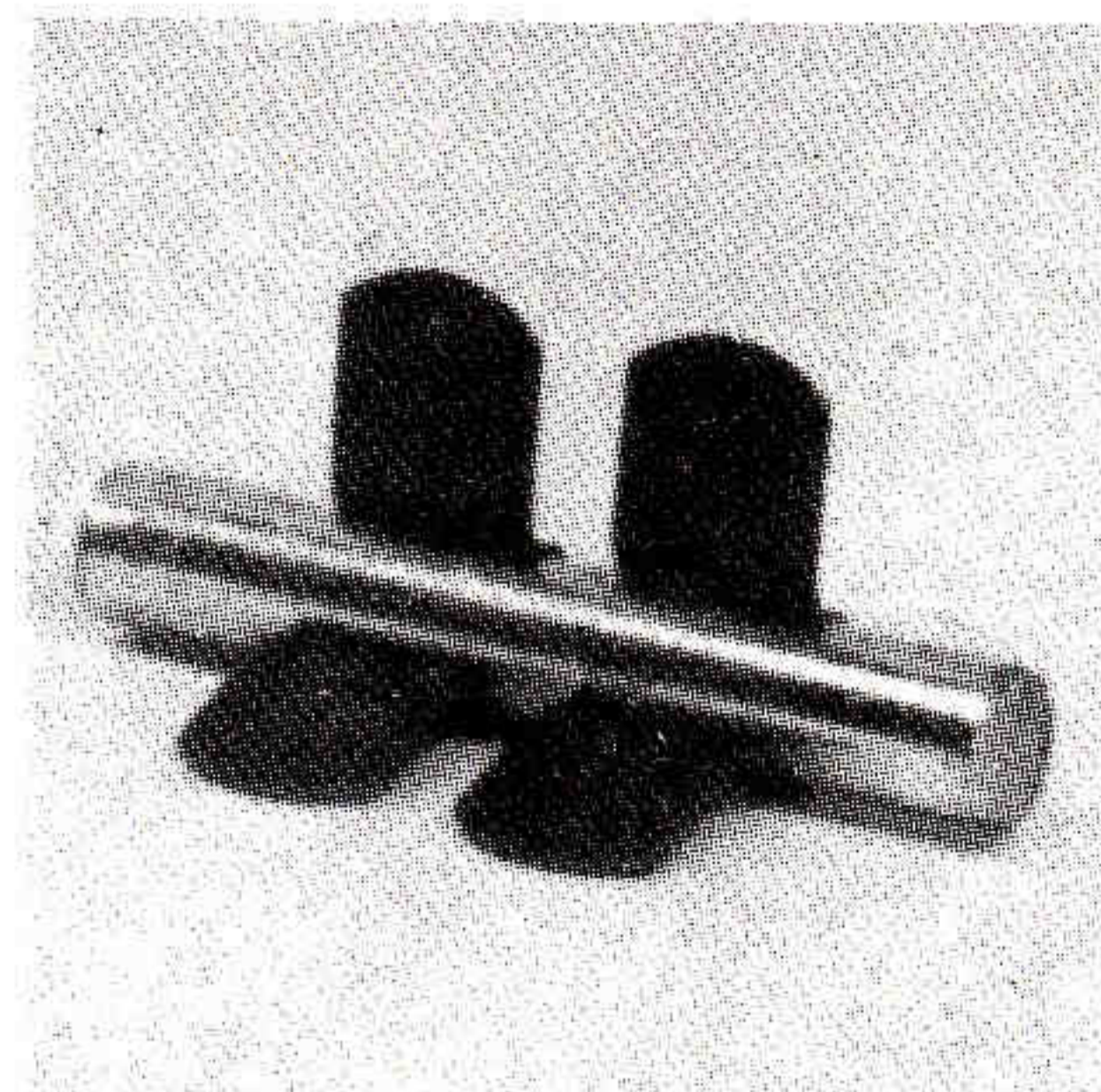
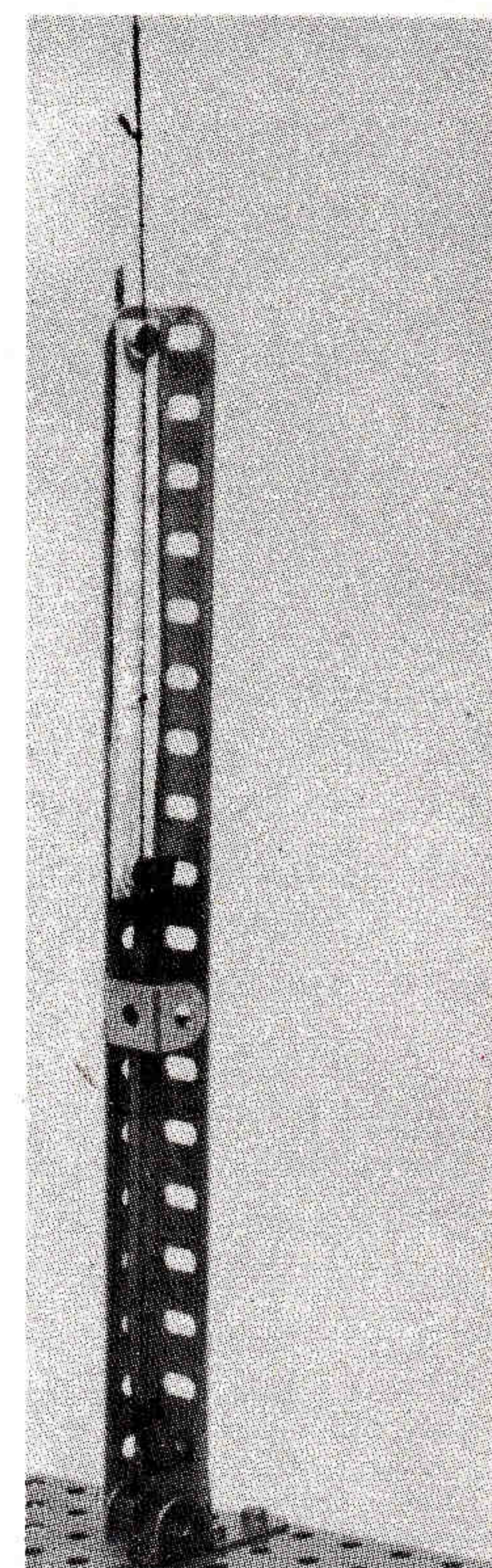


Figure 3. — Petit appareil.

Figure 4. — Mise en place sur la plaque du support.

à l'extrémité de l'appareil (voir figure 4), puis fixez cette équerre sur la plaque, à mi-distance des côtés de cette plaque.

Préparez enfin un petit appareil (figure 3), au moyen d'une tringle de 2,5 cm (n° 18b), sur laquelle sont placées, à 1 cm environ l'une de l'autre, deux clavettes (n° 35): sur cet appareil, seront fixés le fil du dynamomètre et le fil de suspension des charges.



## PROPRIÉTÉS D'UNE POULIE FIXE

### ● Qu'est-ce qu'une poulie fixe?

On appelle *poulie* une roue munie d'une gorge : c'est dans cette gorge que passe la corde utilisée pour la suspension.

Une poulie peut être fixée à un support : c'est alors une *poulie fixe*.

### Expérience 1 : Utilisation d'une poulie fixe.

1<sup>re</sup> phase : Mise en place de l'appareillage.

Suspendez l'un des deux palans au-dessus du dynamomètre, au trou central de la bande coudée (n° 48a) extérieure à la potence. D'autre part, passez la boucle terminale du dynamomètre dans l'une des clavettes du petit appareil (de la figure 3) et nouez, sur l'autre clavette de cet appareil, l'extrémité d'un morceau de fil de 50 cm de longueur.

2<sup>e</sup> phase : Premier essai.

Passez le fil de 50 cm préparé sur la gorge de la poulie du palan suspendu et fixez, à l'autre extrémité de ce fil, un poids marqué de 200 g. Tirez légèrement sur le poids suspendu pour aider le fil à se mettre en place.

D'après la position occupée par le nœud du dynamomètre, relevez la valeur de la force de traction exercée sur ce dynamomètre par le poids marqué de 200 g (considérez, en vous plaçant convenablement afin d'éviter les erreurs dues à la parallaxe, la division de la graduation la plus proche du nœud — voir remarque A de la fiche préliminaire). Portez cette valeur plus loin, sur la ligne réservée à cet effet.

3<sup>e</sup> phase : Deuxième essai.

A la charge utilisée précédemment, ajoutez 200 g sous la forme de deux poids de 100 g. Relevez ci-dessous l'indication donnée par le dynamomètre quant à la nouvelle force de traction qui s'exerce, en prenant les mêmes précautions qu'à la 2<sup>e</sup> phase (y compris une légère traction sur le fil de suspension).

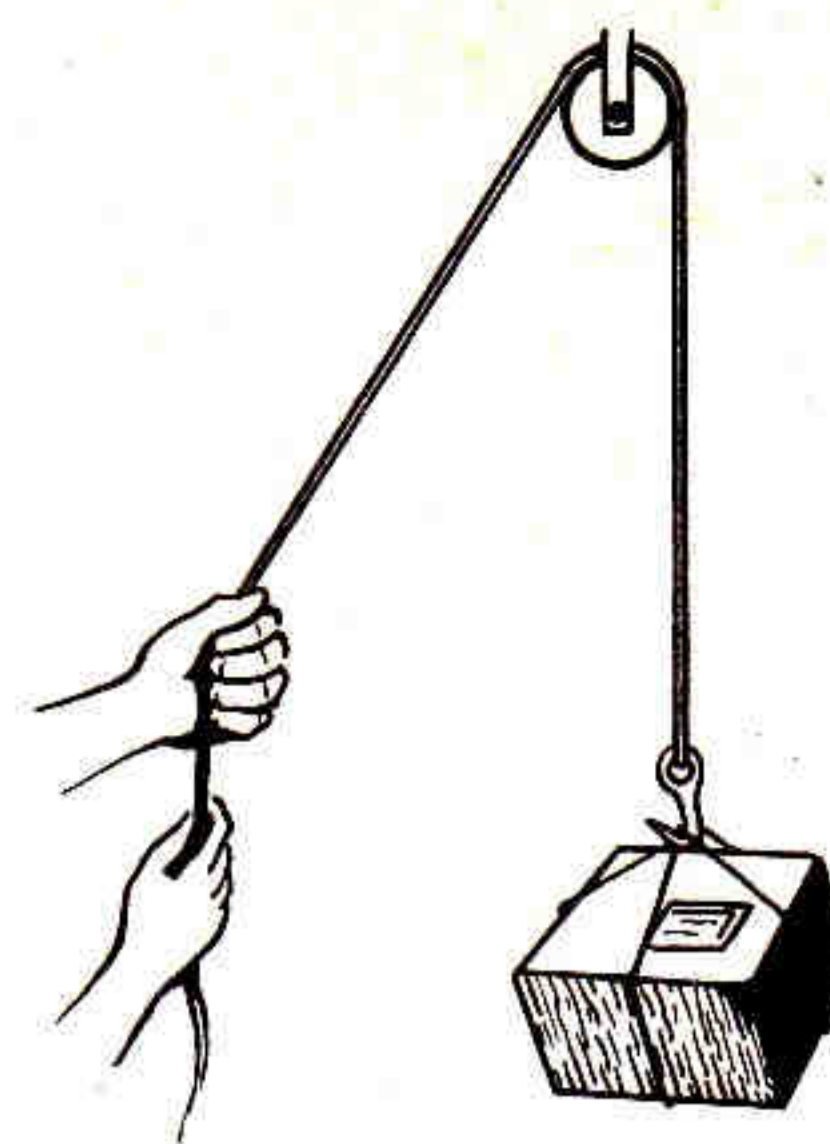
4<sup>e</sup> phase : Dernier essai.

Enlevez les poids marqués précédemment suspendus au fil, et remplacez-les par une charge de 600 g constituée par des poids marqués de 500 et 100 g liés ensemble. Relevez la nouvelle force de traction exercée sur le dynamomètre.

**Valeur de la traction, pour 200 g :** .....  
**pour 400 g :** .....; **pour 600 g :** .....

D'après les résultats de l'expérience précédente, si l'on soulève une charge par l'intermédiaire d'une poulie fixe, que vaut l'effort à fournir par rapport à la charge à soulever? .....

Par conséquent, a-t-on intérêt, en ce qui concerne l'effort à fournir, à utiliser une poulie fixe pour soulever une charge? .....



● La poulie fixe ne donne aucun gain sur l'effort à exercer pour soulever une charge; toutefois, elle permet d'effectuer la traction obliquement, dans une direction où l'effort est plus facile à exercer (voir figure 5).

Figure 5

## PROPRIÉTÉS D'UNE POULIE MOBILE

● Qu'est-ce qu'une poulie mobile?

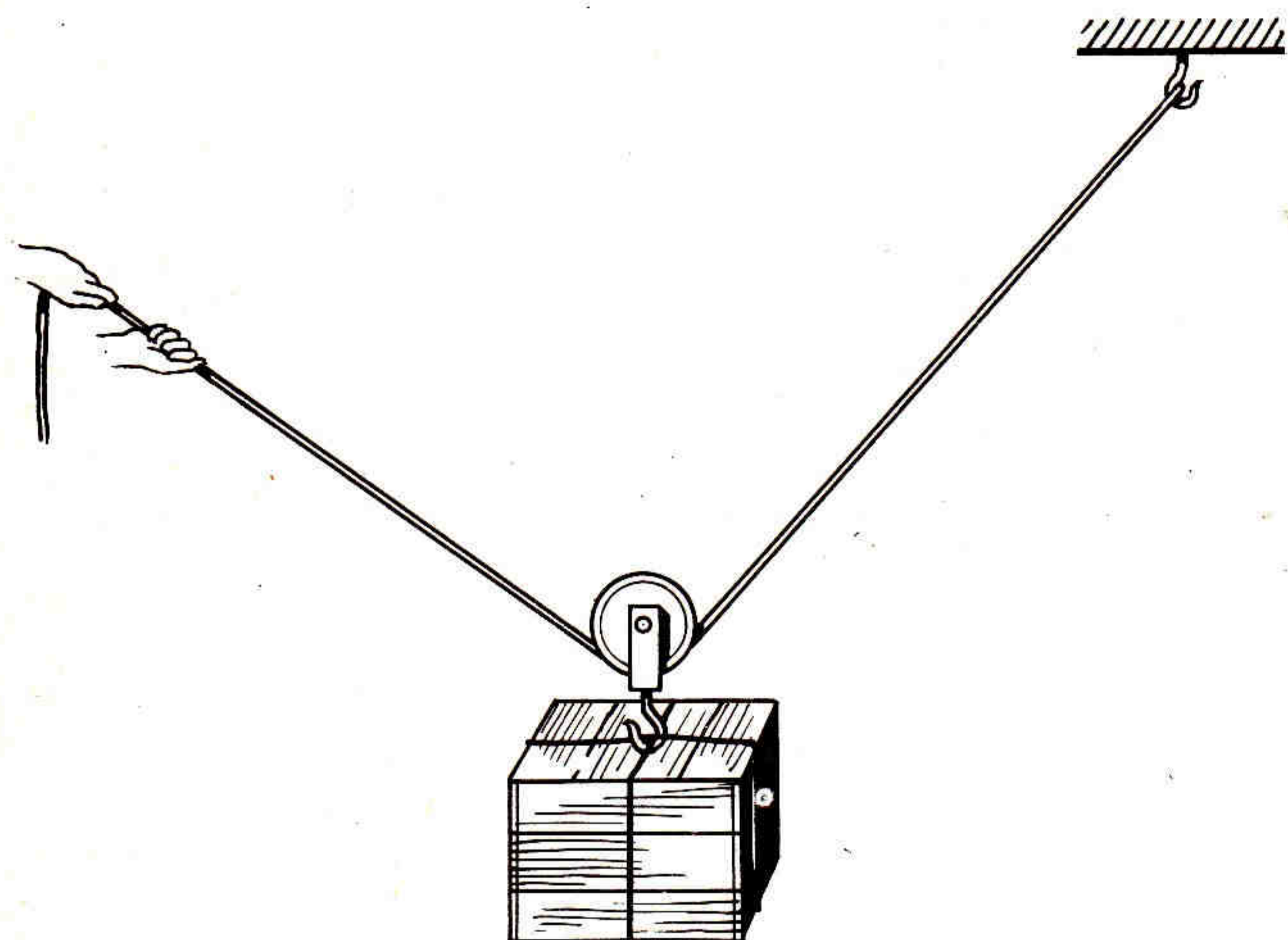


Figure 6. — Une poulie mobile est soutenue par une corde de suspension dont l'une des extrémités est fixée au support. L'effort à fournir pour soulever la charge est deux fois moindre que la valeur de cette charge, mais la longueur de corde à tirer est deux fois plus grande que le déplacement effectué par la charge.

### Expérience 2 : Préparation du montage.

Enlevez la charge suspendue au fil de 50 cm, puis faites passer l'extrémité du fil ainsi libéré dans la gorge de la poulie du second palan, ce second palan étant placé le crochet en bas, comme l'indique la figure 6 : la poulie ainsi placée remplit le rôle de poulie mobile (texte sous la figure). Fixez l'extrémité du fil demeurée libre au trou central de la bande coudée à 5 trous (n° 48a) qui unit directement les deux bandes de 25 trous, à la partie supérieure du support.

## PERTES D'UTILISATION

Au cours des expériences précédentes, la traction qui s'exerce sur le dynamomètre ne correspond pas exactement à la valeur relevée; cet effort est-il légèrement inférieur ou légèrement supérieur au nombre de grammes transcrit? .....

● Une partie de la force transmise au moyen d'une machine simple est absorbée par les frottements de l'appareil, et le rendement est, en fait, toujours inférieur à ce qu'il devrait être théoriquement.

### Expérience 3 : Propriétés d'une poulie mobile.

1<sup>re</sup> phase : Premier essai.

A l'aide d'un morceau de fil, suspendez le poids marqué de 200 g au crochet de la poulie mobile (figure 6); tirez sur le fil de suspension pour le mettre en place. Relevez la valeur de la traction qui s'exerce sur le dynamomètre, tout en tenant compte des remarques faites précédemment à ce sujet. Relevez ci-dessous le résultat de cette observation.

2<sup>e</sup> phase : Nouvel essai.

Ajoutez 200 g à la charge précédente (deux poids marqués de 100 g liés ensemble), et relevez ci-dessous la nouvelle valeur de la traction exercée sur le dynamomètre, en procédant comme précédemment.

3<sup>e</sup> phase : Dernier essai.

Enlevez les poids marqués précédemment utilisés et remplacez-les par une charge de 600 g (500+100 g); relevez la nouvelle valeur de la traction.

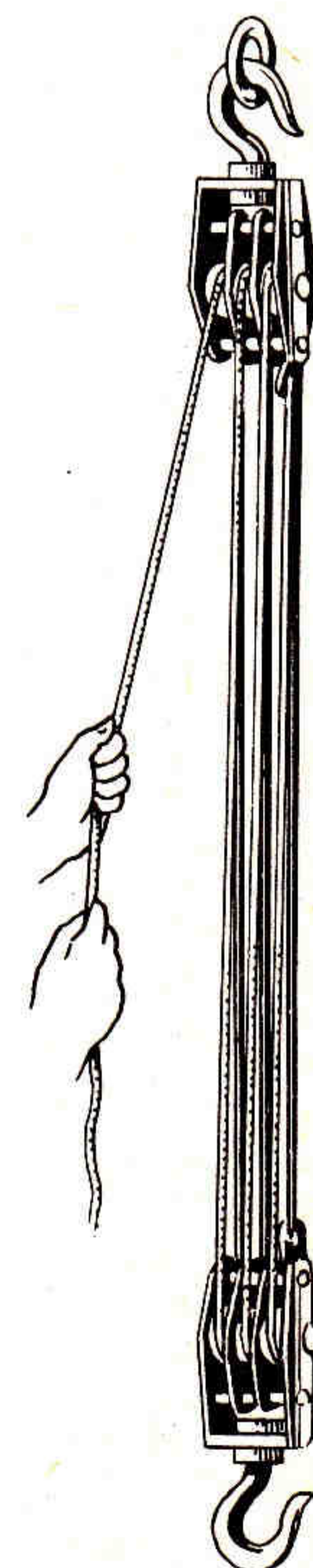
Valeur de la traction, pour 200 g : .....

pour 400 g : .....; pour 600 g : .....

Comparez la force de traction qui s'exerce sur le dynamomètre à celle qu'exerce le poids suspendu.

Que remarquez-vous? .....

● La poulie mobile permet de soulever une charge en fournissant un effort qui n'est que moitié de la valeur de cette charge (toutefois, comme nous le verrons ultérieurement, il faut alors entraîner une longueur de corde deux fois plus grande que la distance dont s'élève la charge).

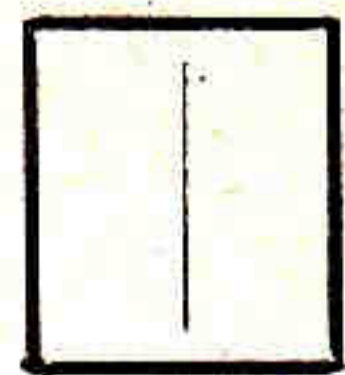


● L'utilisation simultanée de poulies fixes (qui permettent de mieux diriger l'effort de traction) et de poulies mobiles (qui divisent par deux l'effort à fournir) constitue un appareil appelé moufle.

Figure 7. — Moufle à 6 poulies. Au moyen d'une moufle à 6 poulies (3 poulies fixes et 3 poulies mobiles), on exerce un effort six fois moindre que la valeur de la charge soulevée.

■ En fin de travail, démontez le support et le petit appareil, mais conservez le dynamomètre.





## Travail et leviers

### ● Qu'est-ce que le travail?

Le travail, du point de vue mécanique, est engendré par une charge (ou une force) que l'on déplace; on a le produit suivant :

$$\text{Travail} = \text{Force} \times \text{Déplacement.}$$

● Les leviers sont des machines simples, c'est-à-dire des machines qui ne créent pas le travail : ce que l'on gagne en force exercée, on le perd en déplacement.

Dans une machine simple, le travail fourni est égal au travail obtenu : il y a conservation du travail.

### CAS D'UN LEVIER INTER-APPUI

#### Expérience 1 : Préparation du levier.

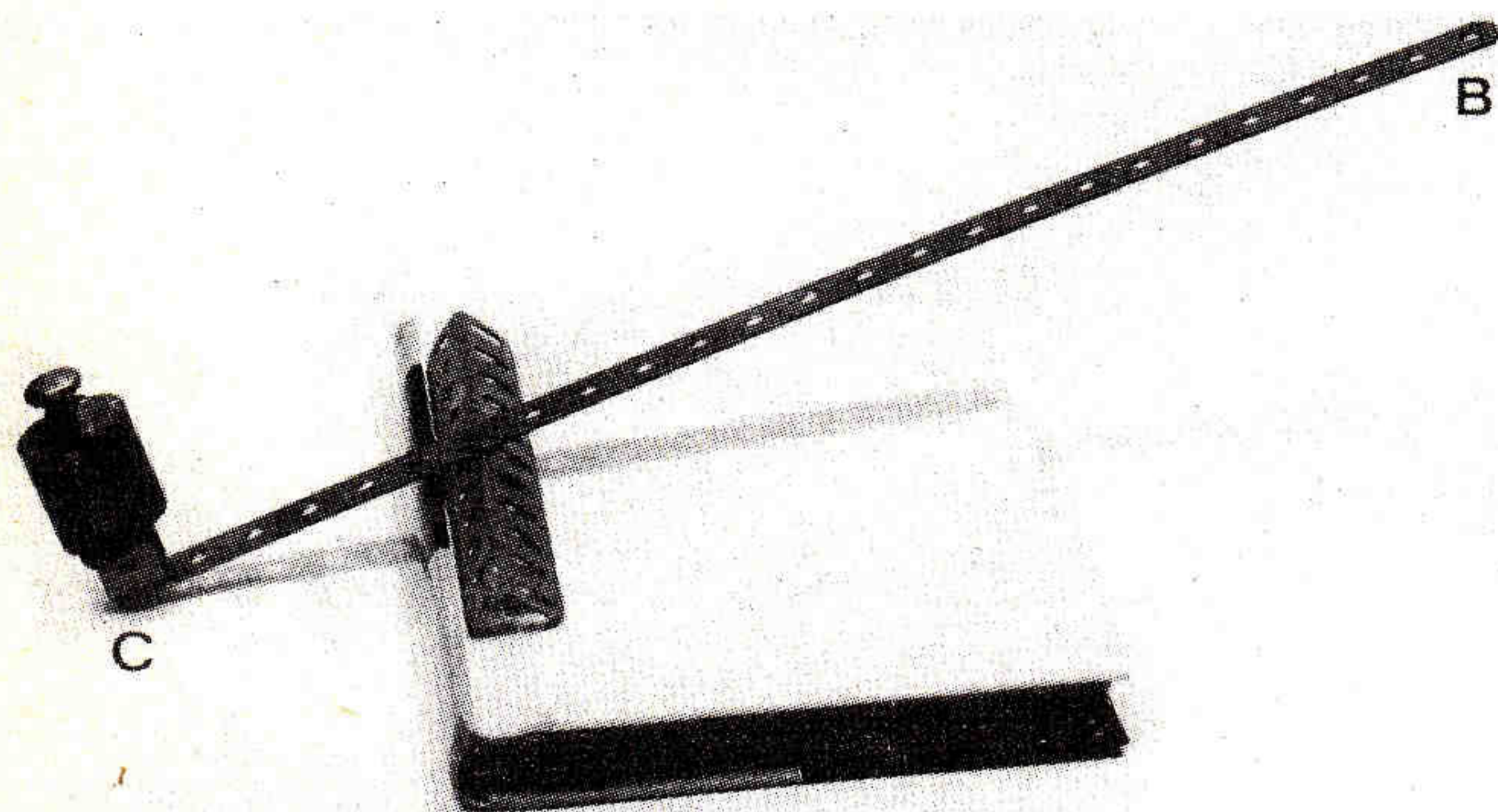


Figure 1. — Montage à réaliser. Le cavalier sert de support au poids de 100 g : croisez deux fois le bracelet de caoutchouc sur le bouton du poids marqué. Cette figure permet de se rendre compte que les deux bras du levier ainsi posé valent respectivement 6 intervalles et 18 intervalles.

Fixez le cavalier (n° 45) au dernier trou de la bande perforée de 25 trous (n° 1) dans la position évoquée par la figure ci-dessus. Placez sur ce cavalier un poids marqué de 100 g maintenu à l'aide d'un bracelet de caoutchouc (voir, plus loin, la figure 2).

Posez d'autre part la cornière de 11 trous (n° 9) sur un livre de classe, en la plaçant près d'un des bords du livre, parallèlement à la tranche de ce livre (voir figure).

Posez la bande perforée sur la cornière en suivant les indications données par la figure 1 en ce qui concerne les longueurs respectives des deux bras du levier : sur les vingt-quatre intervalles (espaces entre deux trous de la bande), placez six intervalles du côté du poids et dix-huit intervalles de l'autre côté. Répondez enfin à la question.

**La force motrice étant exercée, sur ce levier, à l'extrémité libre de la bande, le levier obtenu est de quel genre?** .....

#### Expérience 2 : Utilisation du levier.

1<sup>re</sup> phase : Repérage au départ.

L'extrémité du levier portant la charge de 100 g reposant sur la table, le point d'appui de ce levier étant maintenu — du doigt — sur le trou de la bande limitant six et dix-huit intervalles, placez la règle graduée verticalement sur la table,

la division zéro en bas, afin, de repérer à 1 mm près (voir la remarque A de la fiche préliminaire), la division de cette règle qui se trouve au niveau des points B et C du levier; le point B correspond au bord de l'extrémité libre de la bande perforée (à droite sur la figure 1) au niveau du dernier trou; le point C est situé au bord de l'une des "ailes"

du cavalier (voir figure 2).

Pour ces deux mesures, il est indispensable que l'expérimentateur porte son regard exactement en face du point considéré, afin de tenir compte du phénomène de parallaxe.

#### Niveau primitif

— de B : .....  
— de C : .....

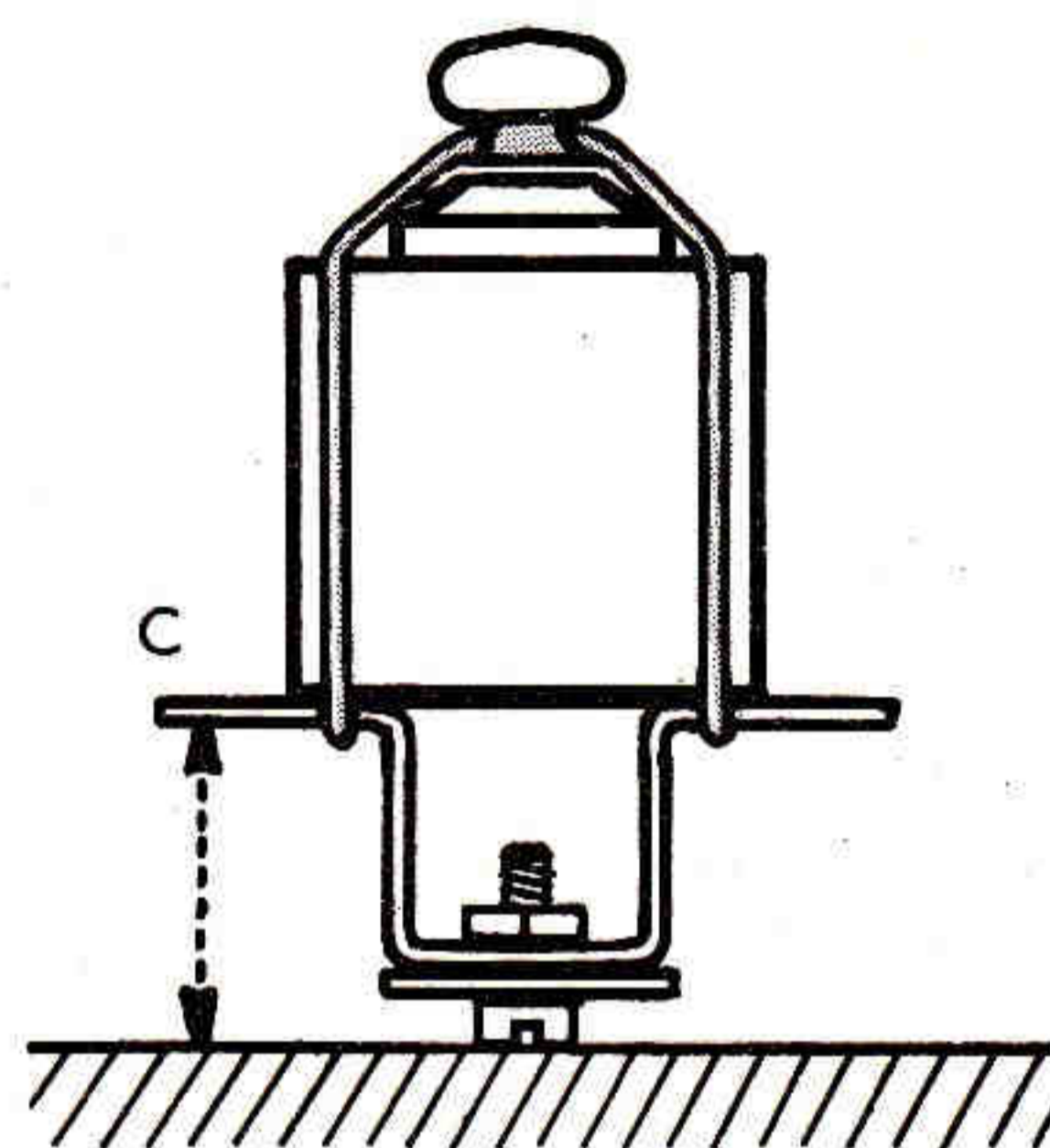


Figure 2. — La distance à repérer est celle séparant le point C (extrémité de l'aile du cavalier) et la table (distance indiquée ici en pointillé). Repasser la ligne pointillée marquant cette distance au crayon rouge et teintez le poids en jaune.

2<sup>e</sup> phase : Nouveau repérage.

Tout en maintenant d'une main le levier en position convenable sur la cornière lui servant de point d'appui, placez un doigt de l'autre main sur le trou situé à l'extrémité libre de ce levier, et appuyez jusqu'à remener le levier sensiblement à l'horizontale.

En immobilisant le levier dans cette position, repérez, comme à la phase précédente, à l'aide de la règle graduée et à 1 mm près, les niveaux respectifs qu'ont maintenant atteint les points B et C considérés précédemment.

**Nouveau niveau de B :** .....; **de C :** .....

#### Exercice 1 : Utilisation des mesures obtenues.

1<sup>re</sup> partie : Distances verticales parcourues.

Déduisez, par différence entre les valeurs relevées plus haut, la distance verticale parcourue par les points B et C, distance exprimée en millimètres, que vous convertirez immédiatement en centimètres. Répondez également aux questions qui suivent.

**Parcours de B, en mm :** .....

**Parcours de C, en mm :** .....

**Distances parcourues, exprimées en centimètres :**  
**par le point B :** .....; **par le point C :** .....

**Des deux forces qui s'exercent sur le levier, résistance et force agissante, laquelle s'exerce :**  
**en B ?** .....; **en C ?** .....

**Quel est donc le déplacement vertical de la résistance ?** .....; **de la force agissante ?** .....

**Le bras du levier placé du côté de la force agissante est, ici, 3 fois plus long que celui correspondant à la résistance; la force agissante sera donc 3 fois plus petite que la résistance. Elle vaudra donc (à 1 gramme près) ?** .....

## CAS D'UN LEVIER A APPUI EXTRÊME

### Expérience 3 : Montage du levier.

Transportez le cavalier (pièce n° 45) du premier trou de la bande à son septième trou (le trou qui était précédemment placé au niveau de la cornière servant d'appui). Fixez ce cavalier à ce trou en employant maintenant une grande vis de 12 mm (n° 111a) dont la tête sera placée vers le haut et dont l'autre extrémité servira de "béquille" au levier. Dans le trou où était précédemment boulonné le cavalier, introduisez également une vis (de taille normale, celle-ci), la tête en haut, que vous serrerez contre la bande au moyen d'un écrou : la partie inférieure de cette vis remplira la fonction d'appui.

### Expérience 4 : Utilisation de ce levier.

Remplacez le poids de 100 g sur le cavalier et posez le levier obtenu sur la table, reposant sur les deux vis.

**Ainsi posé, ce levier est de quel genre ?** .....

1<sup>re</sup> phase : Repérage au départ.

Repérez, en millimètres, comme à la 1<sup>re</sup> phase de l'expérience 2, la position du point B (au niveau du trou extrême du levier) et du point C (voir figure 2).

**Niveau primitif de B :** .....; **de C :** .....

2<sup>e</sup> phase : Nouveau repérage.

En plaçant les doigts au niveau du dernier trou de l'extrémité libre de la bande perforée, exercez un effort pour soulever la charge de quelques centimètres.

Tandis que l'un des expérimentateurs maintient le levier dans cette position, un autre repère, au moyen de la règle graduée, les nouvelles positions du point B (correspondant au point d'application de la force agissante) et du point C (correspondant au point d'application de la résistance).

**Nouveau niveau de B :** .....; **de C :** .....

### Exercice 2 : Utilisation des valeurs obtenues.

1<sup>re</sup> partie : Évaluation des déplacements.

A partir des positions successives de la résistance et de la force agissante, évaluez de quelles distances verticales

2<sup>e</sup> partie : Évaluation du travail.

En appliquant la formule de calcul du travail donnée (force  $\times$  déplacement), évaluez le travail effectué lors du déplacement subi, à chaque extrémité du levier, soit par la résistance, soit par la force agissante (utilisez, pour ce calcul, des poids exprimés en grammes et des déplacements exprimés en centimètres). Comparez ensuite les deux valeurs du travail obtenues.

**Travail effectué respectivement par :**

— la résistance : .....

— la force agissante : .....

**Que remarquez-vous, en tenant compte des erreurs expérimentales ?** .....

● Dans un levier inter-appui, il y a conservation du travail.

se sont déplacées les deux forces qui se sont exercées sur ce second levier (distances calculées en millimètres, puis converties en centimètres).

**Parcours de B :** .....; **de C :** .....

**Valeur de ce déplacement, en centimètres :**

**pour B :** .....; **pour C :** .....

2<sup>e</sup> partie : Évaluation des bras.

Dans le levier utilisé, on peut évaluer la longueur des bras de ce levier grâce au nombre d'intervalles entre les trous de la bande perforée (la longueur des bras, quel que soit le genre du levier, s'évalue à partir du point d'appui).

Comptez les intervalles correspondant à chacun des deux bras du levier, déduisez-en combien de fois le bras de levier de la force agissante est plus long que celui de la résistance, et évaluez la force agissante qui doit équilibrer la résistance de 100 g (un bras 4 fois plus long correspond à une force 4 fois plus petite).

**Force agissante :** .....

3<sup>e</sup> partie : Calcul du travail.

Calculez (voir en page 1) le travail effectué pour chaque partie de ce levier (pour ce calcul les forces doivent être exprimées en grammes et les distances en centimètres). Comparez les deux valeurs du travail obtenues.

**Travail effectué du côté de**

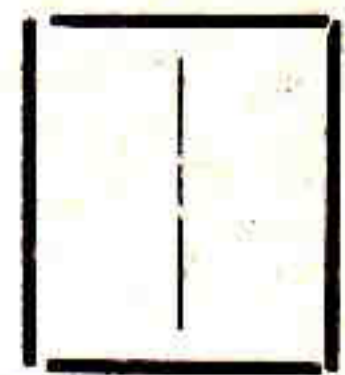
— la résistance : .....

— la force motrice : .....

**Quelle particularité présentent les deux valeurs obtenues, en tenant compte des erreurs expérimentales ?** .....

● Dans un levier à appui extrême, il y a conservation du travail.

■ Remettez en place le matériel Meccano après avoir déboulonné le cavalier.



## Travail et poulies

**Matériel** - Matériel Meccano : plateau A; 2 palans n° 151 et 2 poulies de 25 mm n° 22 (plateau B); 1 poids de 100 g et 1 poids de 500 g; fil.  
Règle graduée.

### Montage à préparer

Préparez le support : au milieu des deux plus longs rebords verticaux d'une plaque de 14 x 6 cm (n° 52), boulonnez deux embases triangulées plates (n° 126a). Fixez verticalement, sur chacune de ces embases, une cornière de 25 trous (n° 8) dont la face portant des trous ronds sera boulonnée sur les embases.

Réunissez la partie supérieure des deux cornières par une bande coudée de 5 trous (n° 48a) placée de champ, dans un plan vertical (et non à plat, dans un plan horizontal).

### CAS D'UNE POULIE FIXE

#### Expérience 1 : Utilisation d'une poulie fixe.

1<sup>re</sup> phase : Montage de la machine.

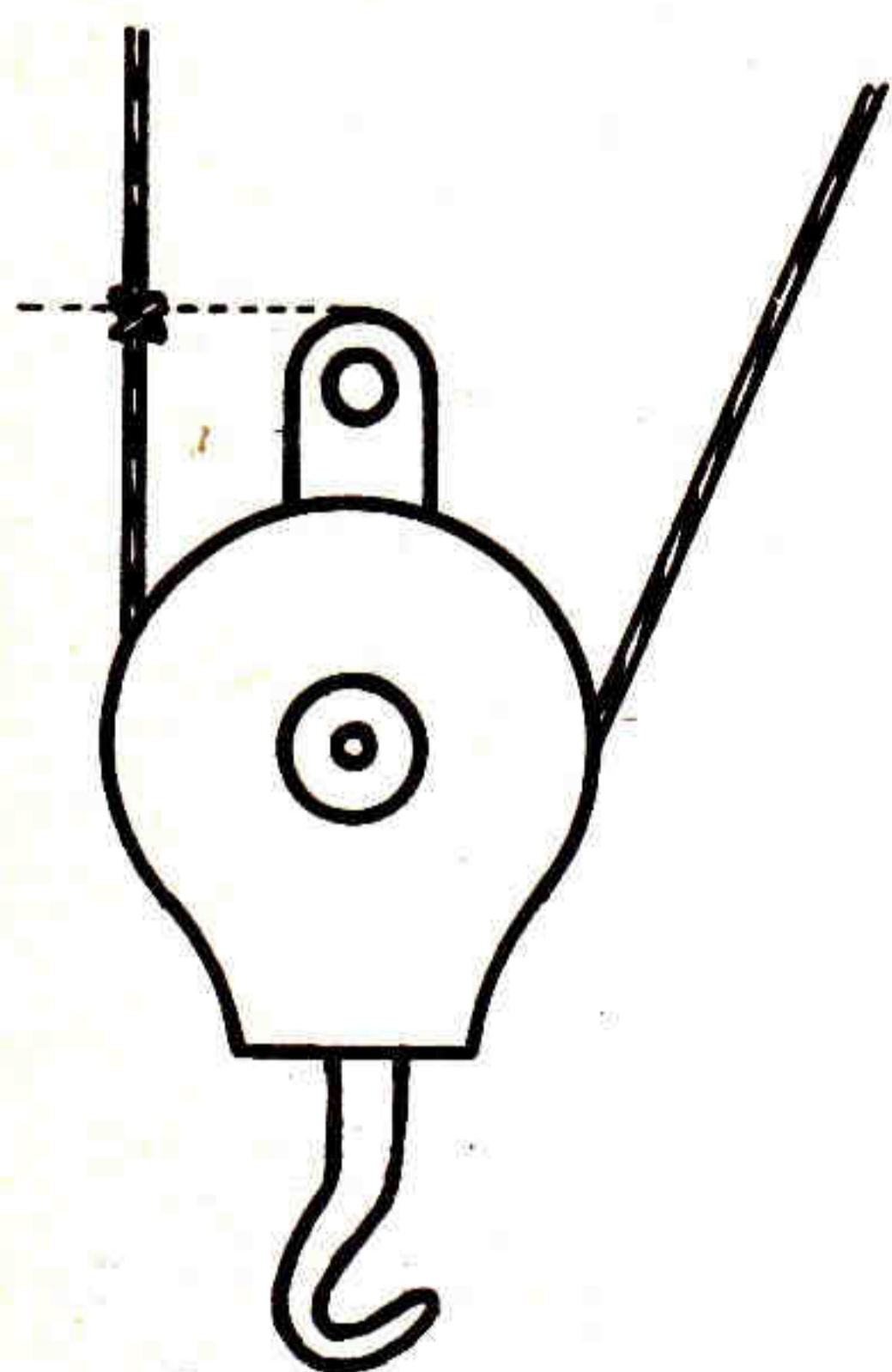


Figure 1. — Le nœud doit être immobilisé au niveau de la base de la patte du palan.

Suspendez un palan (pièce n° 151), par son crochet, au trou central de la barre supérieure du support.

D'autre part, attachez, par l'une de ses extrémités, un morceau de fil de 50 cm de longueur au bouton d'un poids marqué de 100 g. Sur ce fil, faites un premier nœud à 10 cm du point d'attache de ce fil sur le poids, puis un second nœud à 10 cm du premier. Passez alors l'extrémité libre de ce fil dans la gorge de la poulie du palan suspendu au support.

2<sup>e</sup> phase : Position de départ.

Tirez lentement sur le fil afin de soulever la charge, jusqu'à ce que le nœud le plus éloigné du poids se trouve placé au niveau inférieur de la patte du palan (figure 1). Placez alors verticalement la règle graduée, la division zéro en bas, sur la plaque du support. Indiquez ci-dessous, à 1 mm près (voir remarque A de la fiche préliminaire), le nombre de millimètres correspondant à la division de l'échelle de cette règle qui se trouve en face de la partie la plus basse du poids suspendu (figure 2).

Niveau primitif de la charge : .....

3<sup>e</sup> phase : Déplacement de la charge.

Tirez lentement sur le fil afin de soulever la charge, par l'intermédiaire de la poulie, jusqu'à ce que le second nœud de ce fil se trouve

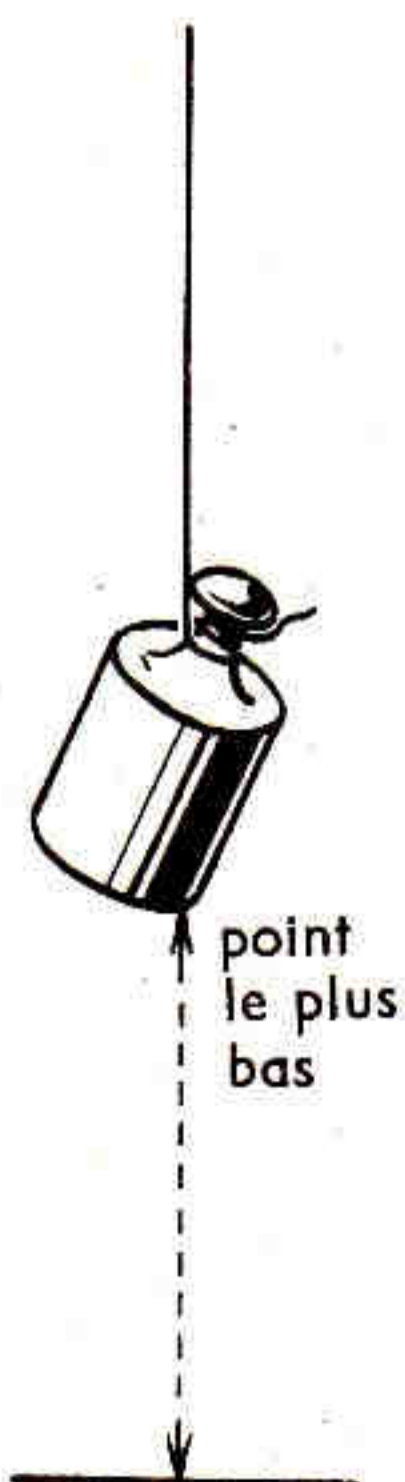


Figure 2

#### ● Qu'est-ce que le travail?

Le travail fourni pour déplacer une charge dépend de la force à exercer et de la distance à parcourir.

Travail = Force × Déplacement.

● Les poulies et les moufles sont des machines simples qui ne font que transformer le travail sans en produire. Le travail effectué pour la manœuvre de l'appareil est égal au travail utilisé dans le déplacement de la charge à soulever : on dit qu'il y a conservation du travail.

à son tour dans la position décrite par la figure 1.

Relevez alors, comme à la 2<sup>e</sup> phase, la division de la règle graduée qui se trouve en face de la partie inférieure du poids suspendu (voir figure 2).

Nouveau niveau relevé : .....

Déduisez de l'expérience 1 les deux valeurs :

— longueur de fil tirée (entre les nœuds) : .....

— déplacement vertical subi par le poids (différence entre les deux niveaux relevés) : .....

Quelle particularité présentent les deux valeurs trouvées? .....

#### Exercice 1 : Calcul du travail.

En appliquant la formule de calcul du travail (force × déplacement), calculez, d'une part le travail utilisé par la charge de 100 g, d'autre part le travail fourni lors de la traction du fil :

Travail effectué :

Du côté de la charge : .....

Du côté de la traction : .....

Quelle propriété ont les deux valeurs du travail obtenues, en tenant compte des erreurs expérimentales? .....

● Dans une poulie simple, il y a conservation du travail : charge à soulever et effort à fournir étant de même valeur, la longueur de corde tirée et le déplacement de la charge sont égaux.

## CAS D'UNE MOUFLE

### Expérience 2 : Préparation des palans.



Figure 3. — Montage d'un palan à deux poulies. Une rondelle-disque est intercalée entre la tête de la vis et la poulie de 25 mm ajoutée.

Ajoutez, à chacun des deux palans remis, une seconde poulie, en fixant sur leur patte une roue de 25 mm à moyeu (n° 22) selon les indications de la figure 3. Employez pour cela une vis de 12 mm (n° 111a) comme axe, en intercalant une rondelle-disque (n° 38); serrez la vis de fixation de la poulie sur la vis de 12 mm servant d'axe.

### Expérience 3 : Montage de la moufle.

1<sup>re</sup> phase : Préparation de la charge.

Fixez un morceau de fil sur le bouton du poids marqué de 500 g, et préparez sur ce fil une boucle qui devra être placée le plus près possible du bouton de ce poids (le fil de suspension doit être aussi court que possible). Ce poids va servir de charge à soulever : posez-le, ainsi préparé, sur la plaque à rebords du support.

2<sup>e</sup> phase : Préparation du fil.

Prenez un morceau de fil de 1 m de longueur, et attachez l'une de ses extrémités au trou qui se trouve complètement à gauche de la bande placée à la partie supérieure du support (à gauche par rapport à l'élève qui exécute l'expérience). A 40 cm du point d'attache de ce fil sur la bande, faites, sur ce fil, un premier nœud, puis, à 20 cm de ce dernier, un second nœud.

3<sup>e</sup> phase : Montage de la moufle.

Dans le trou central de la bande horizontale placée à la partie supérieure du support, suspendez par son crochet l'un des palans à deux poulies préparés à l'expérience 2. Au-dessous, préparez le second palan à deux poulies, le crochet de ce dernier étant placé vers le bas et ses poulies étant disposées, par rapport à celles du palan supérieur, comme l'indique la figure 4 ci-contre.

Passez alors la boucle du fil de suspension du poids marqué de 500 g dans le crochet du palan inférieur.

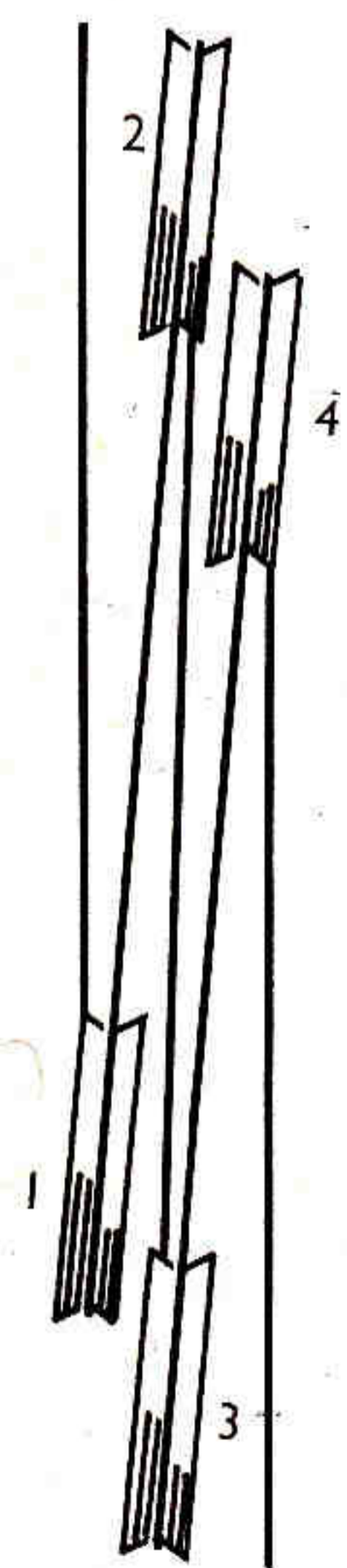


Figure 4. — Mise en place du fil. Le fil est placé sur les poulies dans l'ordre de numérotation de ces dernières.

L'un des expérimentateurs tenant ce second palan verticalement, en bonne place, faites passer le fil précédemment préparé afin de réunir les poulies des deux palans. Commencez par passer ce fil sous la poulie marquée du n° 1 sur la figure, continuez en la faisant passer sur la poulie

n° 2 puis sous la poulie n° 3, enfin sur la poulie n° 4 (voir figure 4).

Cette moufle possède combien de poulies ? .....

Dans une telle moufle, d'après un travail précédent, la charge soulevée est combien de fois supérieure à l'effort fourni? .....

### Expérience 4 : Utilisation de la moufle.

1<sup>re</sup> phase : Position de départ.

Tirez lentement sur le fil, afin de soulever légèrement la charge de 500 g, jusqu'à ce que le premier nœud préparé le long de ce fil ait atteint le niveau inférieur de la patte du palan fixé en haut du support (voir figure 1).

Le fil étant maintenu dans cette position, placez la règle graduée verticalement sur la plaque et, comme vous l'avez fait à la 2<sup>e</sup> phase de l'expérience 1, repérez le nombre de millimètres (à 1 mm près : voir remarque A de la fiche préliminaire) correspondant au niveau de la base inférieure du poids suspendu : voir figure 2.

Niveau primitif de la charge : .....

2<sup>e</sup> phase : Déplacement de la charge.

Continuez à soulever lentement la charge, jusqu'à ce que le second nœud se place comme indiqué à la figure 1. Notez le niveau atteint par la partie inférieure du poids au moyen de la règle placée comme précédemment.

Nouveau niveau relevé : .....

Déduisez de cette expérience 4 les deux valeurs :

- longueur de fil tirée (entre les nœuds): .....
- déplacement vertical subi par le poids (différence entre les deux niveaux relevés): .....

### Exercice 2 : Calcul du travail.

Évaluez le travail effectué par l'intermédiaire de la moufle, d'une part du côté de la charge de 500 g, d'autre part du côté du fil employé pour exercer la traction, et comparez les deux valeurs obtenues.

Travail effectué :

Du côté de la charge : .....

Du côté de la traction : .....

Quelle est la particularité des deux valeurs obtenues, en tenant compte des erreurs expérimentales?

● Dans une moufle, il y a conservation du travail.

■ Les appareils préparés avec le matériel Meccano doivent être démontés en fin de travail.



## Étude du treuil

**Matériel** - Matériel Meccano : plateau A et plateau B; fil; 2 poids de 100 g et 1 poids de 200 g; pied à coulisse. Règle graduée.

### TRAVAIL PRÉPARATOIRE

Premier montage : Le support.

Le support sera monté selon les indications suivantes : Dans la partie centrale d'une plaque de 14x6 cm (n° 52) fixez deux embases triangulées coudées (n° 126), de manière que leurs parties verticales soient placées face à face; les pattes de ces embases, boulonnées sur la plaque, doivent d'autre part se trouver à l'intérieur de l'espace les séparant, et être séparées par cinq trous libres de la plaque.

Sur chacune de ces embases, fixez verticalement une bande de 25 trous (n° 1); les deux bandes seront reliées, dans leur partie supérieure, par une bande coudée de 7 trous (n° 48b).

Deuxième montage : Les poulies.

Prenez une tringle de 10 cm (n° 15b), que vous maintiendrez horizontalement à la main comme l'indique la figure 1;

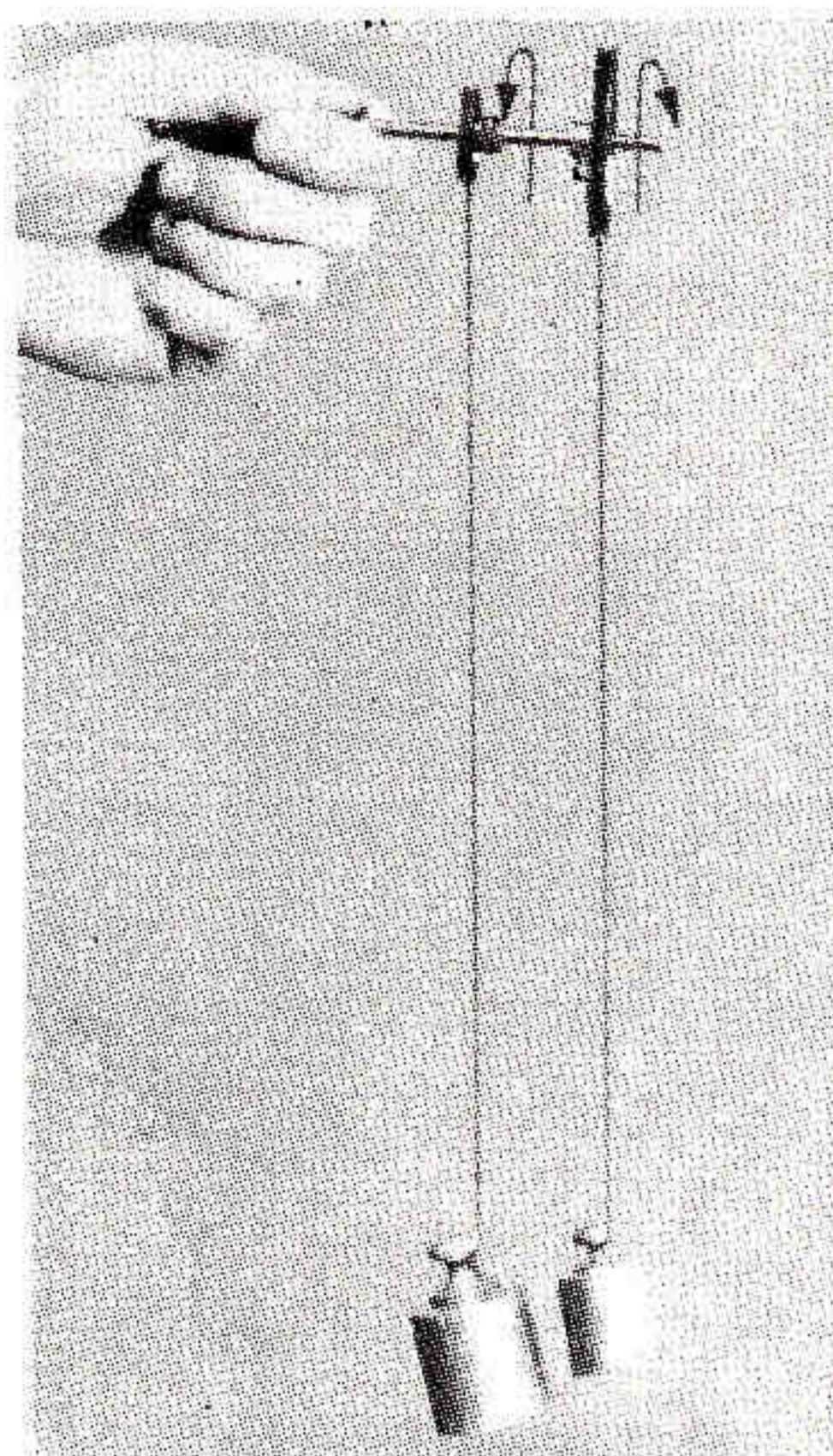


Figure 1.

glissez sur cette tringle une poulie de 25 mm (n° 22) et une poulie de 50 mm (n° 20a) de diamètres, ces poulies demeurant folles sur l'axe.

Préparez deux morceaux de fil de 80 cm de longueur, fixez chacun de ces fils sur l'une des deux poulies et enroulez-les en sens inverse l'un de l'autre.

Attachez, à l'extrémité libre de chaque fil, soit un poids marqué de 100 g, soit un poids marqué de 200 g, comme l'indique la figure.

### PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

#### Expérience 1 : Étude de l'équilibre du treuil.

Prenez la tringle munie de poulies (figure 1) et placez-la horizontalement dans la partie supérieure du support préparé, à trois trous de l'extrémité des bandes. Ajoutez deux clavettes. Les deux fils étant suffisamment enroulés pour que les poids se trouvent suspendus à la même hauteur, serrez les vis de fixation de chaque poulie sur la tringle puis lâchez les poulies. Observez l'équilibre qui s'établit.

Que constatez-vous? .....

Laquelle des deux poulies supporte une force deux fois plus intense que l'autre? .....

Que vaut le diamètre de cette poulie par rapport à celui de l'autre? .....

● Dans le montage de l'expérience 1, la poulie de petit diamètre représente le tambour du treuil, tandis que la poulie de grand diamètre correspond au cercle que décrit la poignée où s'exerce la force qui manœuvre la machine (voir figure 2).

● La force transmise est inversement proportionnelle au diamètre (à un diamètre deux fois plus petit correspond une force deux fois plus grande, et inversement).

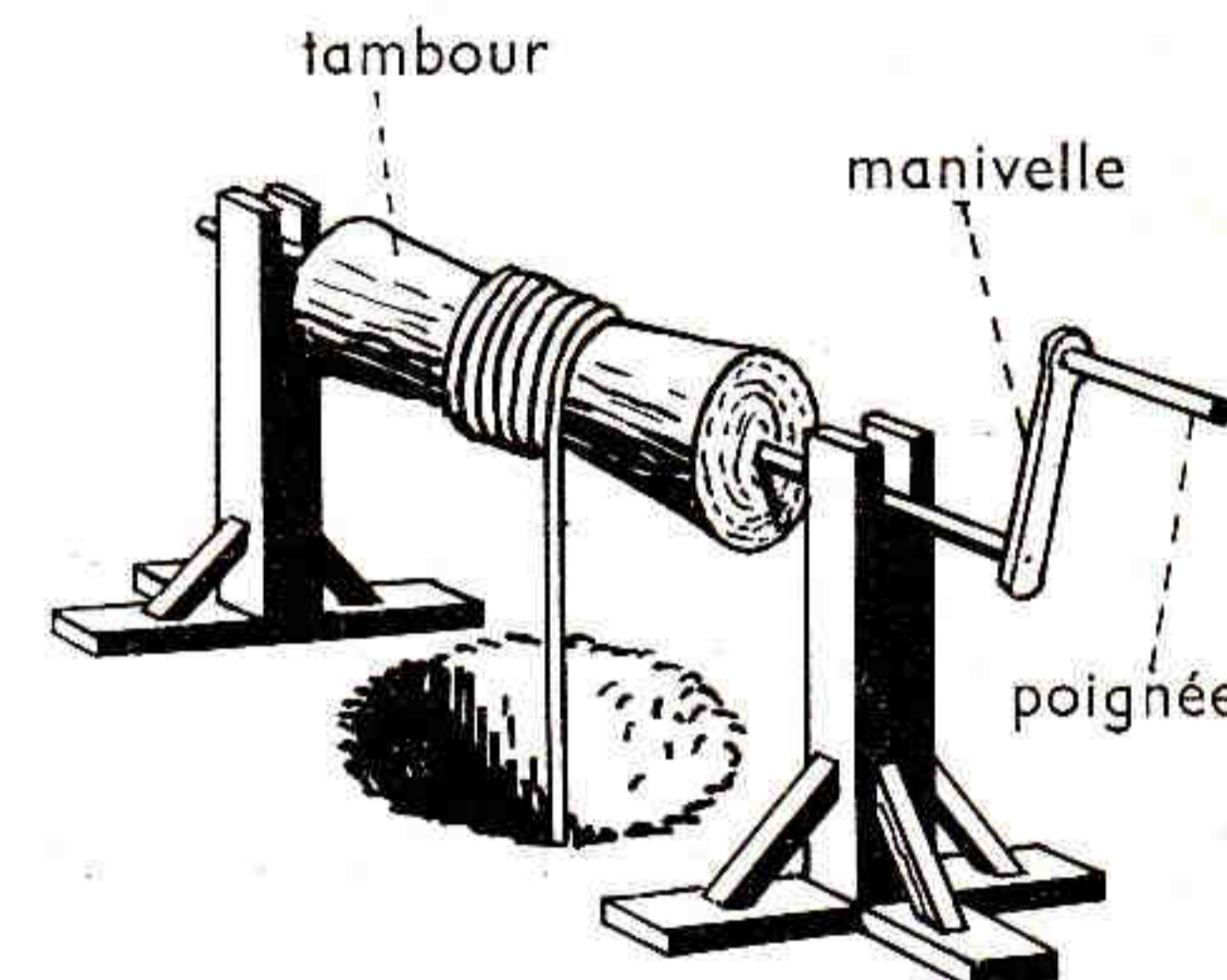


Figure 2. — Un treuil se compose d'un tambour cylindrique monté sur un axe. La corde supportant la charge à soulever est enroulée sur ce tambour. On fait tourner le tambour au moyen d'une manivelle, qui se déplace en suivant un cercle de grand rayon.

### CONSERVATION DU TRAVAIL

#### Expérience 2 : Montage du treuil.

Enlevez les poulies et la tringle précédemment utilisées. Otez l'un des boulons fixant la bande coudée placée à la partie supérieure du support, écarter les deux bandes verticales et introduisez le rouleau de bois monté sur tringle (n° 106); placez ce rouleau le plus haut possible, sans toutefois qu'il soit freiné. Le rouleau étant mis en place, boulonnez à nouveau la bande coudée.

Prenez un morceau de fil de 1,50 m de longueur, et enroulez-le, en de nombreux tours superposés, autour du cylindre de

bois; fixez à l'extrémité libre de ce fil un poids marqué de 100 g en laissant pour l'instant ce poids posé sur la plaque du rebord, le fil de suspension étant simplement tendu. A l'une des extrémités de la tringle supportant le tambour, placez, à l'extérieur de la bande, une clavette (n° 35); à l'autre extrémité de cette tringle fixez le bras de manivelle (n° 62), en plaçant le moyeu de ce bras vers l'extérieur et en veillant à ce que la tringle dépasse légèrement de ce moyeu, de 1 ou 2 mm. Montez sur ce bras une bande de 7 trous (n° 3) qui servira de manivelle. (Suite page 2)

Montez enfin sur cette manivelle, une poignée formée d'une tringle de 2,5 cm (n° 18b) passant dans le trou extrême de la manivelle, et maintenue par deux bagues d'arrêt (n° 59) placées de part et d'autre de la bande perforée.

### Expérience 3 : Recherche des diamètres.

1<sup>re</sup> phase : Diamètre du tambour.

A l'aide d'un pied à coulisse, dont les deux mâchoires seront placées perpendiculairement à l'axe du cylindre, relevez, à 1/10 de millimètre près (voir remarque A de la fiche préliminaire), le diamètre du tambour du treuil.

**Diamètre du tambour :** .....

2<sup>e</sup> phase : Diamètre de rotation.

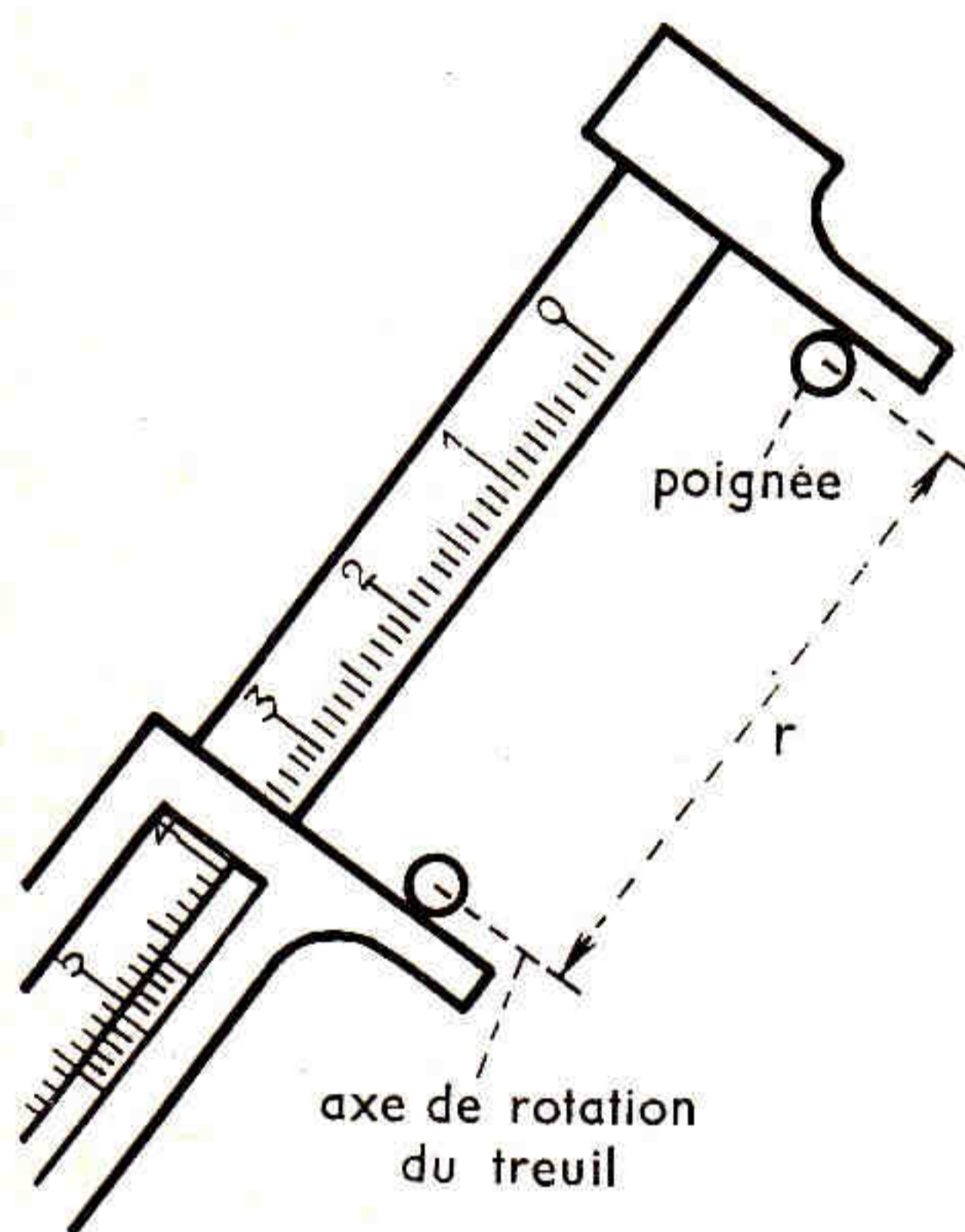


Figure 3. — Le rayon  $r$  du cercle décrit par la poignée est égal à la mesure donnée par le pied à coulisse placé comme indiqué sur la figure, diminuée de deux fois le rayon (soit : le diamètre) commun aux deux tringles servant d'axes.

Le rayon (voir figure 3) que décrit la poignée de la manivelle lorsqu'elle se déplace, est la distance séparant l'axe de la poignée de l'axe de la tringle portant le cylindre de bois.

Il convient donc, pour obtenir ce rayon, de mesurer au pied à coulisse, à 1/10 de millimètre près, d'une part la distance séparant extérieurement les deux tringles, d'autre part, le diamètre de l'une des deux tringles identiques (voir les indications placées sous la figure 3). Déduisez-en le diamètre de ce cercle de rotation, à 1/10

de millimètre près (voir remarque B de la fiche préliminaire).

**Distance séparant les deux tringles :** .....

**Diamètre d'une tringle :** .....

**Rayon de rotation :** .....

**Diamètre de rotation :** .....

### Exercice 1 : Recherche de la force à exercer.

En divisant le diamètre de rotation de la poignée par le diamètre du tambour, calculez combien de fois ce premier diamètre est plus grand que le second : effectuez la division avec un chiffre décimal, puis arrondissez le résultat à 1 fois près (voir la remarque B de la fiche préliminaire).

**Rapport :** .....

Combien de fois le premier diamètre est-il plus grand que l'autre ? .....

Par conséquent, combien de fois l'effort à fournir sera-t-il plus petit que la charge soulevée ? .....

Si la charge soulevée est de 100 g, quel sera donc l'effort à fournir à 1 g près ? .....

### Expérience 4 : Utilisation du treuil.

1<sup>re</sup> phase : Position primitive de la charge.

Faites tourner la manivelle du treuil, de manière à soulever légèrement le poids, jusqu'à ce que cette manivelle se trouve immobilisée en position verticale, la poignée en bas.

Placez la règle graduée verticalement sur la plaque à rebords, le zéro en bas, puis, maintenant la poignée dans la position prévue ci-dessus, notez la division de cette règle qui indique le niveau de la base du poids suspendu (voir figure 4).

**Position primitive du poids :** .....

2<sup>e</sup> phase : Réalisation d'un tour.

Poursuivez l'élévation du poids suspendu, en faisant tourner lentement le treuil d'un tour complet, jusqu'à ce que la poignée reprenne sa position de départ (en bas, à la verticale). Repérez alors, de nouveau, la division de la règle située au niveau de la partie inférieure du poids suspendu.

**Nouvelle position du poids :** .....

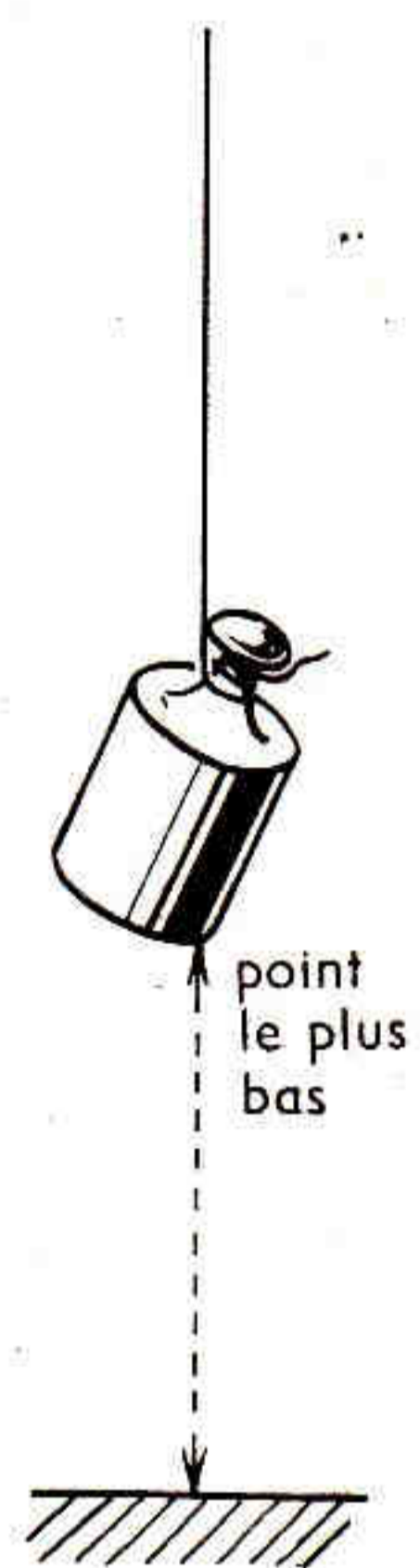


Figure 4. — Pour évaluer la position du poids marqué par rapport à la table, considérez la partie de la base la plus proche de la table.

### Exercice 2 : Recherche du travail effectué.

1<sup>re</sup> partie : Distance parcourue par le poids.

Des mesures relevées à l'expérience 4 ci-dessus, déduisez de combien de millimètres et de dixièmes de millimètre le poids s'est élevé pour un tour complet de manivelle.

**Élévation pour un tour :** .....

2<sup>e</sup> partie : Distance parcourue par la poignée.

En un tour complet, la poignée de la manivelle parcourt un cercle dont le diamètre a été évalué à l'expérience 3 ; calculez donc le périmètre de ce cercle.

**Parcours :** .....

3<sup>e</sup> partie : Évaluation du travail.

En tenant compte des forces en présence (voir exercice 1) et des distances parcourues (voir ci-dessus), évaluez le travail effectué, soit du côté de la charge à soulever (résistance), soit celui de la force à exercer (force agissante), au moyen de la formule de calcul proposée lors de travaux précédents (fiches n°s 31 et 32).

**Travail effectué concernant :**

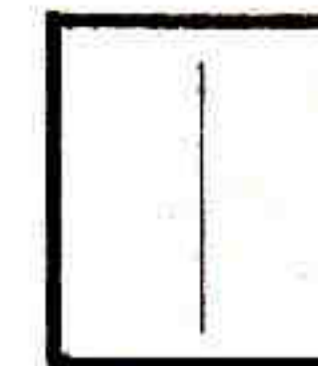
— la charge : .....

— la force agissante : .....

Que remarquez-vous en comparant les deux valeurs trouvées, tenant compte des erreurs expérimentales ? .....

Quel principe avez-vous ainsi vérifié ? .....

● Les appareils préparés avec le matériel Meccano doivent être démontés en fin de travail.



## Puissance d'un moteur

**Matériel** - Matériel Meccano : plateau A et plateau B; moteur à ressort; fil; deux pinces à dessin; mètre; boîte de poids marqués; chronomètre.

### Travaux préparatoires

Dans ce montage :

- le moteur est fixé à la plaque au moyen de ses équerres, à deux trous du bord gauche de la plaque;
- la roue motrice est une poulie de 75 mm (n° 19b);
- le fil destiné à supporter les charges est enroulé sur la partie cylindrique de la roue à boudin (n° 20b) préparée sur la tringle, la poulie de 25 mm (n° 22) n'étant employée que pour retenir ce fil sur le cylindre (revoyez la figure 2 de la fiche n° 17 : le montage y est semblable);
- la poulie placée à la partie supérieure est laissée folle sur son axe;
- la tringle supérieure est retenue par deux bagues d'arrêt; la tringle inférieure par deux clavettes.

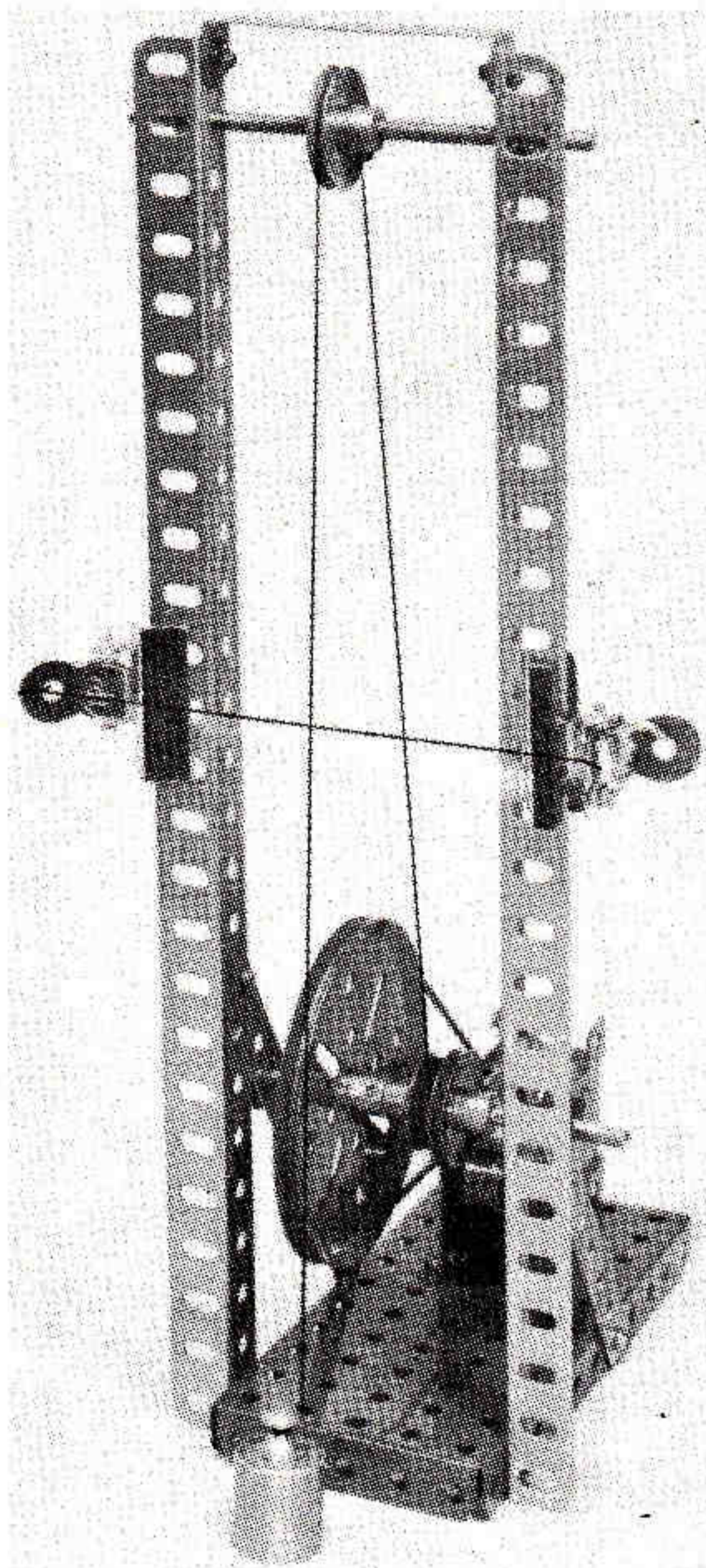


Figure 1. — Montage.

### ÉVALUATION DE LA PUISSANCE

#### Expérience 1 : Préparation de l'appareil.

1<sup>re</sup> phase : Mise en place du repère.

Placez les deux pinces à dessin sur les cornières formant les bras de l'appareil et reliez deux des poignées de ces pinces par un fil passant devant les bras du support (voir figure 2).

Au moyen du mètre, réglez la position de ces deux pinces le long des cornières, pour que le fil qui les joint, tendu horizontalement, soit exactement à 80 cm (ou, si c'est impossible, soit à 70 cm, soit à 90 cm) du sol de la classe : n'oubliez pas de tenir compte, lors de cette mesure, du fait que le zéro de la graduation du mètre est à quelques millimètres de l'extrémité de cet instrument.



Figure 2

Ainsi disposé ce fil servira de repère.

2<sup>e</sup> phase : Suspension de la charge.

Remontez le moteur, le frein bloquant le mouvement, en

tenant compte du sens indiqué pour cette opération (voir en page 2 de la couverture).

Prenez 3 m de fil et, après avoir fait passer ce fil sur la poulie supérieure du bras, nouez-en une extrémité, en serrant bien, autour de la partie cylindrique de la roue à boudin.

Libérez le moteur pour lui faire enrouler le fil sur ce tambour, jusqu'à ce que l'extrémité libre de ce fil se trouve au niveau de la table; fixez-y alors un poids marqué de 50 g.

#### Expérience 2 : Relevé du temps de déplacement.

1<sup>re</sup> phase : Mise en place de la charge.

L'appareil préparé étant placé près du bord de la table, faites descendre le poids de 50 g jusqu'à ce qu'il se pose sur le sol de la classe : pour cela, desserrez la vis de fixation de la poulie de 75 mm, afin de libérer la tringle servant également d'arbre à la roue à boudin et laissez se dérouler le fil. Après avoir bien tendu ce fil de suspension (sans que toutefois le poids de 50 g quitte le sol), serrez à nouveau la vis de fixation de la poulie de 75 mm sur la tringle, afin d'immobiliser l'arbre.

2<sup>e</sup> phase : Relevé du temps.

Remontez à fond le moteur (voir fiche préliminaire).

Prenez le chronomètre et, le doigt posé sur le bouton, tenez-vous prêt à l'utiliser. Faites alors démarrer en même temps le moteur (en dégageant vivement le levier de mise en route) et le chronomètre.

Arrêtez le chronomètre lorsque la base du poids marqué suspendu passe devant le fil tendu entre les deux pinces à dessin (dans ces conditions, la base du poids a parcouru exactement la distance séparant le sol du fil tendu entre les deux pinces à dessin).

Reportez ci-dessous le temps indiqué par le chronomètre, en secondes et dixièmes de seconde (soit avec un chiffre décimal), temps correspondant au 1<sup>er</sup> essai, après avoir rappelé, au-dessus, la distance parcourue (voir la 1<sup>re</sup> phase de l'expérience 1).

Autres phases : Nouveaux essais.

Reprenez trois fois les deux premières phases de cette expérience, en changeant chaque fois, si possible, d'expérimentateur. Relevez à la suite les durées obtenues.

Distance verticale parcourue : .....

Temps mis pour soulever 50 g :

1<sup>er</sup> essai : .....; 2<sup>e</sup> essai : .....

3<sup>e</sup> essai : .....; 4<sup>e</sup> essai : .....

Qu'est-ce que le travail? (voir une fiche précédente) .....

● **Qu'est-ce que la puissance?**

Un moteur est susceptible de fournir un travail, mais il peut le faire avec plus ou moins de rapidité. Le temps mis pour effectuer le travail entre donc en considération lorsqu'on veut évaluer la puissance. On appelle *puissance* d'un moteur le *travail* qu'il peut effectuer en une seconde.

**Exercice 1 : Évaluation de la puissance.**

1<sup>re</sup> partie : Recherche du temps moyen.

Précisez tout d'abord entre quelles valeurs extrêmes est situé le temps mis par l'appareil pour soulever le poids de 50 g et déduisez-en la valeur moyenne de ce temps, en calculant la demi-somme des deux valeurs extrêmes trouvées (arrondissez la réponse à 1/10 de seconde près : voir remarque B de la fiche préliminaire).

Valeurs extrêmes : .....

Valeur moyenne du temps : .....

Quelle force exerce le poids suspendu ? .....

Quelle distance parcourt ce poids ? .....

2<sup>e</sup> partie : Travail effectué.

Évaluez le travail effectué par le poids suspendu lors du déplacement réalisé au cours de l'expérience 2 (consultez un travail précédent en ce qui concerne le moyen d'évaluer ce travail) en exprimant, comme cela a été fait lors des recherches précédentes, la force en grammes et la distance parcourue en centimètres.

Travail effectué : .....

3<sup>e</sup> partie : Puissance du moteur.

Déduisez-en la puissance du moteur, soit le travail effectué par seconde, en divisant le travail total par le temps moyen calculé ci-dessus. Arrondissez la valeur trouvée à 1/10 d'unité près (voir la remarque B de la fiche préliminaire).

Puissance du moteur : .....

**ROLE DES FREINS**

● **Qu'est-ce qu'un frein?**

Le frein absorbe une partie de la puissance du moteur et, par conséquent, *ralentit* l'action du moteur. Pour freiner des véhicules, on utilise surtout les freins à sabot (figure 3), les freins à tambour (figure 4) et, plus récemment, les freins à disque (figure 5).

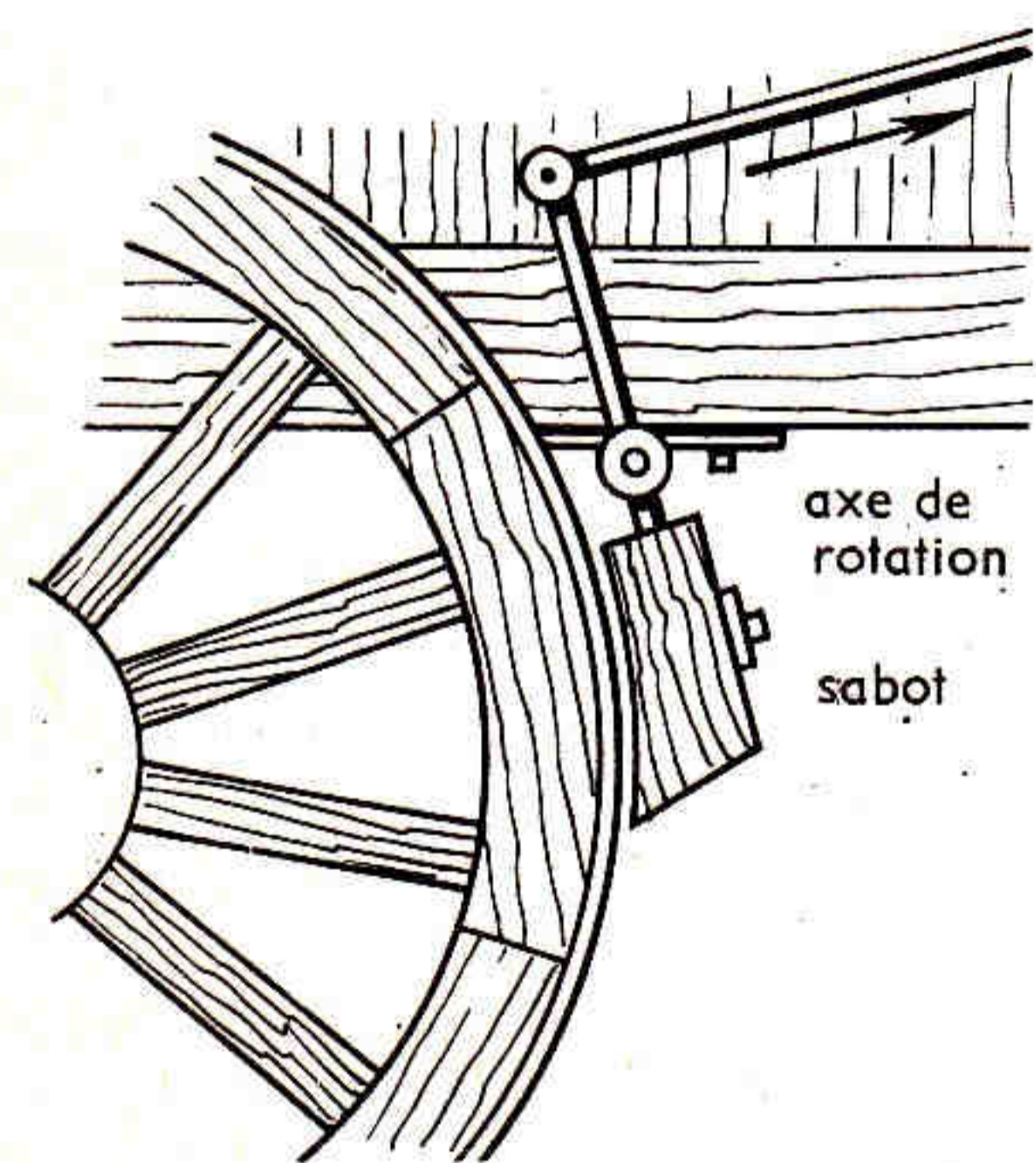


Figure 3. — Frein à sabot. Le sabot frotte sur la roue et ralentit son mouvement.

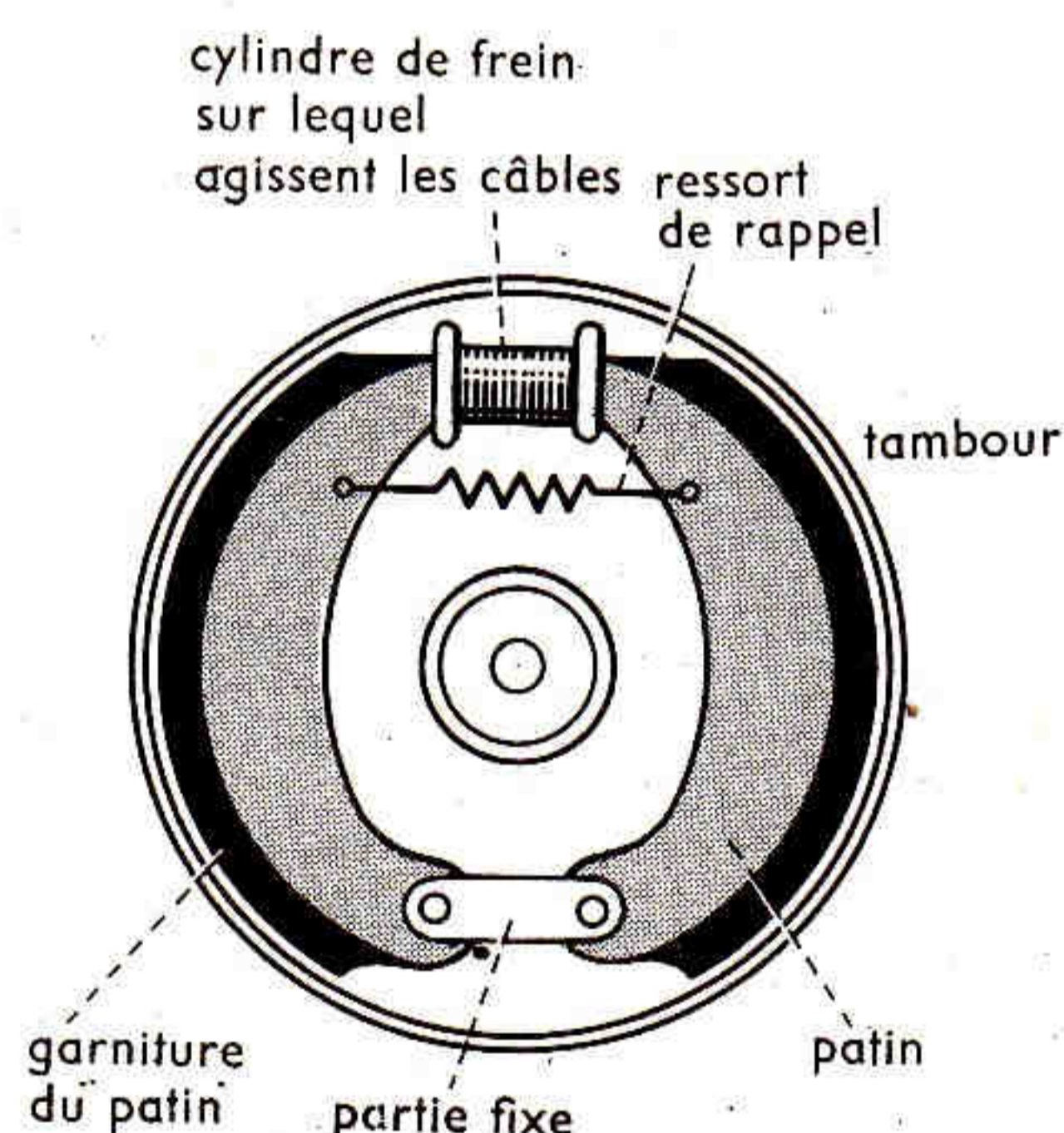


Figure 4. — Frein à tambour. Sous l'action des câbles les deux mâchoires s'écartent et frottent sur la paroi interne du tambour.

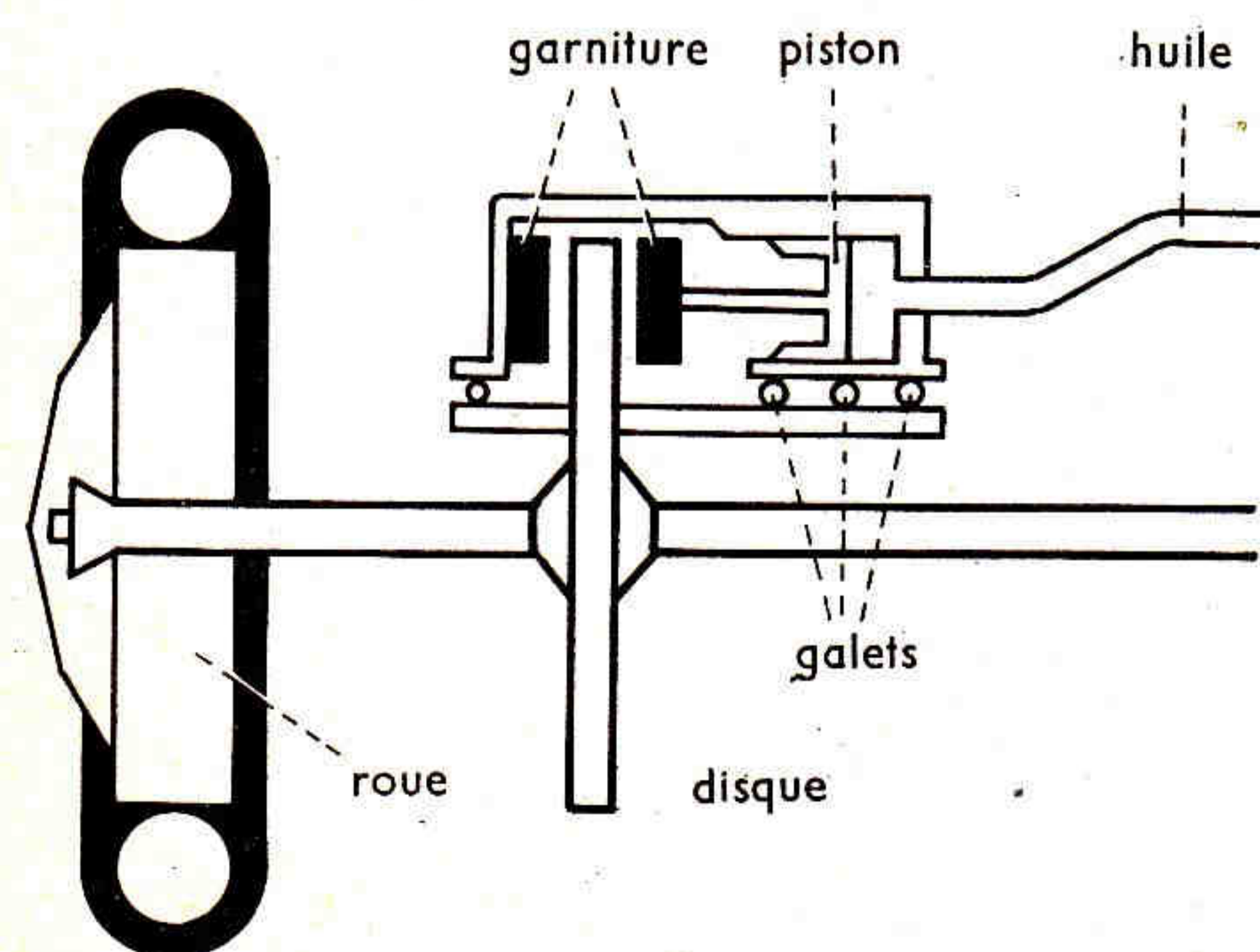


Figure 5. — Frein à disque. Le disque est fixé sur le même arbre que la roue : le déplacement du piston amène les deux garnitures en contact avec le disque et freine la rotation de ce disque.

**Expérience 3 : Réalisation d'un freinage.**

1<sup>re</sup> phase : Position au départ.

En desserrant, comme précédemment, la vis de fixation de la poulie de 75 mm, faites descendre à nouveau le poids marqué jusqu'au sol; refixez la poulie sur la tringle, après vous être assuré que le fil de suspension est bien tendu.

2<sup>e</sup> phase : Mesure du temps.

Reprenez maintenant l'expérience réalisée précédemment, et mesurez le temps mis par l'appareil pour soulever le poids suspendu de la distance repérée, mais en serrant simultanément, lors de l'ascension, l'axe d'entraînement (qui porte entre autres la roue à boudin), entre les deux doigts, ces deux doigts remplissant alors le rôle d'un frein (description du rôle des freins donnée ci-contre). Relevez le temps indiqué par le chronomètre pour cette ascension, dans ces nouvelles conditions.

Temps obtenu : .....

Comparez le temps relevé à celui obtenu précédemment, alors qu'on n'effectuait pas de freinage.

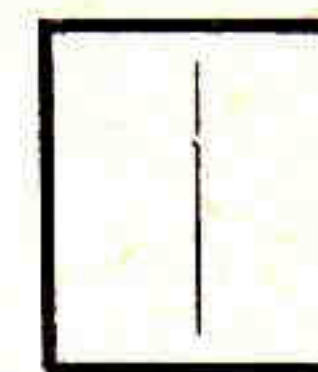
Que remarquez-vous? .....

Quelle explication donnez-vous à ce phénomène? .....

● **Remarque.** — En fait, on ne peut, dans un moteur, utiliser qu'une partie relativement faible de la puissance disponible, car le mécanisme du moteur et celui de la transmission du mouvement absorbent une partie importante de l'énergie.

■ **L'appareil préparé avec le matériel Meccano doit être démonté en fin de travail.**





## Balances à fléau unique

**Matériel** - Matériel Meccano : plateau A; 1 vis sans fin n° 32 (plateau B); boîte de poids marqués; fil; poids de 5, 2, 2 et 1 décigrammes; deux attache-lettres. Règle graduée; papier millimétré; ciseaux; colle.

### Travaux préparatoires

Ces travaux seront répartis entre les élèves. Montez :

1° le pied de la balance (figure 1), qui est surmonté de deux groupes de deux équerres à 135° (n° 12c) boulonnées ensemble par leur trou rond (voir figure 2);

2° le fléau (figures 1 et 2) : pour ce montage, respectez la position prévue pour les têtes de vis, l'équilibrage du fléau en dépendant. Assurez-vous de plus :

— que le couteau central est perpendiculaire au fléau (les deux bandes de 5 trous qui supportent ce couteau formant un triangle isocèle) et est placé sur la même ligne que l'axe vertical de l'embase plate (n° 126a),

— que l'arête inférieure de ce couteau central et le point inférieur des deux trous dans lesquels sont passés les fils de suspension des plateaux sont sur une même ligne droite (placez pour cela la règle graduée au niveau de ces trois points, faites le réglage nécessaire en faisant glisser les bandes de 7 trous (n° 3) dans les trous allongés des supports plats (n° 10), puis serrez les boulons immobilisant ces bandes de 7 trous);

3° les deux plateaux, dont les fils de suspension doivent être d'égale longueur : fixez un morceau de fil de 30 cm à chaque angle de la plaque triangulaire (n° 76), puis nouez ces fils ensemble, à 20 cm de leurs points d'attache.

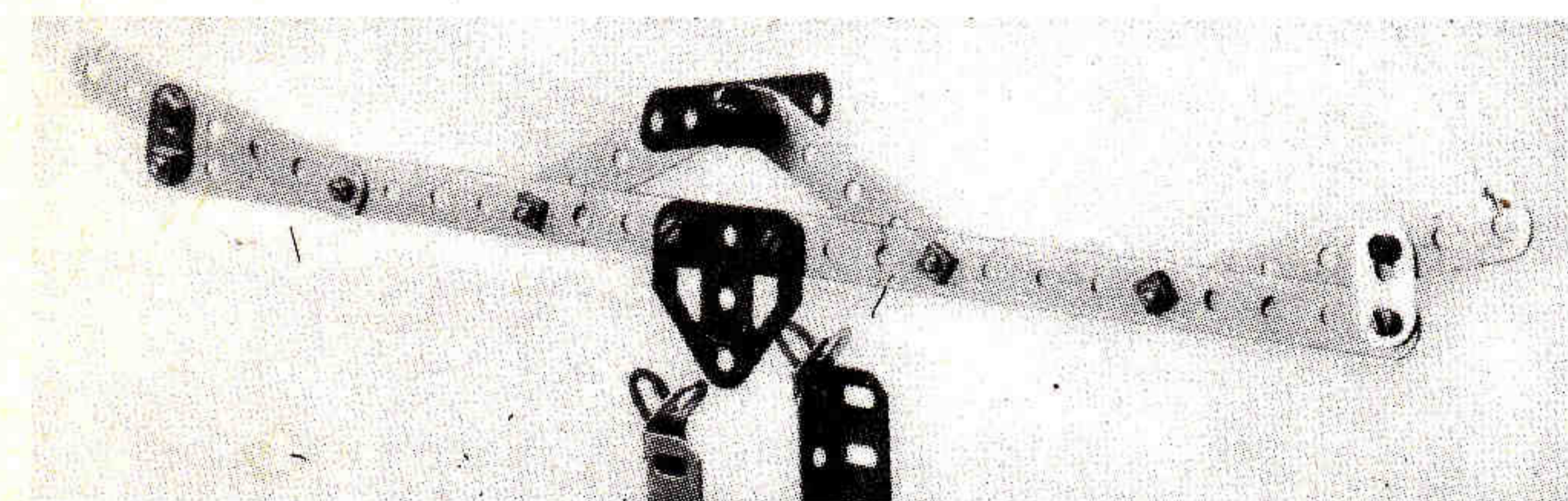


Figure 2. — Vue du fléau, montrant sa structure et sa disposition sur les couteaux du support.

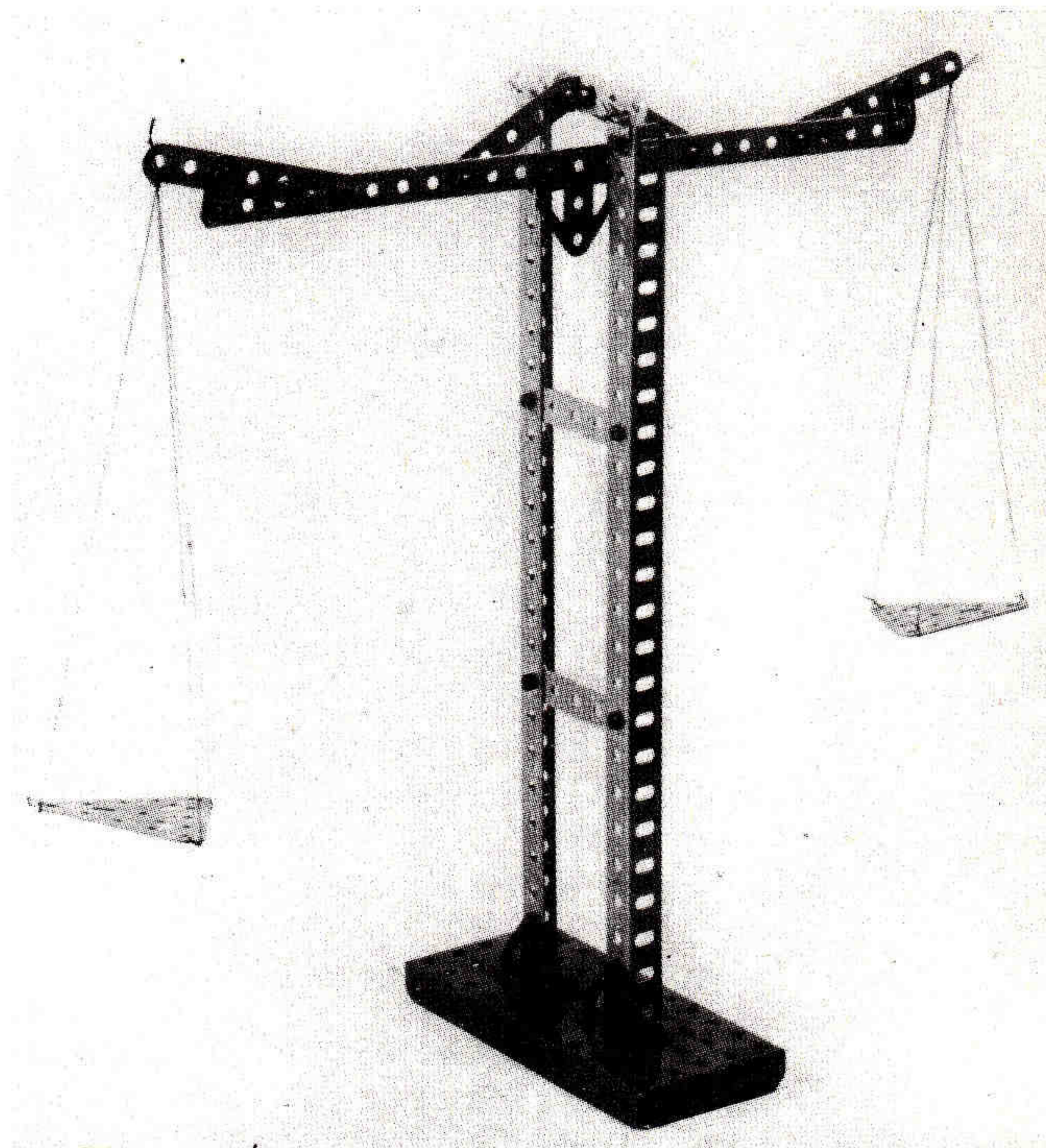


Figure 1. — Vue d'ensemble de la balance montée.

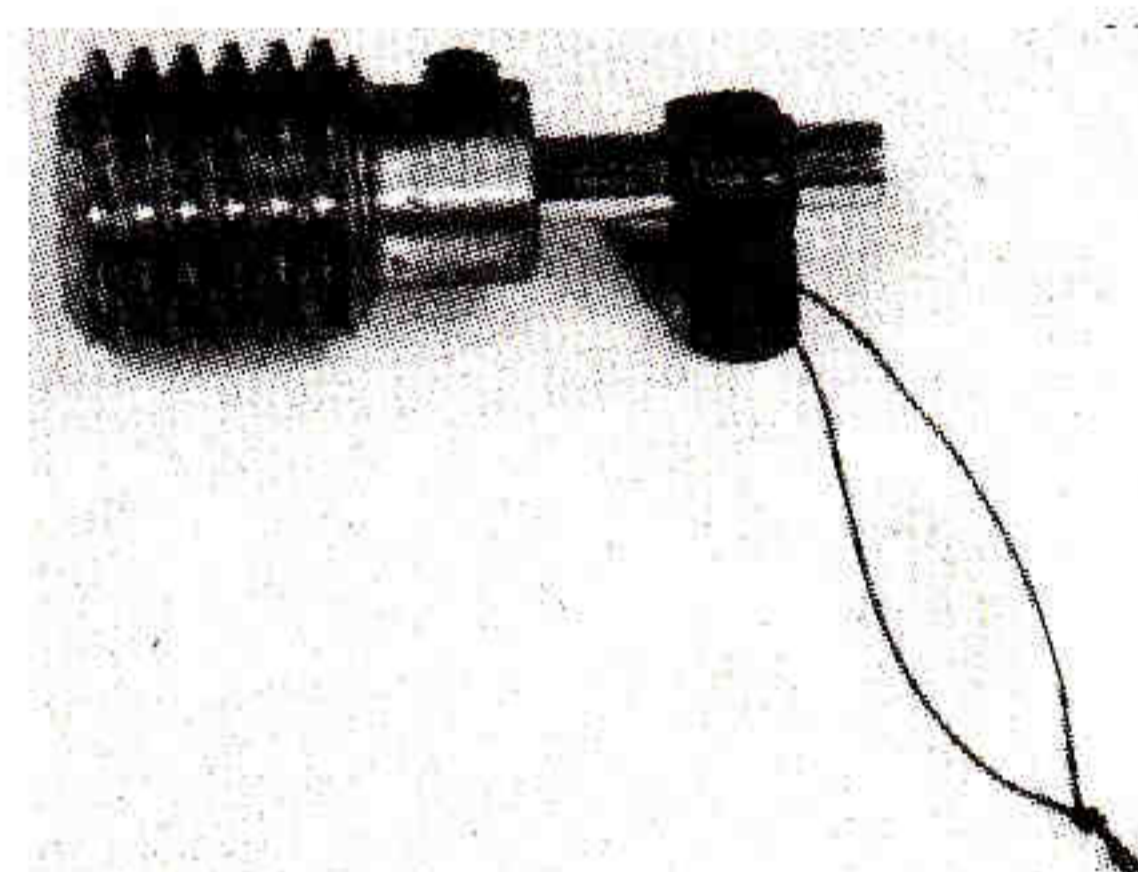


Figure 3. — Contrepoids, pour la balance à bras inégaux.

4° le contrepoids (figure 3), qui est monté avec la vis sans fin (n° 32) et une tringle de 4 cm (n° 18a). Une clavette (n° 35) permet d'y fixer une boucle de fil de 2 cm de diamètre, boucle qui sera utilisée pour suspendre le contrepoids.

## BALANCE A BRAS ÉGAUX

### Expérience 1 : Réglage de la balance.

La balance étant montée, il est nécessaire de procéder à un réglage pour que l'embase triangulée (n° 126a), servant au repérage, soit placée dans la position présentée par la figure ci-contre. Employez pour cela, si l'écart est faible, des morceaux de papier que vous poserez sur le plateau, du côté où la charge est insuffisante; si l'écart est plus important, utilisez des petites pièces de Meccano telles que : vis, écrous, rondelles-disques, etc.

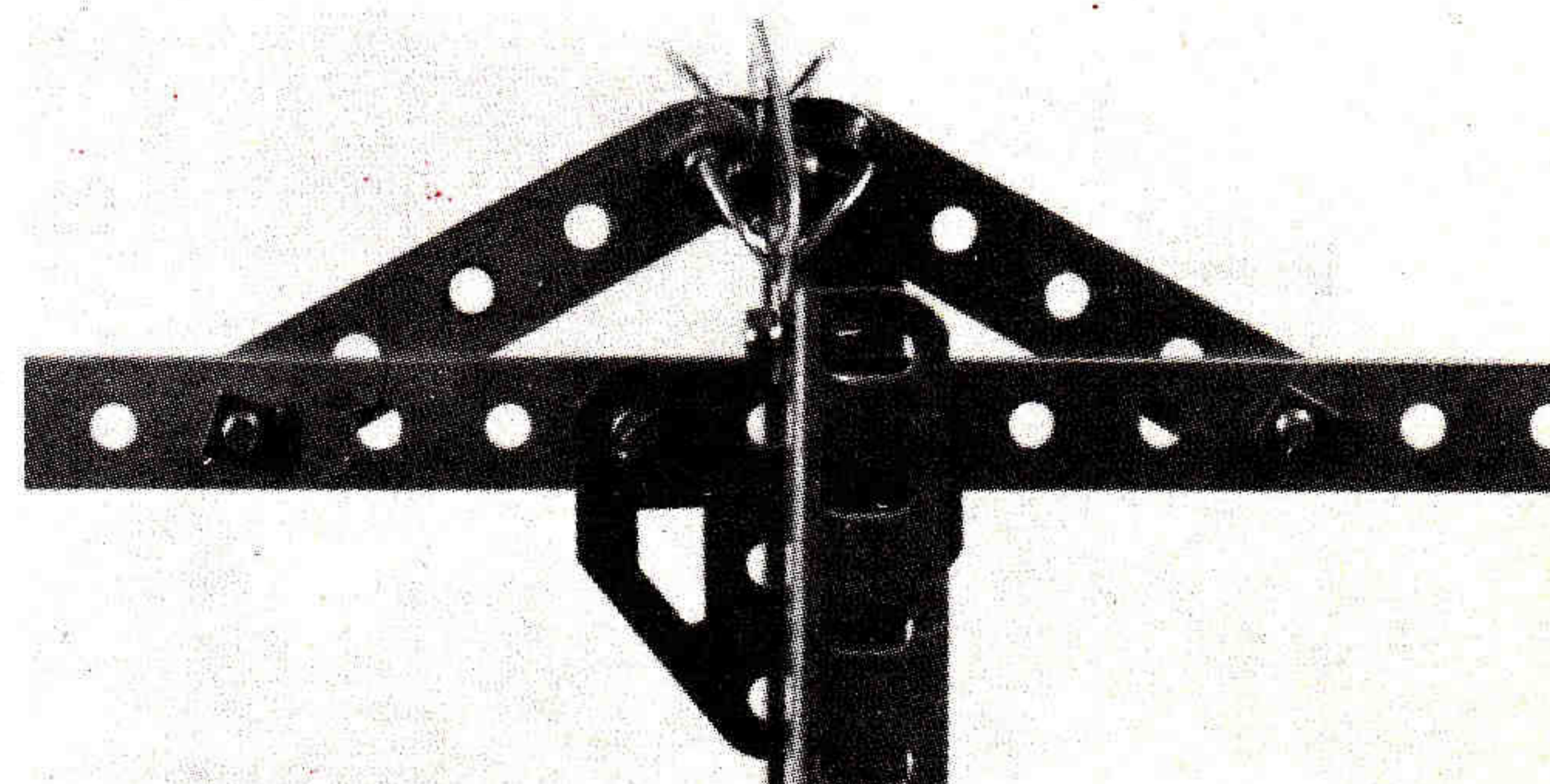


Figure 4. — Position de l'embase.

## Expérience 2 : Réalisation d'une pesée.

A l'aide de la balance ainsi obtenue, recherchez, par la pesée simple, le poids du contrepois préparé en vue des exercices qui suivent (voir figure 3). Ce poids sera obtenu

en grammes et, si la sensibilité de la balance le permet, en décigrammes.

Poids du contrepois préparé : .....

## BALANCE A BRAS INÉGAUX

### Expérience 3 : Préparation du fléau.

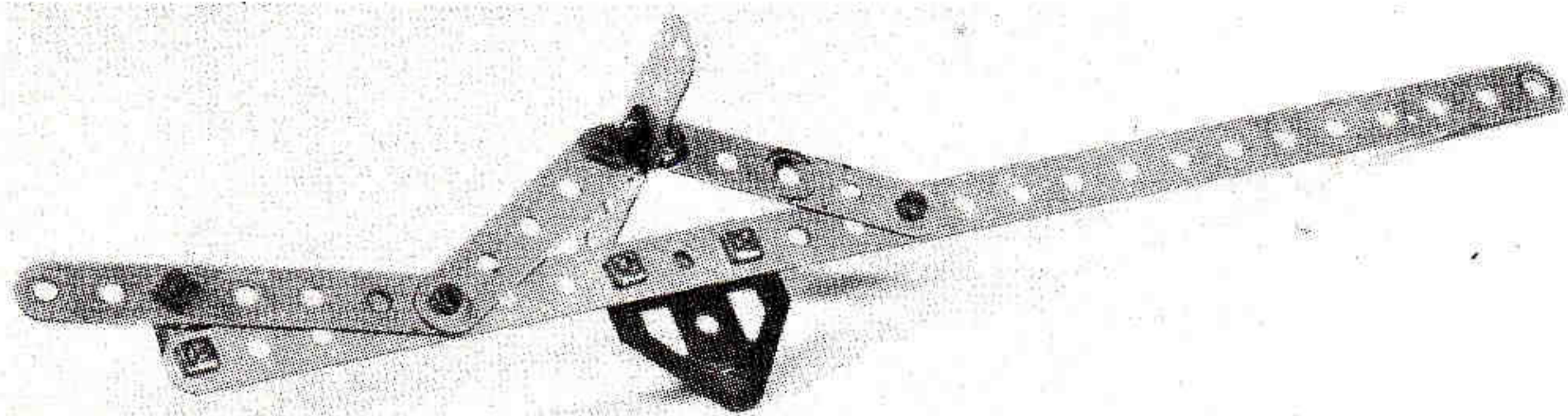


Figure 5. — Fléau de la balance à bras inégaux.

Selon les indications de la figure ci-dessus, modifiez le fléau préparé précédemment, en déplaçant le système fixant le couteau de suspension au fléau ainsi que l'embase triangulée (n° 126a) servant d'aiguille de repérage, vers l'une des extrémités de la bande de 25 trous (n° 1). Le plateau suspendu à l'extrémité du bras le plus court du fléau demeure seul en place.

D'autre part, fixez le long de la bande, sur le bras du fléau le plus long, un rectangle de papier millimétré de 1 cm de large et de 16 cm de long : cette bande est maintenue le long du fléau au moyen de deux attache-lettres.

### Expérience 4 : Montage de la balance.

Placez le fléau obtenu sur les équerres à 135° (n° 12c) du support utilisé précédemment. Glissez le contrepois le long du bras ne supportant pas de plateau.

Déplacez le fil de suspension du contrepois jusqu'à ce que l'équilibre se réalise, l'embase triangulée (n° 126a) servant d'aiguille étant alors placée comme il est indiqué à la figure 4. Marquez par un trait vertical, sur la bande de papier millimétré préparée, la position exacte du fil de suspension le

long du fléau. Portez à côté du trait l'indication "0 g", cette position correspondant à une charge nulle.

### Expérience 5 : Réalisation des pesées.

1<sup>re</sup> phase : Premier étalonnage.

Placez sur le plateau de la balance ainsi préparée un poids marqué de 5 g, puis déplacez le fil de suspension du contrepois jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli et que la pièce servant d'aiguille soit convenablement placée (voir figure 4). Marquez par un second trait vertical, sur la bande de papier millimétré, la position correspondante du fil de suspension du contrepois; indiquez à proximité la charge correspondant à sa position : 5 g.

2<sup>e</sup> phase : Autres essais.

Continuez en plaçant successivement sur le plateau des charges de 10, 15 et 20 g, repérant chaque fois, comme précédemment, à l'aide d'un trait vertical tracé sur la bande de papier millimétré, la position correspondante du contrepois (avec mention de la charge).

### Exercice 1 : Relevé de la graduation obtenue.

Découpez une bande de papier millimétré de 1 cm de largeur et de 16 cm de longueur et collez-la au bas de cette page. Reportez-y soigneusement les cinq traits marquant, sur le fléau utilisé, les positions successives du contrepois. Mentionnez également les charges correspondant à ces différentes positions.

■ Démontez les appareils et rangez les pièces Meccano.

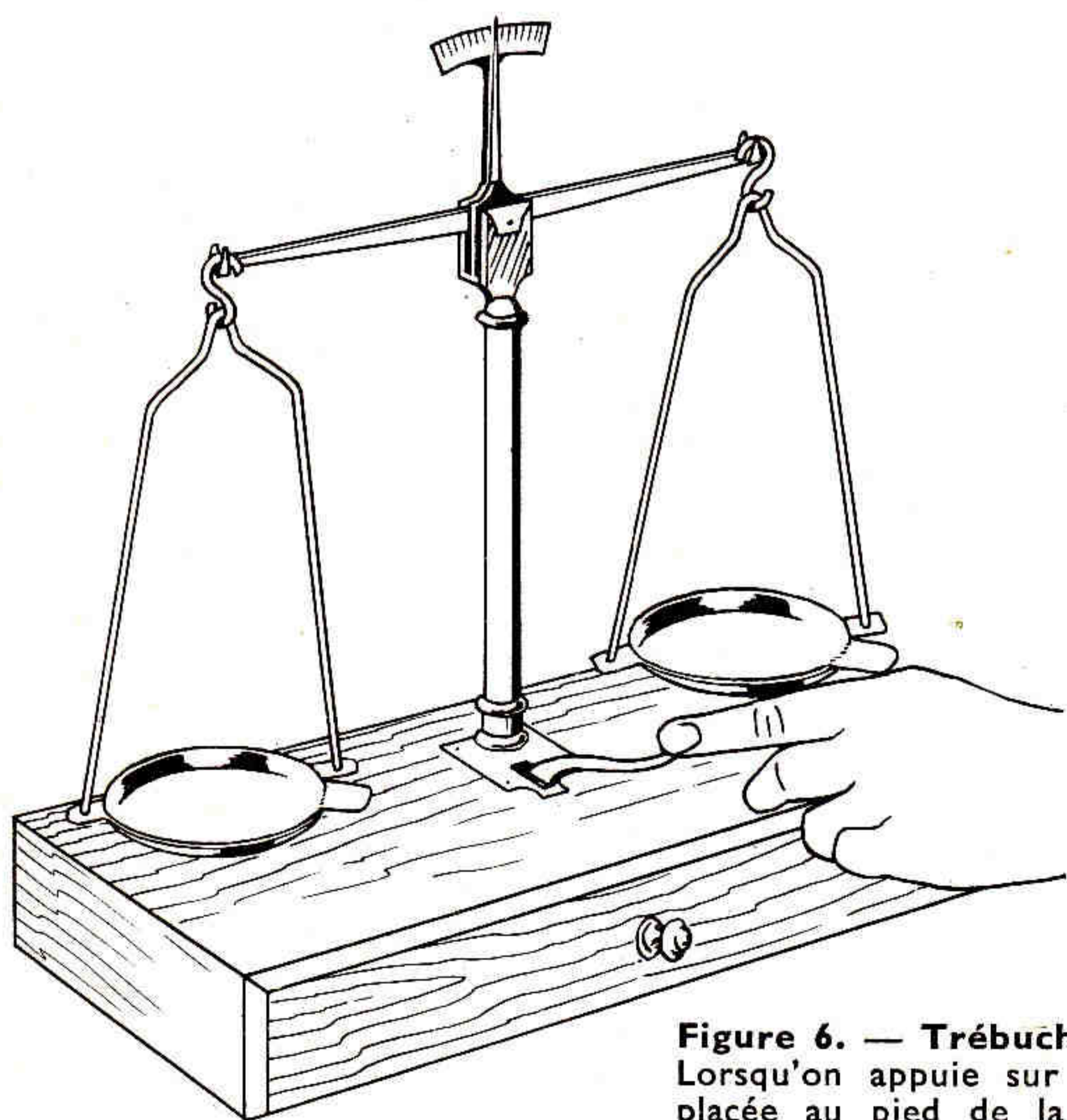


Figure 6. — Trébuchet de laboratoire. Lorsqu'on appuie sur la petite languette placée au pied de la colonne, le porte-couteau se soulève, prend contact avec le couteau central et le fléau se met à osciller. Au repos, le fléau ne repose pas sur son couteau central. Le trébuchet est une balance à bras égaux.

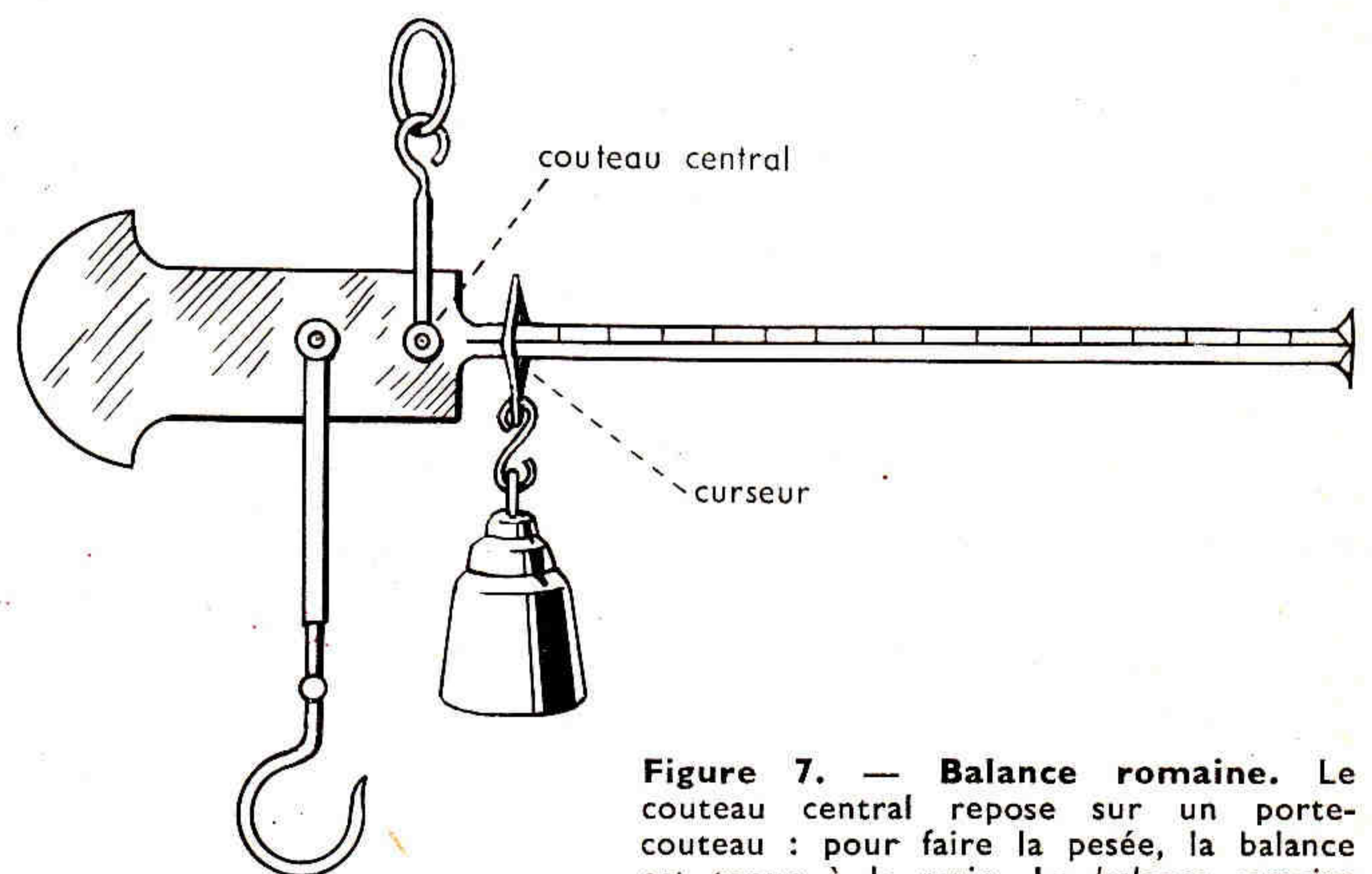


Figure 7. — Balance romaine. Le couteau central repose sur un porte-couteau : pour faire la pesée, la balance est tenue à la main. La balance romaine est une balance à bras inégaux.

● Les balances de laboratoire, les balances de pharmacien, sont à plateaux suspendus. Le modèle le plus répandu est le trébuchet (figure 6) dans lequel un dispositif permet de ne poser le fléau sur le couteau qu'au moment de la pesée.



## Balances à deux fléaux

**Matériel** - Matériel Meccano : plateau A; balance de Roberval; fil; boîte de poids marqués et un poids de 100 g supplémentaire.

### ÉTUDE DE LA BALANCE DE ROBERVAL

#### Expérience 1 : Examen de cette balance.

La balance du commerce, à plateaux, dite balance de Roberval, a été étudiée en classe de 6<sup>e</sup>. Examinez à nouveau l'appareil et répondez aux questions suivantes :

**Quelle particularité de construction rend la balance de Roberval facilement transportable?** \_\_\_\_\_

**Quelles parties de l'appareil demeurent constamment verticales lors des oscillations de la balance?** \_\_\_\_\_

**Pourquoi en est-il ainsi?** \_\_\_\_\_

**Quelles sont les utilisations respectives :**

— du couteau central ? \_\_\_\_\_

— des deux autres couteaux ? \_\_\_\_\_

**Quel est le principal inconvénient de la balance de Roberval?** \_\_\_\_\_

### ÉTUDE DE LA BALANCE AUTOMATIQUE

#### Expérience 2 : Montage à préparer.

Le montage présenté ci-contre a pour but de monter un nouveau levier qui, relié au fléau de la balance de Roberval, transformera celle-ci en balance automatique susceptible d'indiquer un poids par lecture de la position d'une aiguille devant les graduations d'un cadran. Montez immédiatement cet appareil d'après les indications de la figure 1 ci-contre et en tenant compte des précisions ci-dessous. Les deux cornières (n° 8) y sont boulonnées aux angles de la grande plaque (n° 52) retournée.

Le levier à préparer est un levier non rectiligne, qui a la propriété de compenser les variations de la force agissante qui s'y exerce en se déplaçant (la valeur de la traction due au contre-poids demeurant inchangée).

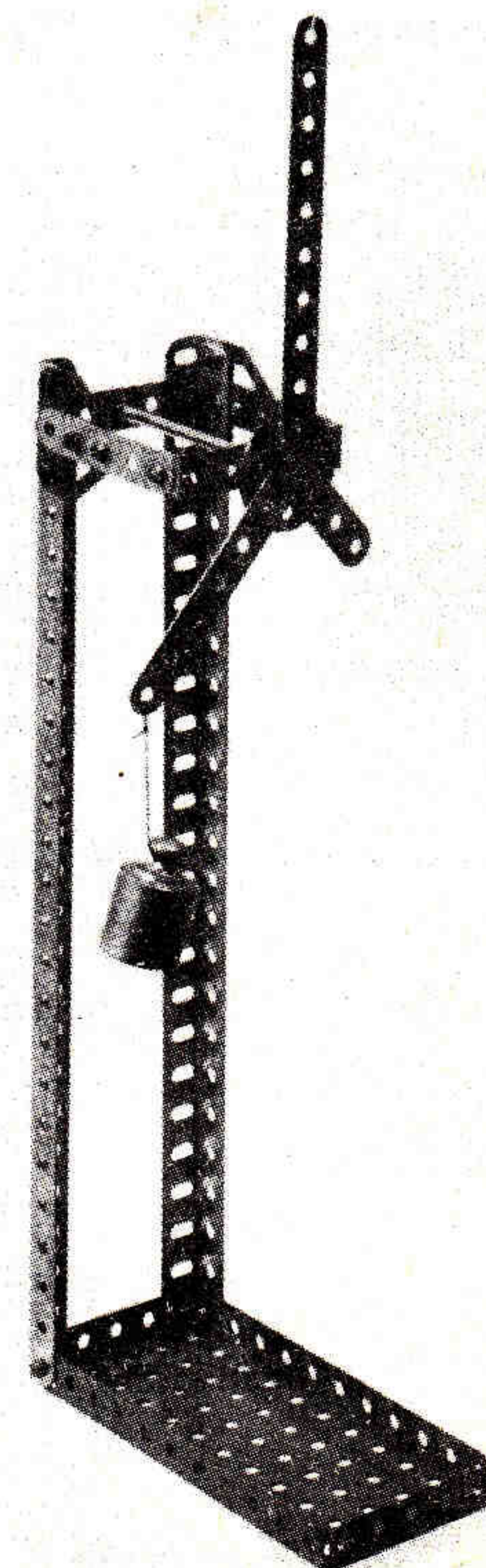
Ce levier est formé de deux bandes perforées, l'une de 4 trous (n° 6), l'autre de 7 trous (n° 3), une troisième bande de 11 trous (n° 2) remplissant la fonction d'aiguille; la tringle de 10 cm qui traverse la roue Barillet (n° 24) est passée dans le trou extrême de ces trois bandes. La bande

de 11 trous est boulonnée sur la roue Barillet au moyen d'une vis de 12 mm (n° 111a), en interposant entre la bande et cette roue le nombre de rondelles-disques (n° 38) nécessaire pour que cette aiguille soit parallèle au plan de la roue.

La tringle est immobilisée à son autre extrémité par une clavette (n° 35) placée contre la bande de 5 trous (n° 5).

Finalement suspendez un poids marqué de 100 g, au moyen d'un petit morceau de fil, à l'extrémité libre de la bande de 7 trous (n° 3) : cette charge servira de contre-poids.

Figure 1. — Ensemble du montage.



### Expérience 3 : Mise en place du montage.

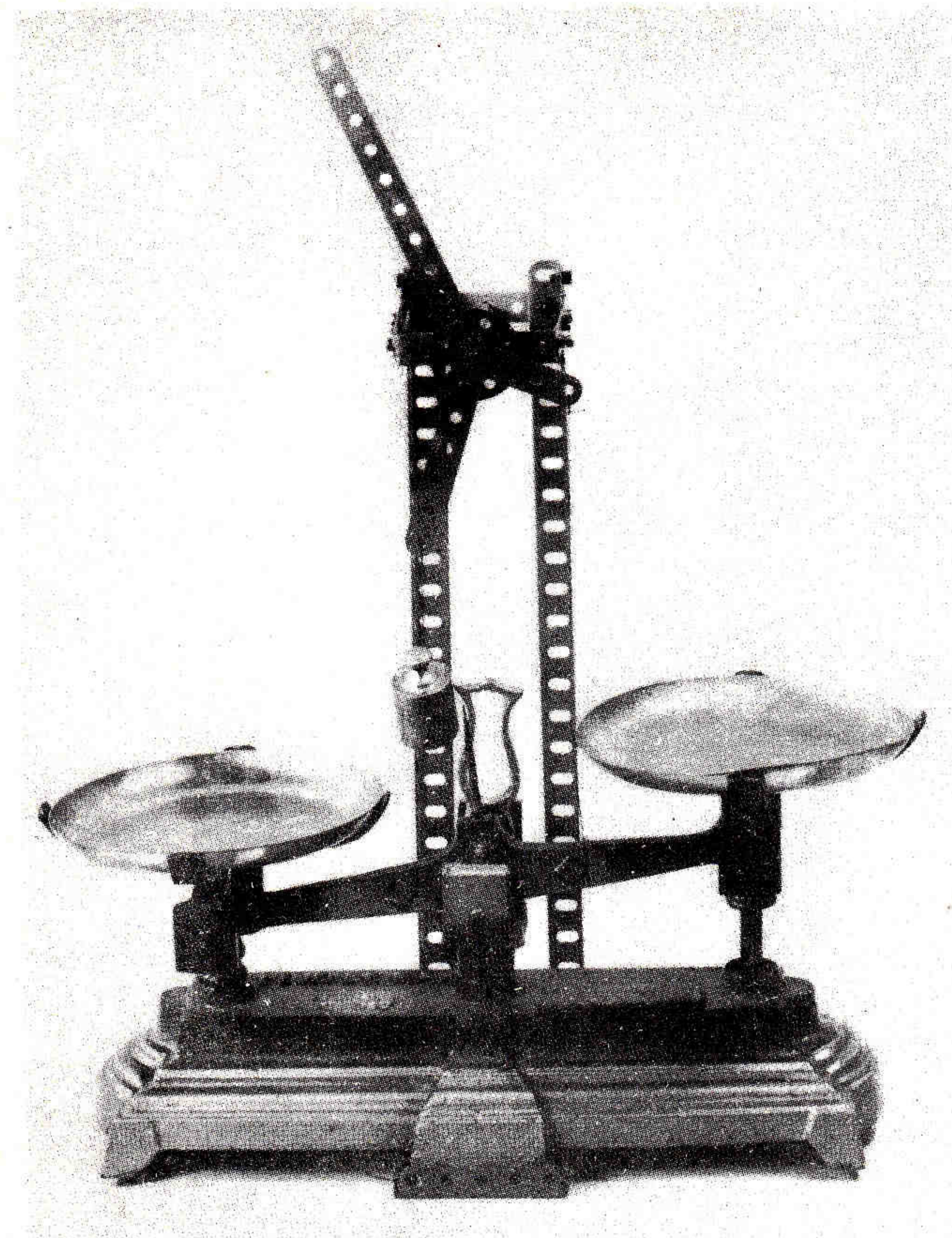


Figure 2. — Vue d'ensemble de l'appareillage expliquant le fonctionnement d'une balance automatique.

Placez la plaque à rebords (n° 52) de l'appareil préparé sous la balance de Roberval, au centre du socle, comme indiqué sur la figure 2.

Reliez par un morceau de fil le petit bras du fléau non rectiligne à la partie du fléau de la balance de Roberval qui se trouve immédiatement au-dessous à la verticale. Ce fil est d'abord fixé au fléau de la balance, puis, en second lieu, à l'extrémité de la bande de 4 trous (voir figure); ce fil de liaison doit être placé de manière à être vertical, et sa longueur être telle que, les deux plateaux de la balance étant dans le même plan horizontal, la bande de 11 trous servant d'aiguille soit sensiblement verticale.

Dans l'appareil obtenu, le contrepoids a pour effet de soulever à son maximum le plateau de droite.

### Expérience 4 : Utilisation de cette balance.

1<sup>re</sup> phase : Recherche de la charge minimum.

Mettez, sur le plateau de la balance de Roberval situé du côté du fil fixé verticalement au fléau, des poids marqués, en commençant par une charge de 10 g, et en augmentant progressivement cette charge de 5 g en 5 g, jusqu'à ce que la bande n° 2 servant d'aiguille éprouve un déplacement visible (parce que le plateau supportant la charge s'est légèrement abaissé). Notez ci-dessous la valeur de la charge qui a permis d'obtenir ce résultat.

Charge minimum : .....

2<sup>e</sup> phase : Principe d'utilisation.

Continuez maintenant à augmenter la charge placée sur le plateau, de 5 g en 5 g, en observant, lors de chacune de ces augmentations, ce que fait la bande servant d'aiguille. Cessez lorsque le plateau qui porte les poids marqués repose sur le socle, et notez ci-dessous vos remarques.

Au fur et à mesure que la charge du plateau augmente, que fait la grande aiguille? .....

Quelle charge maximum avez-vous employée? .....

● Les balances automatiques commerciales indiquent directement le poids de l'objet déposé sur leur plateau, grâce à la graduation tracée sur leur cadran.

La plupart de ces balances, d'autre part, possèdent un cadran qui permet de calculer directement le prix de la marchandise pesée, à partir de son prix au kilogramme.

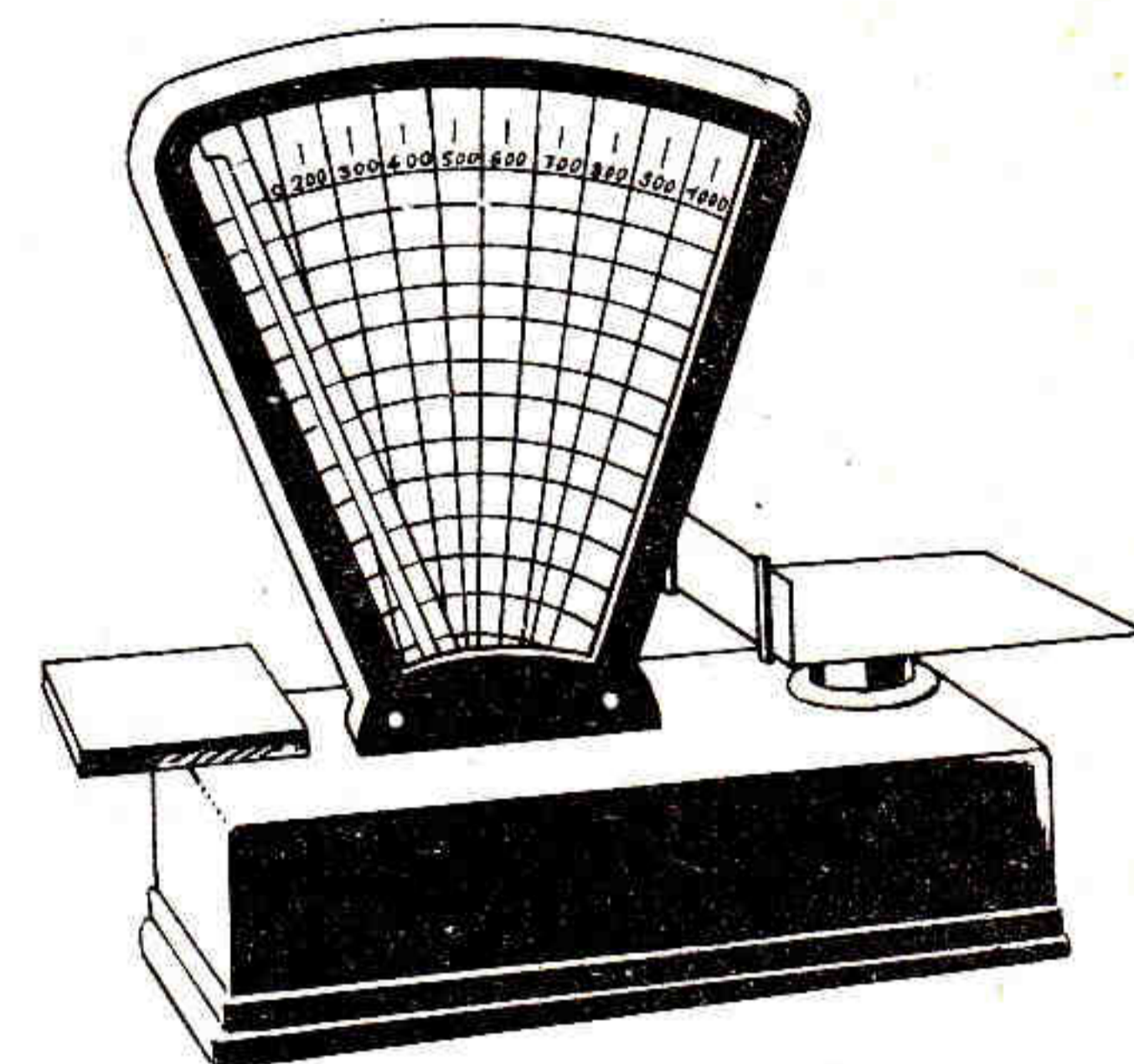


Figure 3. — Balance automatique du commerce : les divisions portées sur l'aiguille permettent de calculer le prix de la marchandise pesée.

### Expérience 5 : Utilisation du second plateau.

Placez, sur le plateau situé du côté du fil, une charge de 30 g (1) et notez la position que prend la grande aiguille du montage lorsqu'elle a cessé d'osciller.

Ajoutez sur chacun des plateaux de la balance de Roberval deux mêmes charges de 100 g et repérez à nouveau la position de la grande aiguille au repos.

La position de la grande aiguille au repos a-t-elle été modifiée lors de la deuxième phase de l'expérience précédente? .....

Par conséquent, si l'on ajoute 100 g sur le plateau opposé à celui où l'on met les marchandises, de combien doit-on augmenter le poids indiqué par l'aiguille? .....

● Lors de l'utilisation de la balance automatique du commerce, si le poids de la marchandise posée sur le plateau principal dépasse 1 kg, le commerçant pose un ou plusieurs poids de 1 kg supplémentaires sur l'autre plateau et ajoute la valeur de cette charge supplémentaire à l'indication donnée par l'aiguille.

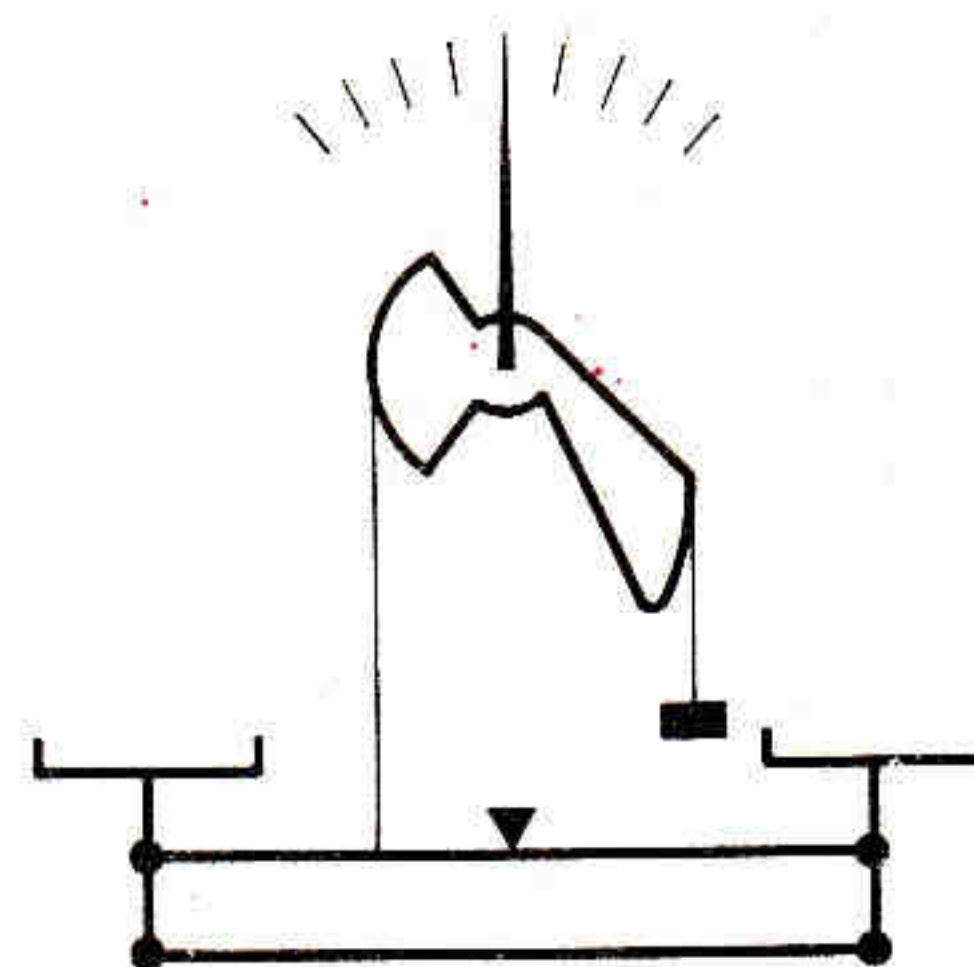


Figure 4. — Schéma montrant la structure interne d'une balance automatique à cadran du commerce.

■ Démontez à la fin du travail les appareils préparés avec le matériel Meccano.

(1) La charge ainsi posée sur le plateau doit permettre un déplacement de la grande aiguille du fléau monté : si la charge de 30 g ne le permet pas, employez une charge plus importante dont vous demanderez la valeur à votre professeur.



## La bascule et le pèse-lettre

**Matériel** - Matériel Meccano : plateau A et plateau B ;  
fil ; boîte de poids marqués.  
Papier millimétré ; ciseaux.

### Travaux préparatoires

Partagez-vous les trois tâches à effectuer.

**PREMIERS MONTAGES.** — Les deux balances.

1° Dans le modèle de bascule (figure 1), le plateau est une embase triangulée plate (n° 126a) suspendue par trois fils d'égale longueur noués ensemble; ces fils sont fixés au support double (n° 11) boulonné à l'extrémité des deux bandes de 11 trous.

La tringle de 10 cm (n° 15b) servant de suspension à l'appareil traverse le trou central de deux bandes coudées de 3 trous (n° 48) fixées ensemble, face à face, par leurs pattes; d'autre part, cette tringle passe par le premier trou des deux bandes de 11 trous, chacune de ces dernières étant maintenues contre les bandes de 3 trous par un unique boulon placé dans leur deuxième trou (il doit y avoir 1 trou à gauche de la tringle et 10 trous à droite : voir figure).

2° En ce qui concerne le pèse-lettres, le contrepoids est constitué par deux pignons de 19 dents (n° 26a) placés sur une tringle de 2,5 cm (n° 18b) passée dans le trou extrême de la bande de 11 trous (n° 2); ces pignons sont immobilisés par leurs vis de fixation, de part et d'autre de la bande. Le plateau de ce pèse-lettres est formé par une roue de champ de 50 dents maintenue par une tringle de 4 cm passée dans le moyeu d'un bras de manivelle (n° 62).

**AUTRE MONTAGE.** — Le support.

Le support nécessaire aux travaux sera monté suivant les directives suivantes : au milieu de chacun des deux petits côtés d'une plaque de 9 x 6 cm (n° 53), en utilisant les trous les plus proches du bord, boulonnez une embase triangulée coudée (n° 126), dont la partie verticale sera placée vers l'extérieur (par conséquent, le long du bord de la plaque). Sur ces embases, boulonnez verticalement, par l'une de leurs extrémités, d'un côté une bande de 25 trous (n° 1), de l'autre une cornière de 25 trous (n° 8). Employez, pour fixer cette dernière, la partie de la cornière munie de trous ronds

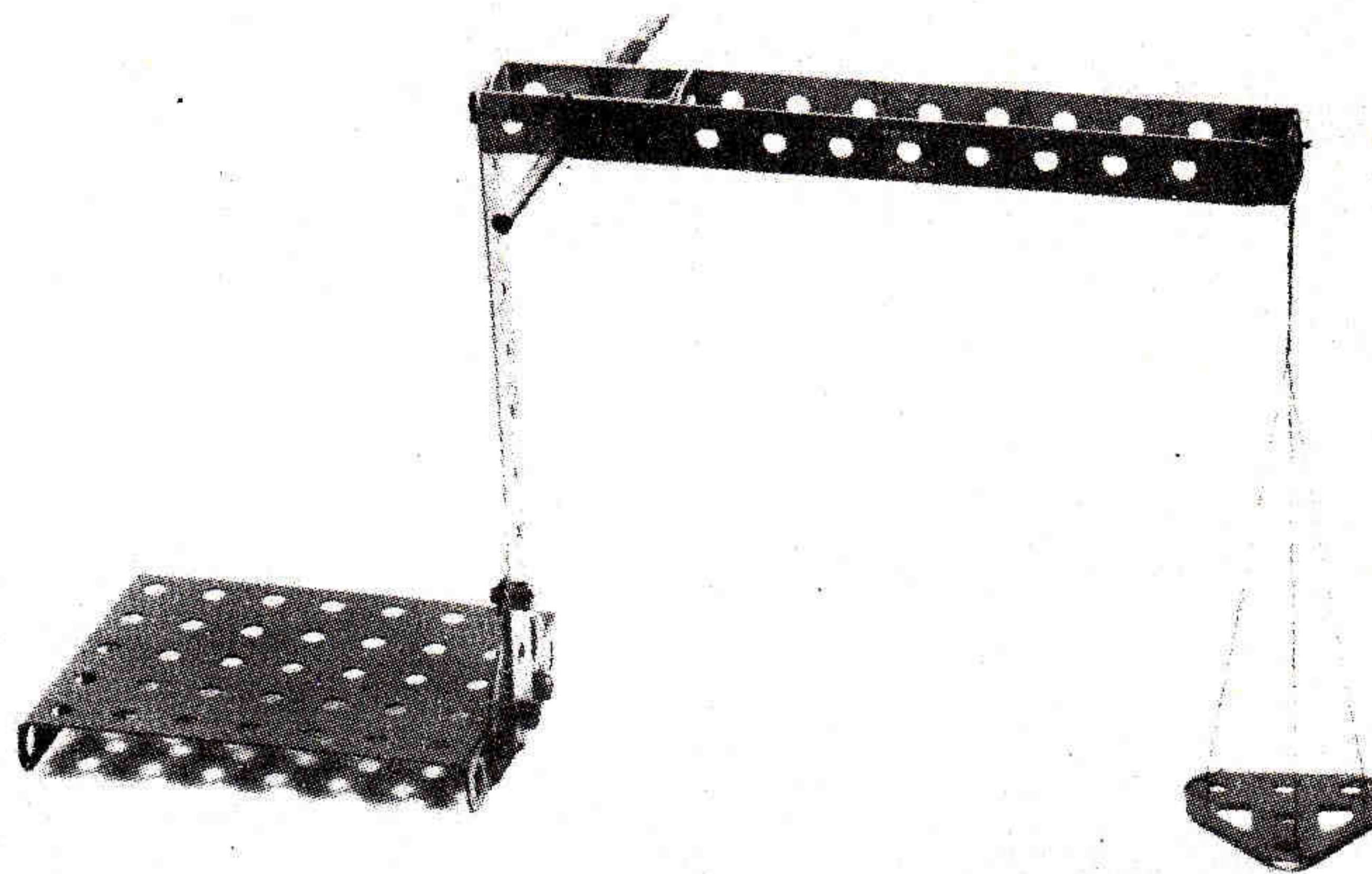


Figure 1. — Bascule expérimentale à monter

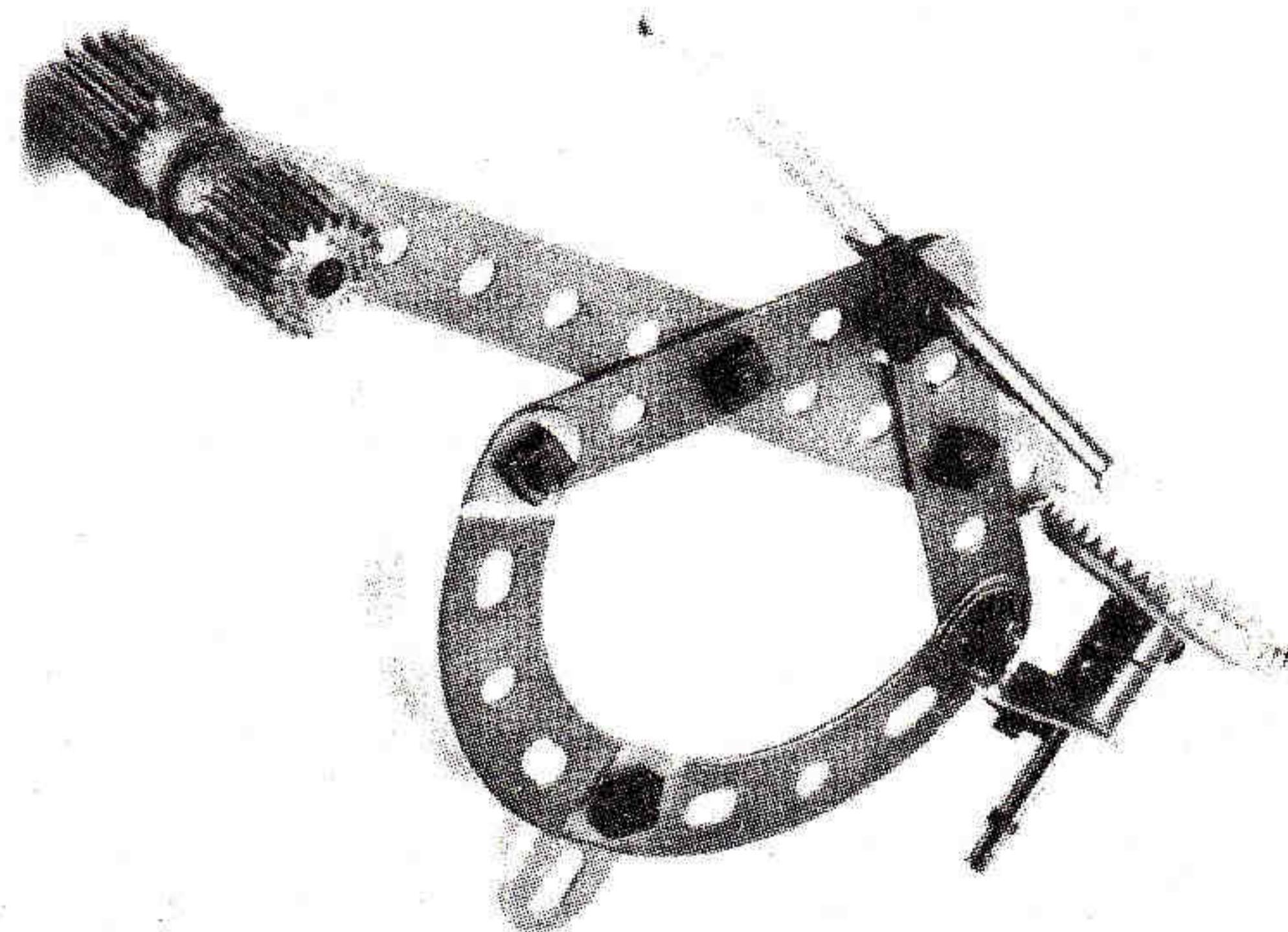


Figure 2. — Pèse-lettre à monter. L'appareil est vu par sa face arrière afin de montrer le dispositif de suspension de la roue de champ de 50 dents servant de plateau.

(la partie portant des trous allongés se trouvant alors placée perpendiculairement au bord de la plaque, vers l'extérieur). Reliez enfin l'extrémité supérieure des deux bandes (n° 1 et n° 8) par une bande coudée de 7 trous (n° 48b).

### ÉTUDE DE LA BASCULE

#### Expérience 1 : Principe de la bascule.

Passez la tringle, servant d'axe au modèle de bascule simplifiée que vous avez construit (figure 1), dans deux trous situés sensiblement à mi-hauteur des deux bandes verticales du support. Immobilisez cette tringle au moyen de deux bagues d'arrêt (n° 59) placées extérieurement aux cornières. Laissez alors cette bascule prendre son équilibre.

1<sup>re</sup> phase : Étude des deux bras du levier.

Examinez le levier horizontal, formant la partie centrale de l'appareil, et comptez le nombre d'intervalles (espaces entre deux trous de la bande) correspondant à chacun des deux bras du levier, de part et d'autre de l'axe de suspension.

Nombre d'intervalles du grand bras : .....

Nombre d'intervalles du petit bras : .....

Déduisez-en le rapport des longueurs du bras le plus court et du bras le plus long : 1 pour .....

2<sup>e</sup> phase : Équilibre des charges.

Placez sur le petit plateau suspendu un poids marqué de 10 g, et, simultanément, sur le grand plateau, un poids marqué de 100 g, et observez que l'équilibre de la balance est conservé.

Pourquoi les 10 g du petit plateau équilibrent-ils les 100 g du grand plateau? .....

● Dans une *bascule* du commerce (bascule au 1/10), il faut multiplier par 10 la valeur des poids placés sur le petit plateau, pour obtenir le poids du corps posé sur le grand plateau. Il en est ainsi parce que le levier de cette bascule est divisé en deux bras inégaux : l'un des bras est dix fois plus grand que l'autre.

Dans certaines balances, on remplace le plateau destiné à recevoir les poids marqués par un levier de balance romaine, muni d'un ou de deux curseurs (voir figure 3).

## ÉTUDE DU PÈSE-LETTRE

### Expérience 2 : Principe du pèse-lettre.

1<sup>re</sup> phase : Mise en place de l'appareil.

Au moyen de la tringle lui servant de support, suspendez le pèse-lettre que vous avez préparé, à la place de l'appareil utilisé à l'expérience 1. Toutefois placez l'appareil de manière que sa face avant (celle qui laisse paraître les têtes de vis des boulons, la face opposée à celle que montre la figure 2) soit placée du côté de la bande de 25 trous (n° 1).

Immobilisez, comme précédemment, la tringle de suspension à l'aide des deux bagues d'arrêt, puis réglez la position de l'appareil le long de cette tringle, en déplaçant au besoin les deux clavettes (n° 35), de manière que le pèse-lettre se trouve suspendu près de la bande n° 1, à environ 1 cm de cette dernière.

2<sup>e</sup> phase : Préparation de la graduation.

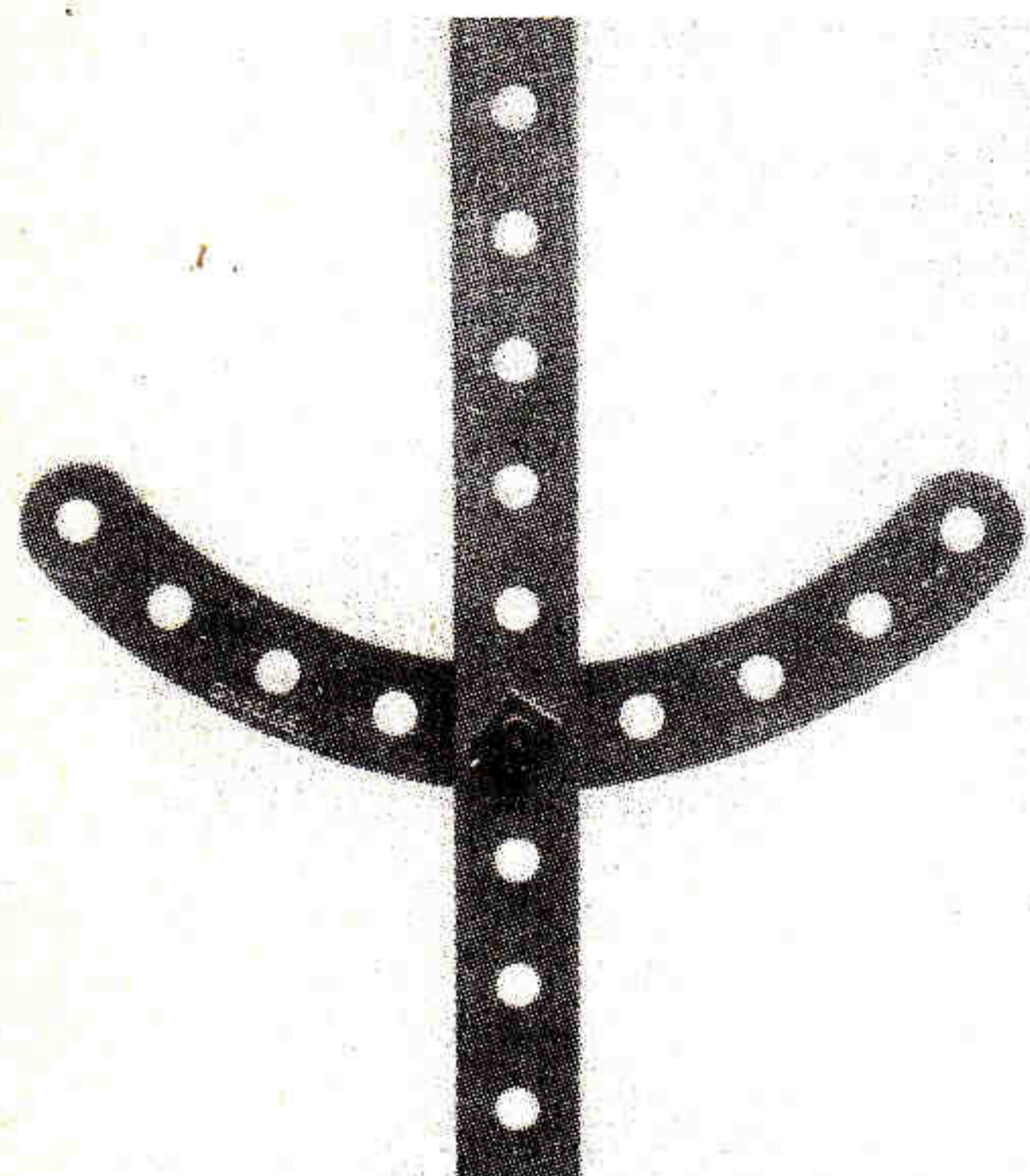


Figure 4. — Disposition des deux bandes incurvées, portant la graduation du pèse-lettres : l'inclinaison de ces bandes est réglée de manière à suivre le mieux possible la ligne de déplacement du support plat servant d'aiguille.

Ajoutez, sur la bande perforée du support située face à l'appareil, deux bandes incurvées (n° 90), placées de manière à épouser la forme du trajet suivi par le support plat (n° 10) servant d'aiguille au pèse-lettres (figure 4). Placez, bien à plat, un morceau de papier fort sur l'arc formé par les deux bandes (utilisez le verso, non imprimé, d'une feuille de papier millimétré), tracez au crayon sur ce papier le contour de ces bandes, puis découpez.

Recouvrez alors les deux bandes par le morceau de papier découpé en le coinçant dans la vis maintenant cet arc (faites un trou au centre du morceau de papier, passez-y la vis provisoirement enlevée, puis serrez à nouveau le boulon).

L'appareil ayant atteint son équilibre, l'aiguille doit se trouver vers l'une des extrémités de la bande de papier qui a été préparée : en vous plaçant de manière à tenir compte de la parallaxe, marquez d'un trait de crayon la position du bord droit de cette "aiguille", et indiquez, à proximité de ce trait, qu'il correspond à une charge nulle, soit 0 g.

3<sup>e</sup> phase : Graduation de l'appareil.

Placez, sur le plateau formé par la roue de champ dentée, un poids marqué de 10 g, et, en vous plaçant convenable-

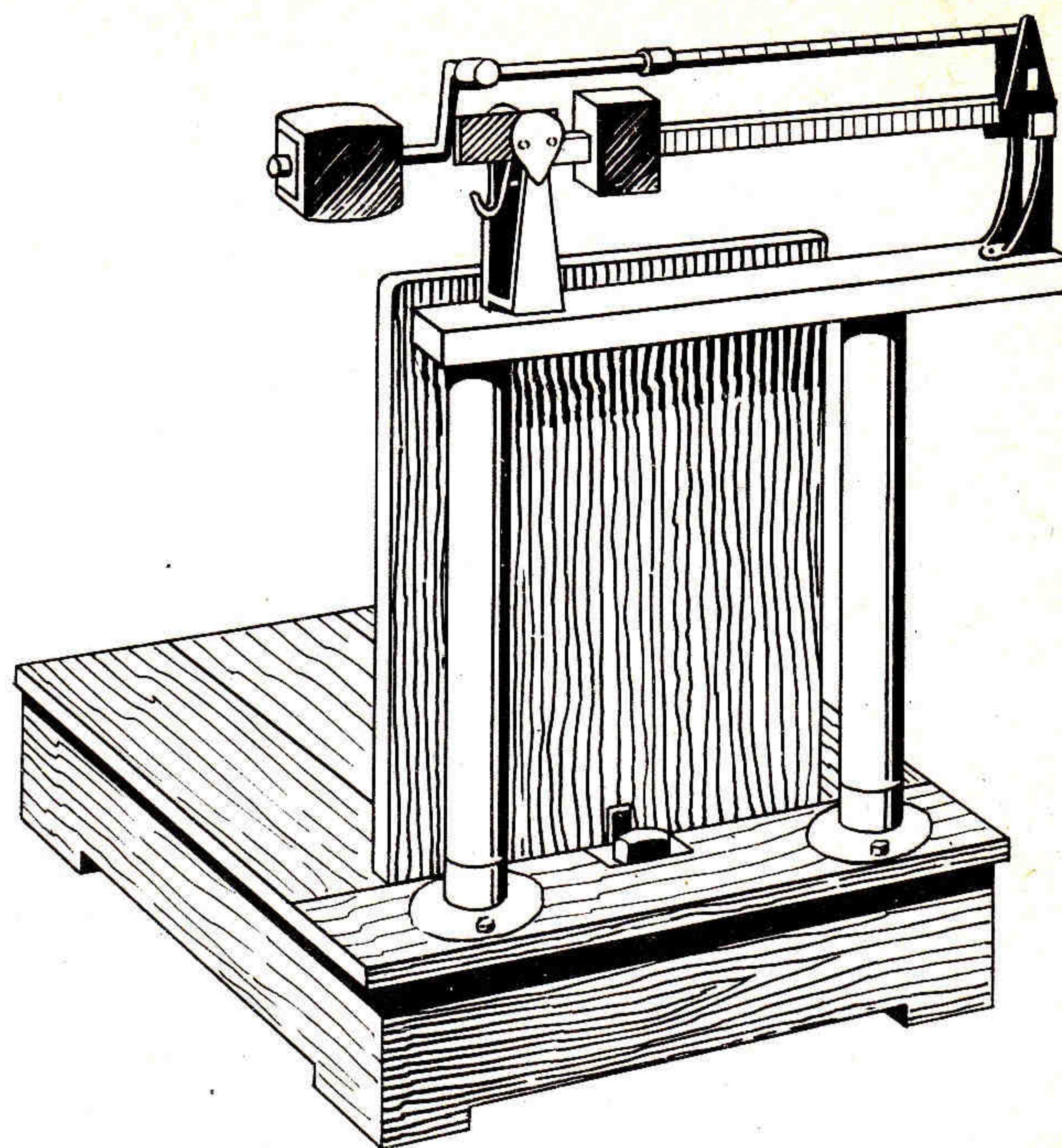


Figure 3. — Bascule à curseurs. Un levier muni de deux curseurs, tel que celui utilisé dans une balance romaine, permet d'équilibrer la charge à peser : la position du plus gros des curseurs indique les kilogrammes, celle du plus petit indique les hectogrammes.

ment, portez un nouveau trait au crayon sur la bande de papier, trait marquant la position du bord droit de l'aiguille pour une telle charge. Portez à côté de ce trait la mention : 10 g.

Procédez de même afin d'obtenir des traits de repères correspondant à des charges augmentant de 10 en 10 g, jusqu'à ce que l'aiguille soit parvenue à l'autre extrémité de la bande de papier.

4<sup>e</sup> phase : Utilisation de l'appareil.

Subdivisez tout d'abord au mieux chacune des grandes divisions obtenues, en 10 petites divisions de chacune 1 g. Placez alors sur le plateau le troisième pignon de 19 dents remis et, par lecture de la graduation portée sur la bande de papier, évaluez le poids de cette roue, à 1 g près.

Poids du pignon : .....

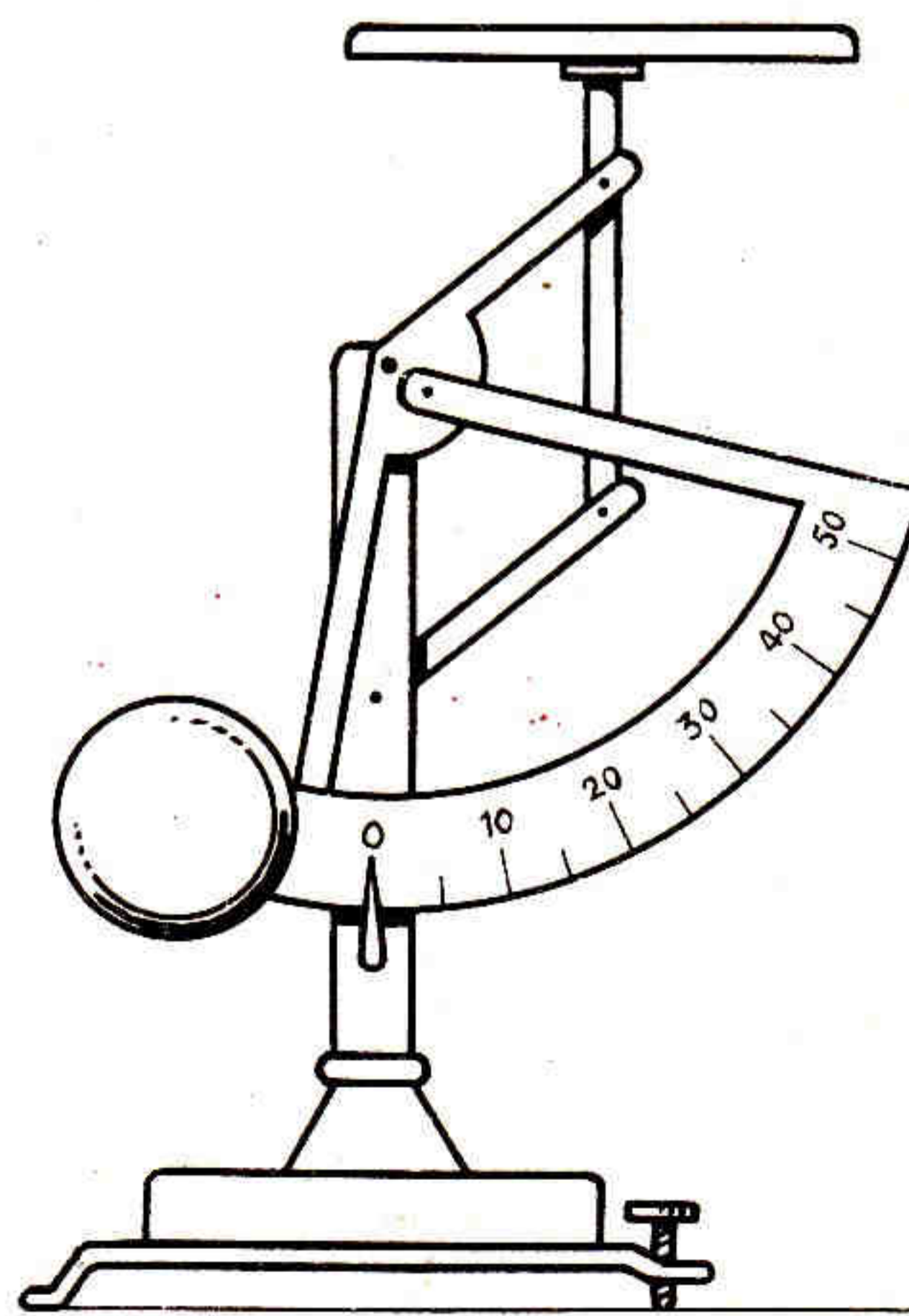


Figure 5. — Modèle de pèse-lettre.

● Les appareils préparés avec le matériel Meccano doivent être démontés en fin de travail.



Nom de l'élève : .....

## Qualités d'une balance

**Matériel** - Matériel Meccano : plateau A; fil; 2 poids de 10 g.  
Règle graduée; crayons de couleur.

### Travaux préparatoires

Deux montages sont à réaliser : le fléau et son support; les élèves se répartiront ces tâches.

#### Montage du fléau

Ce fléau est formé de deux bandes de 11 trous (n° 2) qui se chevauchent par deux de leurs trous. A chaque extrémité, une équerre n° 12 porte une bande de 7 trous (n° 3) boulonnée en son milieu sur le trou allongé de l'équerre. Une troisième équerre n° 12 maintient le couteau central formé également d'une bande de 7 trous fixée sur le trou allongé de l'équerre. D'autre part, assurez-vous que :

1° les boulons immobilisent les trois bandes de 7 trous servant de couteaux de manière que ces derniers soient rigoureusement perpendiculaires au fléau et parallèles entre eux;

2° l'arête inférieure du couteau central et les arêtes supérieures des couteaux extrêmes sont dans un même plan. Pour cela :

— d'une part la bande de 7 trous formant le couteau central est boulonnée extérieurement à l'équerre qui la supporte (afin de pouvoir être immobilisée au contact de la bande de 11 trous par son arête inférieure);

— d'autre part, les arêtes supérieures des deux autres couteaux sont placées au même niveau que l'arête inférieure du couteau central, en utilisant les possibilités de réglage que laisse le trou allongé des deux équerres (n° 12) sur lesquelles sont fixés ces deux couteaux extrêmes.

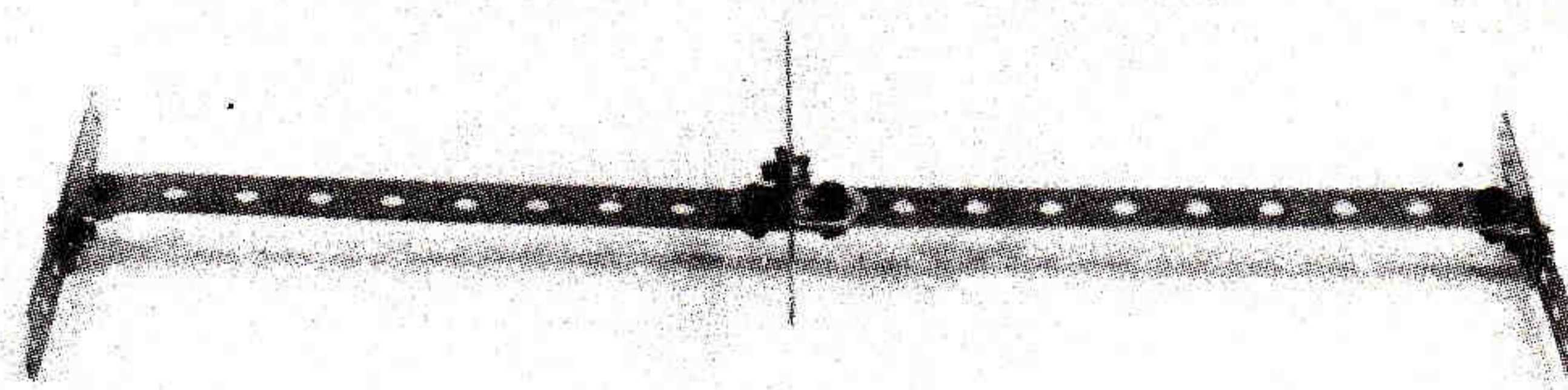


Figure 1. — Fléau à monter.

#### Montage du support

De son côté, le support destiné à recevoir ce fléau est préparé selon les indications suivantes :

1° Sur une plaque à rebord de 14×6 cm (n° 52), fixez deux embases triangulées coudées (n° 126) placées à la suite l'une de l'autre le long de la grande ligne médiane que forment les trous à la surface de la plaque (les deux parties verticales de ces embases se trouvent alors sur la même ligne droite); faites en sorte que ces embases soient séparées, sur la plaque, par un seul trou libre.

2° Fixez verticalement sur chacune de ces embases une bande de 11 trous (n° 2) et ajoutez à mi-hauteur une bande de 5 trous (n° 5) placée horizontalement, cette dernière bande étant chargée de maintenir l'écart entre les deux bandes verticales.

3° En haut de chacune des deux bandes de 11 trous, boulonnez ensemble, par leurs trous longs, deux équerres à 135° (n° 12c) : ces équerres forment alors, aux extrémités supérieures du support, deux porte-couteaux destinés à supporter le couteau central du fléau.

## PRINCIPE DE LA BALANCE

### Expérience 1 : Étude de l'équilibre du fléau.

1<sup>re</sup> phase : Mise en place du fléau.

Posez le fléau construit sur les deux porte-couteaux du support, ce fléau reposant sur la partie inférieure de la bande de 7 trous (n° 3) placée au centre.

**Lors de leur construction, vous avez fait en sorte que les arêtes des trois couteaux aient quelle particularité?** .....

**Comptez le nombre d'intervalles (espace entre deux trous de la bande) correspondant aux deux bras du fléau. Que remarquez-vous?** .....

2<sup>e</sup> phase : Mise en place des charges.

Prenez deux morceaux de fil de 10 cm de longueur. A l'une des extrémités de ces fils faites une boucle suffisamment large pour qu'elle puisse glisser le long des bandes perforées servant de couteaux; attachez ensuite à leur autre extrémité, par le bouton, un poids marqué de 10 g.

Suspendez chacun des deux poids ainsi préparés, par la boucle de son fil, sur les couteaux placés aux extrémités du fléau, près de la bande de 11 trous.

Laissez le fléau s'immobiliser et, si celui-ci n'est pas horizontal au repos (il doit alors être parallèle à la table), lestez le bras du fléau trop léger à l'aide d'un peu de fil enroulé autour de la bande correspondante servant de couteau, dans la partie centrale de cette bande, jusqu'à ce que l'équilibre soit établi.

## CONDITIONS DE FIDÉLITÉ D'UNE BALANCE

### ● Qu'est-ce qu'une balance fidèle?

Une balance doit être *fidèle* (on dit encore *exacte*) : si l'on recommence plusieurs fois la même pesée, elle doit toujours donner le même résultat.

Pour qu'une balance soit fidèle :

- 1° les arêtes des couteaux doivent être *parallèles*;
- 2° le fléau doit être *rigide*.

### Expérience 2 : Les arêtes doivent être parallèles.

Desserrez le boulon maintenant l'un des couteaux extrêmes sur la bande servant de fléau, et faites pivoter obliquement ce couteau de 30 degrés environ. Immobilisez-le dans cette nouvelle position en resserrant le boulon.

Placez les fils de suspension des deux poids marqués de 10 g le plus près possible des bandes de 11 trous formant le fléau : laissez l'équilibre s'établir.

1<sup>re</sup> phase : Cas d'un couteau parallèle.

Déplacez le fil de suspension du poids marqué de 10 g qui se trouve sur le couteau demeuré parallèle au couteau central, en l'arrêtant à mi-distance, puis près de l'extrémité. Observez si, lorsque le fléau s'est immobilisé à nouveau, sa position horizontale d'équilibre a été modifiée.

**Par conséquent, une balance dont les couteaux supportant la charge sont parallèles au couteau central, est-elle fidèle?** .....

2<sup>e</sup> phase : Cas d'un couteau non parallèle.

Faites maintenant occuper à l'autre poids (celui qui se

trouve sur le couteau placé obliquement), le long de ce couteau, les deux mêmes positions qu'à la première phase. Observez simultanément l'équilibre du levier lorsque celui-ci s'est immobilisé à nouveau.

**Par conséquent, une balance dont les couteaux supportant la charge ne sont pas parallèles au couteau central est-elle fidèle?** .....

### Exercice 1 : Manque de rigidité du fléau.

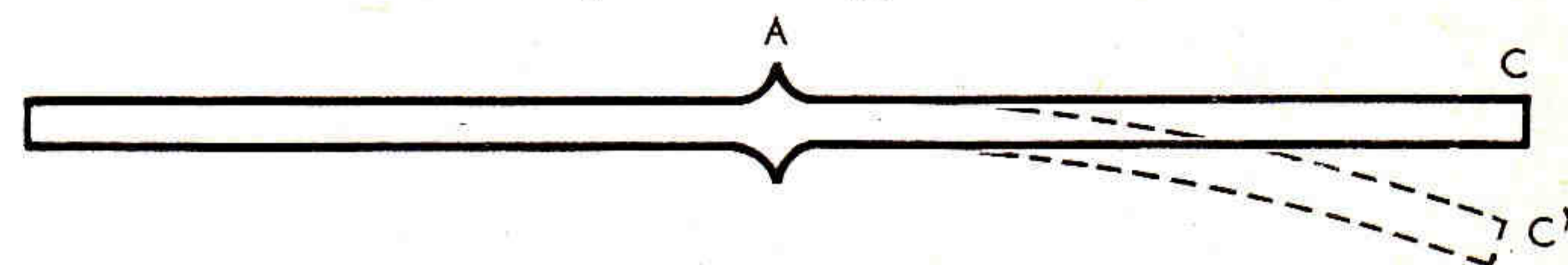


Figure 2. — Schéma montrant un fléau ayant ployé sous une charge. Passez en rouge les lignes représentant la position primitive du fléau, en bleu celles correspondant au fléau ployant sous la charge.

Le bras du fléau représenté ci-dessus est supposé avoir ployé sous l'action d'une charge trop lourde, et la position qu'il occupe alors est représentée par la ligne pointillée. Mesurez, à 1 millimètre près, à la règle graduée, la distance AC, longueur du bras de fléau quand il est encore rectiligne, et la distance AC', longueur de ce bras lorsque le fléau a ployé sous cette charge. Relevez ci-dessous les valeurs obtenues.

**Valeurs, de AC :** ..... ; **de AC' :** .....

**Les deux distances relevées sont-elles égales?** .....

**Pourquoi la balance n'est-elle donc pas fidèle si le fléau n'est pas suffisamment rigide?** .....

## CONDITIONS DE JUSTESSE D'UNE BALANCE

### ● Qu'est-ce qu'une balance juste?

Une balance est *juste* si elle conserve la même position d'équilibre lorsque ses deux plateaux supportent des charges égales.

Pour être juste, une balance doit :

- 1° avoir deux bras de levier de longueur constante ;
- 2° avoir les arêtes de ses couteaux dans un même plan.

**Que se produirait-il si les deux bras du levier supportant les charges n'étaient pas toujours de même longueur (revoir fiche n° 28)?** .....

### Expérience 3 : Vérification de la règle.

Otez les deux poids marqués de 10 g, suspendus aux extrémités du fléau. Séparez les deux bandes de 11 trous (n° 2) formant le fléau précédemment utilisé et, selon les indications de la figure 3, intercalez, entre ces deux bandes, un support double (n° 11a), de manière que les deux parties du fléau ne soient plus désormais à la suite l'une de l'autre (le couteau central étant placé comme indiqué sur la figure). Toutefois, faites en sorte que les deux couteaux extrêmes soient à nouveau tous les deux parallèles au couteau central.

1<sup>re</sup> phase : Mise en place du fléau.

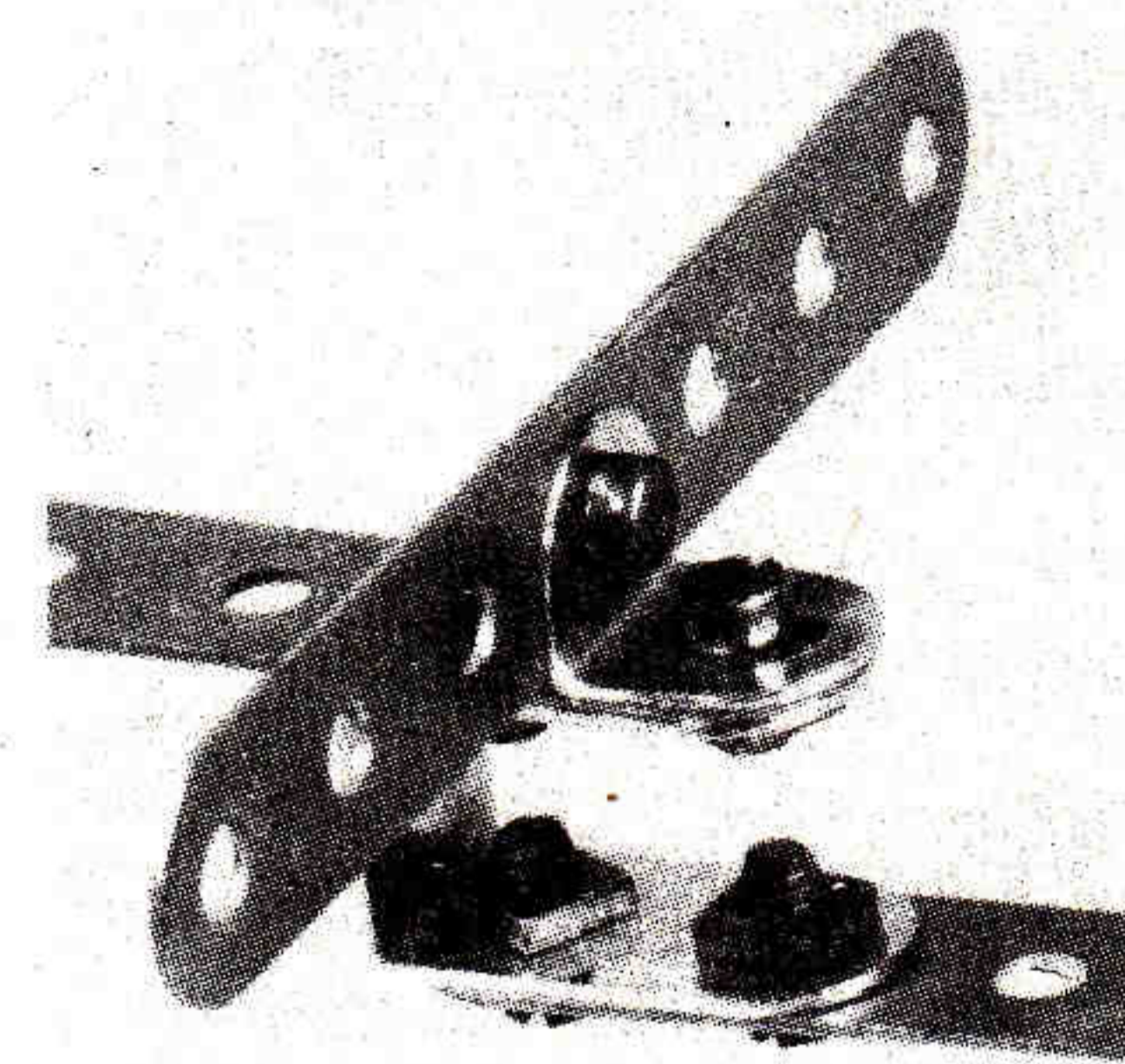


Figure 3. — Nouveau montage.

Cette modification étant effectuée, remplacez le fléau obtenu sur le support, et laissez l'équilibre s'établir sans replacer pour l'instant les charges de 10 g. Revoyez au besoin le lest de fil posé précédemment à l'un des bras du fléau, et modifiez-le pour que le fléau soit horizontal au repos.

2<sup>e</sup> phase : Mise en place des charges.

Suspendez à nouveau sur les couteaux extrêmes les deux poids marqués de 10 g, et observez le nouvel équilibre qui s'établit avec ces deux charges égales.

**L'équilibre du fléau a-t-il été conservé?** .....

**Quelle condition n'est, en effet, plus respectée?** .....

■ L'appareil préparé avec le matériel Meccano doit être démonté en fin de travail.





## Les états de l'eau

### ● Comment se produisent les changements d'état?

Tous les corps sont formés de particules extrêmement petites appelées molécules. Ces molécules ont plus ou moins de cohésion entre elles.

Les molécules sont perpétuellement en mouvement (*agitation moléculaire*). Dans les corps solides et liquides, ce mouvement se traduit par une agitation limitée à l'espace qui demeure entre chaque molécule. Dans les gaz par contre, chaque molécule, étant libre, se déplace à grande vitesse, en ligne droite, tout au moins jusqu'à ce qu'elle rencontre un obstacle qui la renvoie dans une autre direction.

La chaleur augmente l'agitation moléculaire. Si on chauffe un corps solide, à un certain moment l'agitation moléculaire devient telle que la cohésion entre les molécules diminue considérablement : le corps passe à l'état liquide.

**Matériel** - Deux tubes à essais; eau; soucoupe; balance de Roberval; sable; glace; chiffon; petite pince; thermomètre; lampe à alcool; boîte d'allumettes; verre vide; second verre renfermant du sel de cuisine.  
Règle graduée.

Si l'échauffement continue l'agitation moléculaire peut atteindre un degré suffisant pour que la cohésion entre les molécules disparaisse : le corps passe à l'état gazeux. Inversement, lorsqu'un corps se refroidit, l'agitation de ses molécules se ralentit et les changements d'état se font dans l'ordre inverse.

### Expérience préliminaire : Mise en place du matériel.

Versez, dans l'un des tubes à essais remis, de l'eau jusqu'à 1/3 de la hauteur, puis versez cette quantité d'eau dans la soucoupe qui fait partie du matériel.

Posez cette soucoupe sur l'un des plateaux de la balance, et versez dans l'autre plateau du sable jusqu'à ce que l'aiguille de la balance se place devant le repère central.

Conservez le montage ainsi obtenu, jusqu'à la fin du travail; les résultats seront observés lors de l'expérience 5.

## DE L'ÉTAT SOLIDE A L'ÉTAT GAZEUX

### Expérience 1 : De l'état solide à l'état liquide.

1<sup>re</sup> phase : Mise en place de la glace.

Prenez un morceau de glace de quelques cm<sup>3</sup>, placez-le dans un chiffon et écrasez-le avec le talon pour en faire de la glace pilée. Remplissez de la glace pilée ainsi obtenue l'un des tubes à essais et maintenez ce tube au moyen de la pince fixée à la partie supérieure du tube.

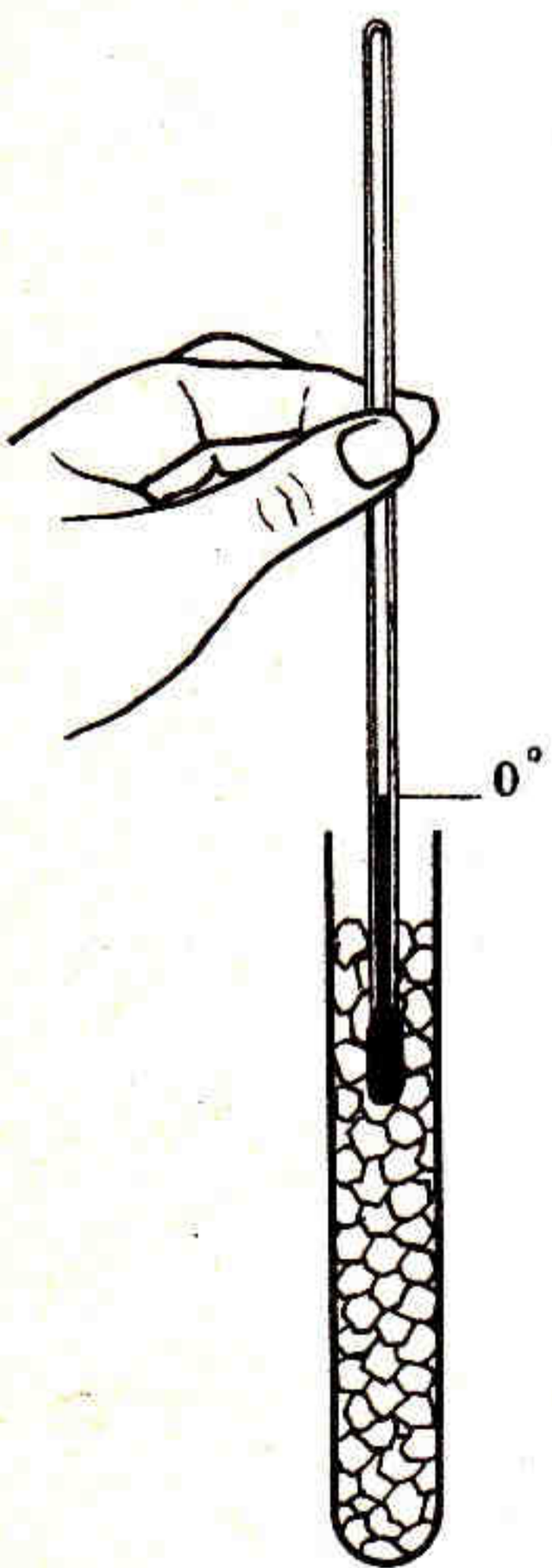


Figure 1

Température de la glace en fusion (1) : .....

(1) Cette température est supérieure à 0° parce que la glace utilisée n'est pas pure (voir la fiche n° 2 de la classe de 6<sup>e</sup>).

3<sup>e</sup> phase : Fusion de la glace. A l'aide d'une partie sèche du chiffon, essuyez extérieurement le tube à essais renfermant la glace (2). Allumez alors la lampe à alcool, puis placez le tube à essais, toujours maintenu au moyen de la pince, au-dessus de la flamme, en réglant la distance pour que le fond de ce tube se trouve à environ 3 cm de l'extrémité supérieure de la flamme (voir figure 2).

Observez ce qui se produit à l'intérieur du tube lorsqu'on chauffe la glace, puis posez le tube à essais dans le verre vide remis à cet effet, de manière qu'il ne se renverse pas.

Répondez alors aux questions qui suivent.

Que fait progressivement la glace lorsqu'on la chauffe? .....

L'eau de la glace était sous quel état? .....

Cette eau passe sous quel autre état? .....

● Le passage d'un corps de l'état solide à l'état liquide s'appelle une fusion.

(2) Cette précaution sera prise chaque fois que l'on devra placer un tube à essais dans une flamme, la présence de gouttes d'eau à l'extérieur pouvant faire se briser le verre du tube.

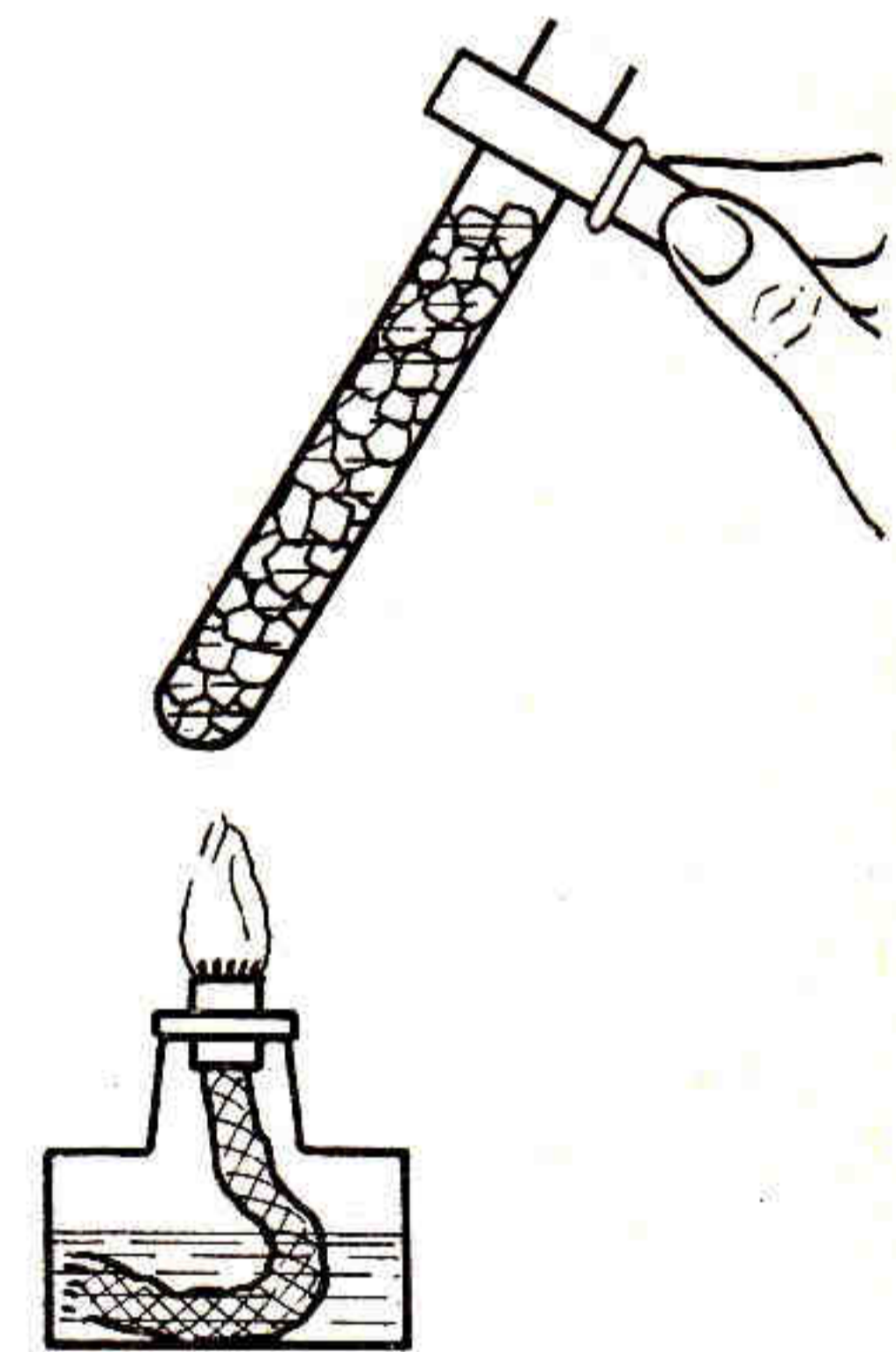
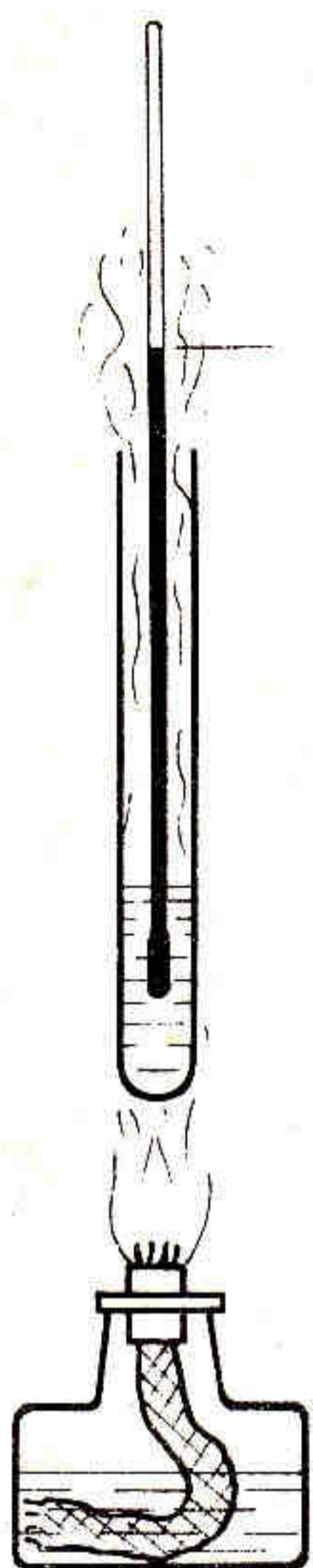


Figure 2. — Pour en chauffer le contenu, tenir le tube à essais légèrement penché.

## Expérience 2 : De l'état liquide à l'état gazeux.



1<sup>re</sup> phase : Échauffement de l'eau.

Reprenez le tube à essais renfermant l'eau de fusion de la glace, toujours maintenu au moyen de la pince, et maintenez-le à nouveau à 3 cm au-dessus de la flamme de la lampe à alcool. Remplacez d'autre part le thermomètre, tenu par son extrémité supérieure, dans l'eau en train de chauffer, de manière que le réservoir de l'instrument se trouve à environ 1 cm du fond du tube, sans toucher les parois du tube. Observez la colonne du thermomètre et répondez aux questions suivantes tout en continuant à chauffer.

Figure 3. — Le réservoir du thermomètre est placé dans l'eau.

Que fait la colonne du thermomètre? .....

Par conséquent, comment varie la température de l'eau? .....

2<sup>e</sup> phase : Température de l'eau bouillante.

Lorsque l'eau bout, relevez ci-dessous, à 1 degré près, avec les mêmes précautions que précédemment, la température indiquée par le thermomètre (dont le réservoir se trouve placé dans l'eau bouillante) et répondez à la question.

Ceci fait, arrêtez de chauffer, enlevez le thermomètre et posez le tube à essais de manière qu'il ne se renverse pas dans le verre vide remis.

Température de l'eau bouillante : .....

Sous quel état passe l'eau lorsqu'elle bout? .....

● Le passage d'un corps de l'état liquide à l'état gazeux est une vaporisation.

.....  
L'expérience qui suit ne sera exécutée qu'en fin de travail, après l'expérience 4.

## Expérience 5 : Étude d'une évaporation.

Examinez en fin de travail le montage préparé lors de l'expérience préliminaire indiquée au début de la fiche, et répondez alors au questionnaire.

Quel est celui des deux plateaux de la balance dont la charge s'est allégée? .....

A quoi est dû cet allègement? .....

Qu'est devenue l'eau ainsi disparue de la soucoupe? En quoi s'est-elle transformée? .....

● L'eau s'évapore à l'air. L'évaporation est une formation de vapeur qui se fait lentement, à température ordinaire.

## DE L'ÉTAT GAZEUX A L'ÉTAT SOLIDE

### Expérience 3 : Condensation de l'eau.

1<sup>re</sup> phase : Préparation d'un tube froid.

Mettez quelques petits morceaux de glace dans le second tube à essais remis. Essuyez extérieurement ce tube avec un coin de chiffon sec.

2<sup>e</sup> phase : Condensation de la vapeur.

Reprenez à chauffer l'eau du tube à essais utilisé pour les expériences précédentes, jusqu'à ce que l'ébullition se produise à nouveau et qu'il se dégage de la vapeur d'eau. Placez alors la partie inférieure du tube à essais contenant la glace au-dessus du dégagement de vapeur d'eau, et notez ci-dessous ce que vous remarquez.

Que se forme-t-il sur la paroi extérieure du tube froid? .....

D'où provient l'eau qui apparaît ainsi? .....

● La vapeur d'eau, lorsqu'on la refroidit, passe de l'état gazeux à l'état liquide. On dit qu'il y a condensation de la vapeur. Ce phénomène est la liquéfaction (passage à l'état liquide).

### Expérience 4 : Congélation de l'eau.

1<sup>re</sup> phase : Préparation d'un mélange réfrigérant.

Prenez le verre renfermant du sel de cuisine. Pilez d'autre part, dans un chiffon, comme à l'expérience 1, de la glace

en quantité suffisante pour achever de remplir à mi-hauteur le verre avec cette glace pilée.

A l'aide du thermomètre, remuez la glace pilée et le sel pour mélanger les deux substances. Lorsque le mélange réfrigérant est réalisé, observez la température indiquée par le thermomètre et relevez-la ci-dessous (mesure prise à 1 degré près, avec les précautions habituelles).

Température du mélange réfrigérant : .....

2<sup>e</sup> phase : Congélation du liquide.

Reprenez le second tube, utilisé à l'expérience 3 (la glace qui y avait été mise a complètement fondu); ajoutez-y de l'eau jusqu'au 1/3 de la hauteur, puis plongez la partie inférieure de ce tube dans le mélange réfrigérant, de manière que toute la partie de ce tube renfermant de l'eau soit placée dans le mélange.

Observez les transformations subies par l'eau dans le tube au bout de quelques minutes.

Que devient l'eau? .....

● L'eau, lorsqu'elle se refroidit, passe de l'état liquide à l'état solide : on dit qu'il y a congélation. Le phénomène est la solidification.

■ Exécutez maintenant l'expérience 5 présentée plus haut.



## L'eau naturelle

**Matériel** - Quatre tubes à essais; verre plein d'eau naturelle; un second verre vide; petit entonnoir; coton hydrophile; support de laboratoire; chiffon; lampe à alcool; boîte d'allumettes; petite pince; tube à dégagement coudé et bouchon; eau.  
Règle graduée.

### L'EAU NATURELLE CONTIENT DES SUBSTANCES EN SUSPENSION

#### Expérience 1 : Examen de l'eau.

1<sup>re</sup> phase : Examen du liquide.

Prenez le verre contenant de l'eau naturelle, eau qui a été recueillie en vue des examens qui vont suivre (eau de mare, de rivière...). Après avoir agité le liquide (en remuant le verre qui le renferme), examinez cette eau.

**Cette eau est-elle limpide?** .....

**Que remarquez-vous en suspension dans le liquide?**  
.....  
.....

2<sup>e</sup> phase : Eau à décanner.

Remplissez de cette eau l'un des tubes à essais remis. Conservez ce tube à essais sans le remuer, pour que l'eau subisse une décantation, jusqu'au moment des observations de l'expérience 5. Jusque là, ce tube doit être maintenu verticalement au repos, en le posant dans le second verre vide remis à cet effet.

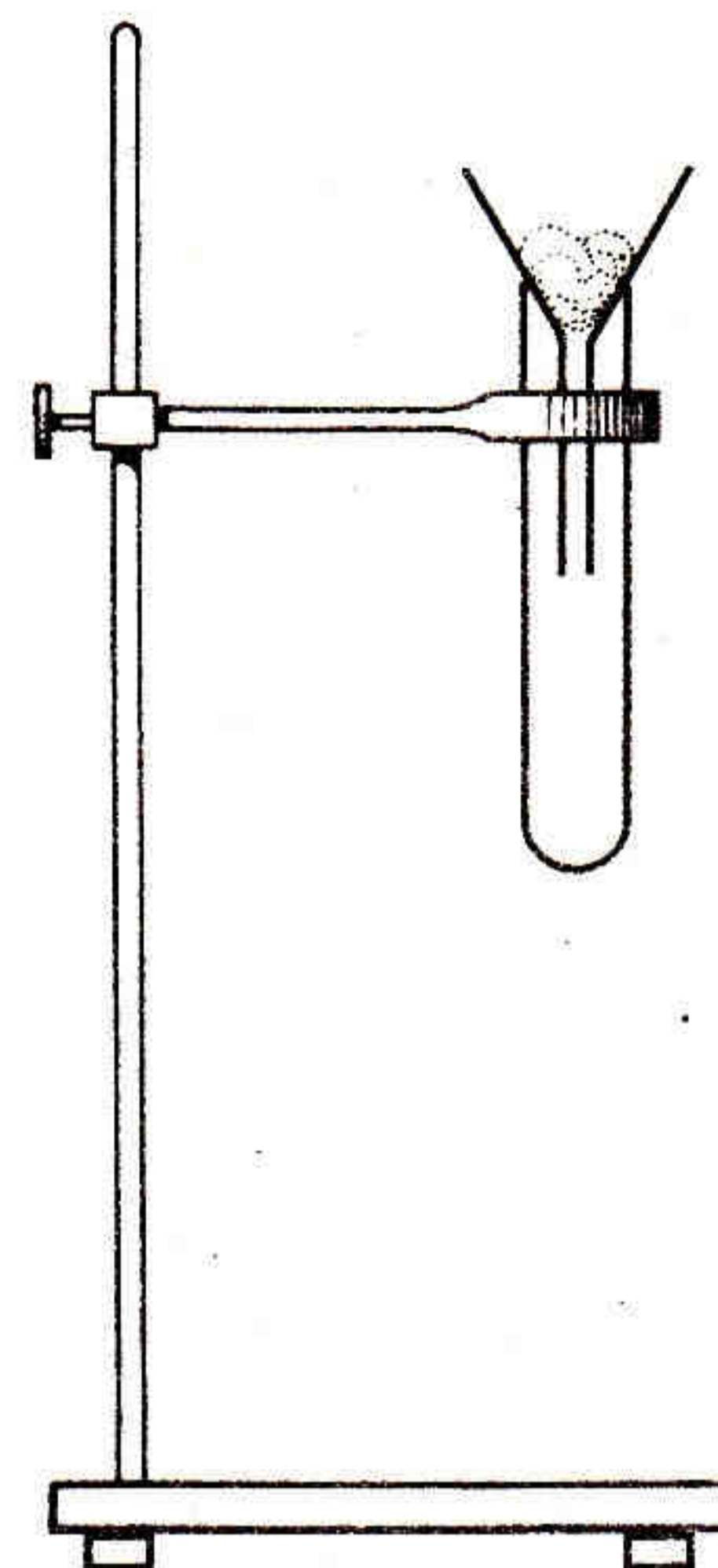


Figure 1. — Le tube à essais est placé dans la pince du support. Le coton introduit dans le petit entonnoir permet de filtrer l'eau.

#### Expérience 2 : Filtration de l'eau.

Dans le petit entonnoir, mettez un peu de coton hydrophile, ce coton étant suffisamment tassé pour faire un obstacle appréciable au passage des matières solides en suspension dans l'eau, sans toutefois être serré au point de ne plus permettre le passage du liquide.

Placez l'entonnoir ainsi préparé dans l'ouverture d'un second tube à essais fixé verticalement dans la pince du support (voir figure 1). Versez dans cet entonnoir de l'eau naturelle contenue dans le verre, en quantité suffisante pour que le tube à essais soit rempli d'eau filtrée aux 2/3 de sa hauteur.

● Le coton filtre l'eau en retenant les matières en suspension : cette opération s'appelle une filtration.

### L'EAU NATURELLE RENFERME DES SUBSTANCES EN SOLUTION

#### Expérience 3 : Elle renferme des gaz dissous.

Enlevez du support le tube renfermant l'eau filtrée. Mettez à sa place un troisième tube à essais dans la pince du support, en le fixant par sa partie supérieure afin d'éviter que la flamme, tout à l'heure, n'atteigne cette pince. Versez dans ce nouveau tube une hauteur de 5 cm d'eau filtrée. Conservez le reste de l'eau filtrée en plaçant le tube à essais qui la renferme dans le verre vide précédemment utilisé pour y poser le premier tube à essais plein d'eau naturelle.

Essuyez extérieurement la base du tube à essais, à l'aide d'un chiffon (1).

Allumez la lampe à alcool, et placez-la sous le tube fixé à la pince du support. Chauffez légèrement en réglant la pince pour que la base du tube se trouve à 5 cm de la partie supérieure de la flamme.

Observez ce qui se produit à l'intérieur du tube (sur les parois internes) dès que l'eau commence à chauffer.

(1) Ce geste sera répété chaque fois qu'il y aura lieu de mettre un tube à essais en contact avec la flamme de la lampe à alcool.

Dès que vous avez observé le phénomène, arrêtez de chauffer en éteignant la lampe à alcool.

**Que se forme-t-il dans l'eau chauffée, le long de la paroi interne du tube?** .....

**Où se trouvaient dissous les gaz qui apparaissent ainsi?** .....

#### Expérience 4 : Elle renferme des solides dissous.

Prenez un quatrième tube à essais, qui doit être très propre (verre net, sans taches blanchâtres). Au besoin, essuyez-le intérieurement avec un coin sec du chiffon : faites progresser ce chiffon dans le tube en le faisant tourner. Maintenez ce tube à l'aide d'une petite pince placée dans sa partie supérieure, versez-y une hauteur de 1 cm de l'eau filtrée recueillie à l'expérience 2 (ne confondez pas les deux tubes placés dans le verre : l'un renferme l'eau filtrée, l'autre l'eau naturelle mise à décanner); remplacez ensuite le tube (contenant de l'eau filtrée) dans le verre vide.

(suite de la description de l'expérience en page 2)

Allumez à nouveau la lampe à alcool, et placez dans la flamme la base du tube dans lequel vous avez versé un peu d'eau filtrée. Continuez à chauffer jusqu'à ce que toute l'eau soit évaporée. A la fin de l'opération, les dernières gouttes de liquide crépitent en se vaporisant : éteignez la lampe lorsque tout crépitement a cessé. Observez alors, sans y toucher, le fond du tube.

**Que remarquez-vous au fond du tube à essais?**

**D'où proviennent ces solides?**

### Expérience 5 : Examen de l'eau décantée.

Observez l'eau naturelle versée lors de l'expérience 1 dans le premier tube à essais, eau que l'on a laissée au repos jusqu'ici (premier tube placé dans le verre).

**Où se sont déposées les matières en suspension dans cette eau?**

● Les matières solides en suspension dans l'eau, attirées par la pesanteur, se sont amassées au fond du tube : il s'agit d'une *décantation*.

## DISTILLATION DE L'EAU NATURELLE

### Expérience 6 : Distillation de l'eau naturelle.

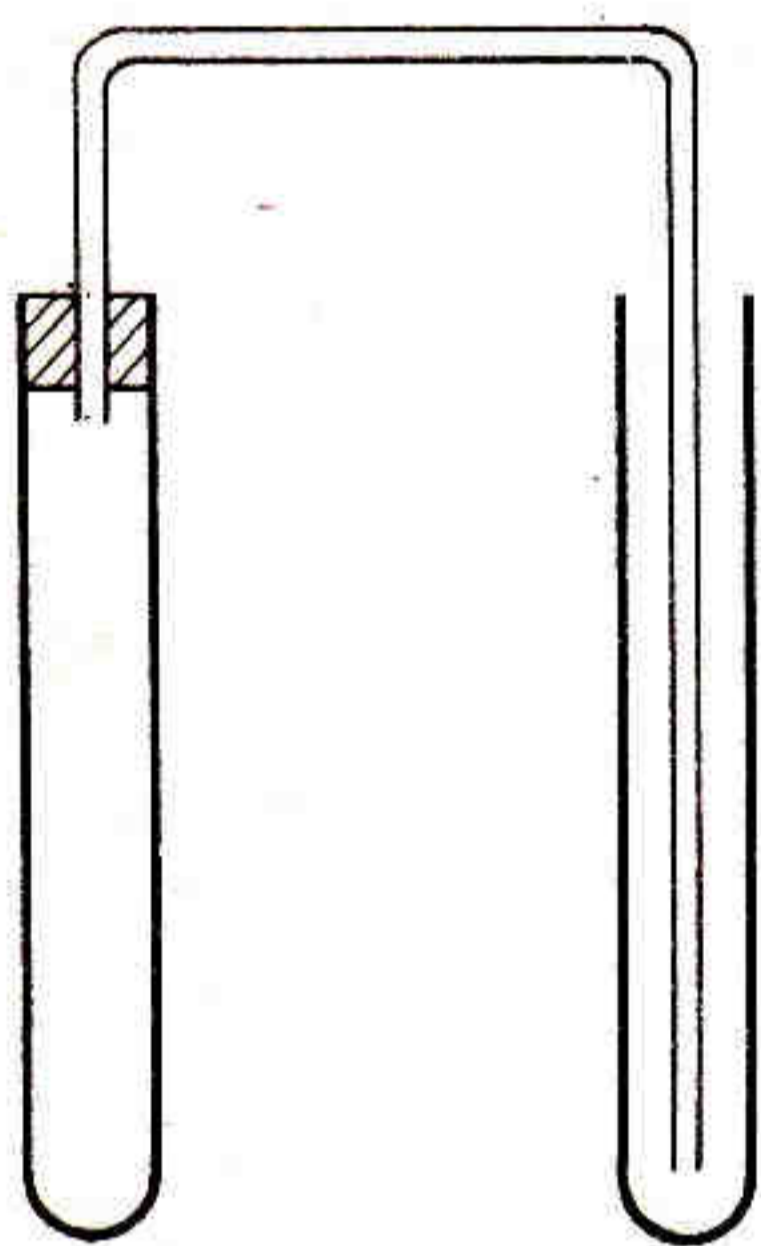


Figure 2. — Schéma du montage permettant de distiller l'eau naturelle.

1<sup>re</sup> phase : Préparation du montage.

Préparez le montage présenté par le schéma ci-contre (figure 2) en employant deux des tubes à essais précédemment utilisés. Fixez le tube à essais de gauche de ce montage à la pince du support, par sa partie supérieure. Versez dans le tube ainsi placé de l'eau naturelle prise dans le verre, à mi-hauteur de ce tube, puis ajoutez le bouchon muni du tube à dégagement coudé selon les indications de la figure. Préparez la lampe à alcool en la plaçant au-dessous du tube fixé à la pince du support et réglez la hauteur

de la pince pour que le bas du tube soit au contact de la mèche. D'autre part, jetez le reste d'eau naturelle, et remplissez le verre qui la renfermait avec de l'eau propre mise à votre disposition.

2<sup>e</sup> phase : Distillation.

Rincez à l'eau propre l'un des tubes à essais disponibles puis essuyez-le, intérieurement et extérieurement, à l'aide du chiffon, en procédant comme indiqué plus haut. Introduisez dans le tube ainsi préparé la grande branche du tube à dégagement coudé (figure 2).

Placez enfin la base de ce tube dans le verre rempli d'eau froide, en tenant ce verre à la hauteur nécessaire, afin que la vapeur d'eau qui va se produire soit refroidie à la sortie du tube à dégagement.

Allumez la lampe à alcool. Réglez la distance de la flamme à la base du tube à essais, dès que l'ébullition commence, de manière à éviter que l'eau bouillante ne soit projetée à l'intérieur du tube coudé : seule la vapeur (qui est invisible) doit passer.

Cessez de chauffer lorsque vous avez ainsi condensé, à l'intérieur du tube de droite refroidi, environ 1 cm d'eau "distillée".

**Où sont demeurés les solides qui étaient dissous dans l'eau?**

**Que sont devenus les gaz qui étaient dissous dans cette eau naturelle?**

**Par conséquent, l'eau distillée ainsi obtenue renferme-t-elle encore des corps dissous?**

● L'eau ainsi distillée est de l'eau pure. Cette distillation permet de séparer les gaz et les solides dissous dans le liquide.

Il y a *vaporisation* de l'eau sous l'action de la chaleur, puis *condensation*, par refroidissement, de la vapeur d'eau formée.

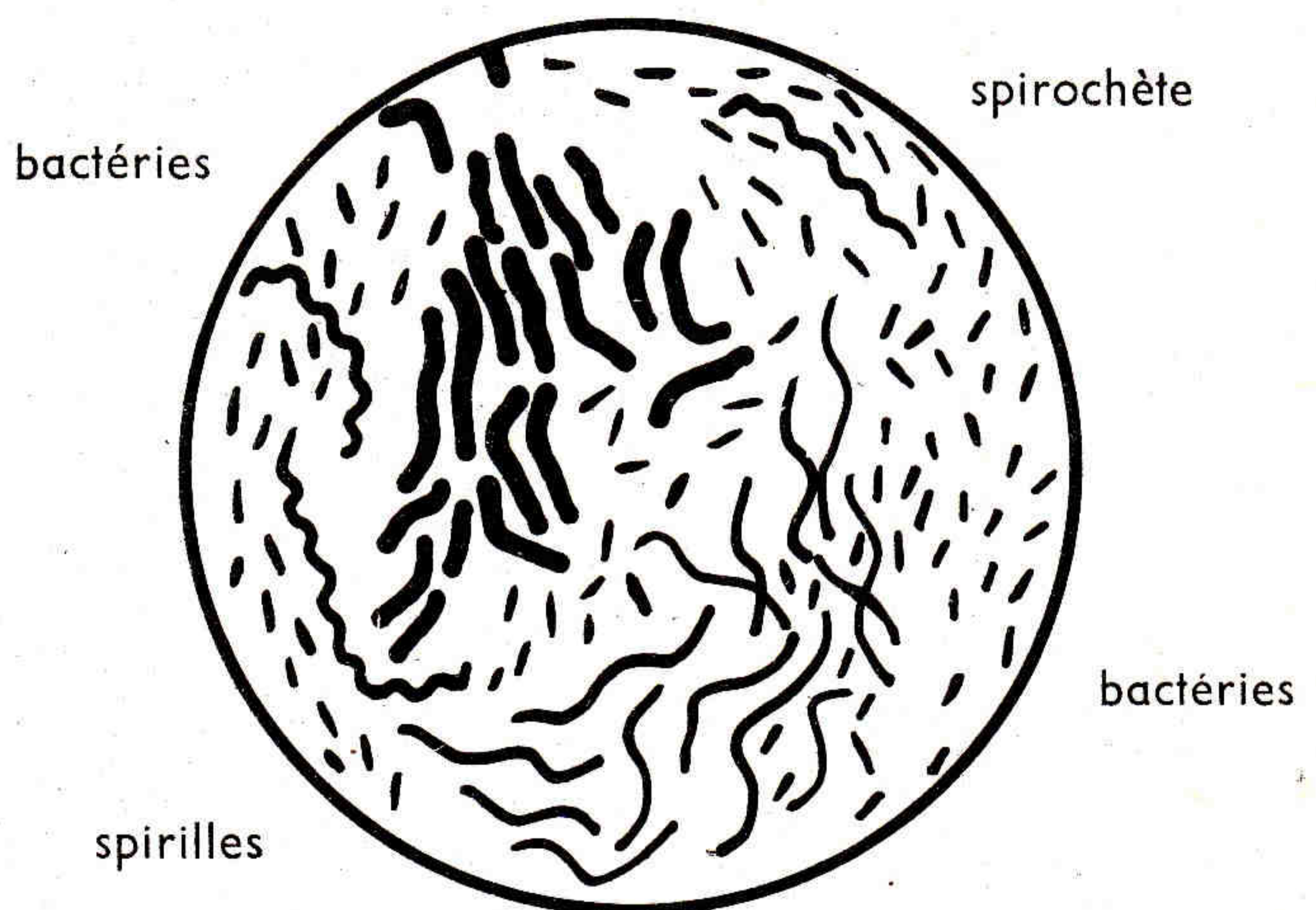
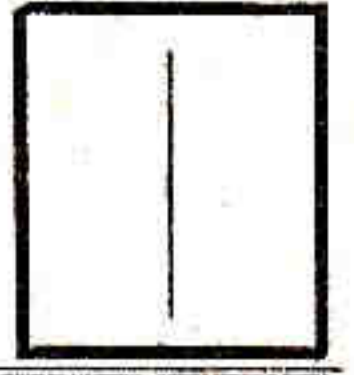


Figure 3. — Très petits êtres vivants de l'eau naturelle, vus au microscope.

● Le microscope permet, parce qu'il donne une image très agrandie des objets, de découvrir que l'eau naturelle renferme aussi de *minuscules êtres vivants* : de très petites *plantes* (algues et champignons) et des *animaux* souvent composés d'une seule cellule vivante (protozoaires), comme ceux qui sont représentés ci-dessus.

Si vous disposez d'un microscope il vous sera possible, avec les conseils de votre professeur, de découvrir de tels êtres vivants dans une eau de mare ou de rivière.



## Eau pure et eau potable

**Matériel** - Trois tubes à essais; support de laboratoire; verre contenant de l'eau distillée; chiffon; lampe à alcool; boîte d'allumettes; petite pince; thermomètre; second verre à moitié plein de sel de cuisine; glace; eau. Règle graduée.

### L'EAU PURE NE RENFERME PAS DE CORPS DISSOUS

#### Expérience 1 : L'eau pure ne contient pas de gaz

Fixez un tube à essais à la pince du support, par sa partie supérieure, et versez-y une hauteur de 5 cm d'eau distillée (eau pure), eau remise dans un verre. Essuyez, à l'aide d'un chiffon, l'eau qui pourrait mouiller extérieurement le tube (1). Allumez la lampe à alcool pour chauffer l'eau, en réglant la pince du support pour placer la base du tube dans la flamme. Arrêtez de chauffer au bout d'une minute (l'eau ne doit pas commencer à bouillir) en éloignant la lampe de la base du tube et observez — comme cela a pu être constaté avec de l'eau naturelle — s'il se forme sur la paroi interne du tube à essais des bulles de gaz. Laissez le tube à essais fixé à la pince du support pour la suite des travaux.

**Qu'avez-vous remarqué concernant l'eau pure?**

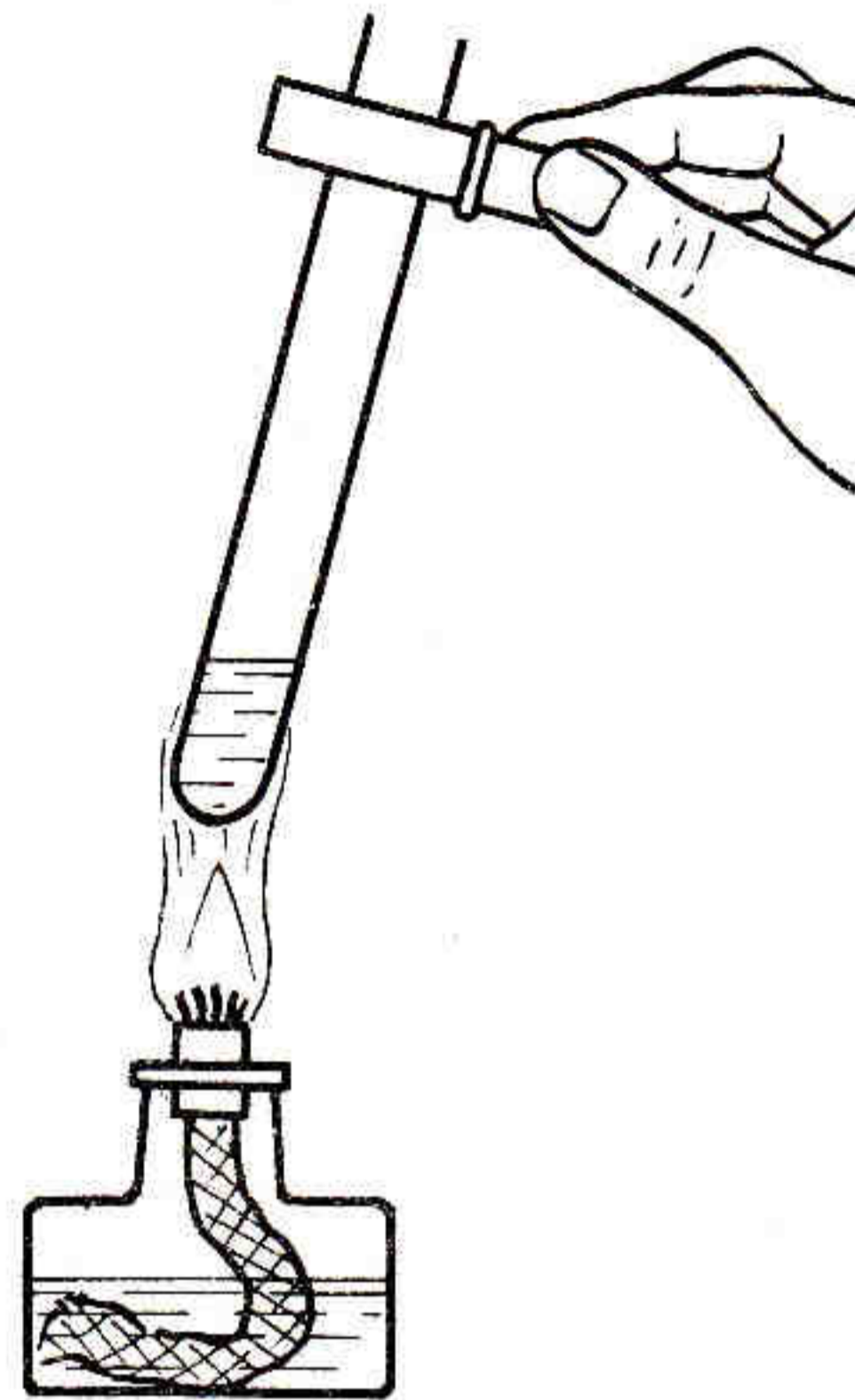


Figure 1

essuyez intérieurement le tube avec un coin sec et propre du chiffon). Versez dans ce tube une hauteur de 1 cm d'eau distillée.

En maintenant ce nouveau tube à l'aide de la petite pince, également placée dans la partie supérieure du tube, mettez-en la base dans la flamme de la lampe à alcool (voir figure 1) et chauffez jusqu'à ce que toute l'eau que renferme le tube soit évaporée.

A la fin de l'expérience, observez — sans y toucher — le fond du tube, en vous rappelant ce que vous

avez pu constater lors du travail de la fiche n° 40, au cours d'une expérience similaire effectuée avec de l'eau naturelle.

**L'eau pure renferme-t-elle des solides dissous?**

#### Expérience 2 : L'eau pure ne contient pas de solides

Prenez un second tube à essais très propre (dont le verre est net et ne porte pas de traces blanchâtres : au besoin,

### PROPRÉTÉS DE L'EAU PURE

#### Expérience 3 : Température d'ébullition.

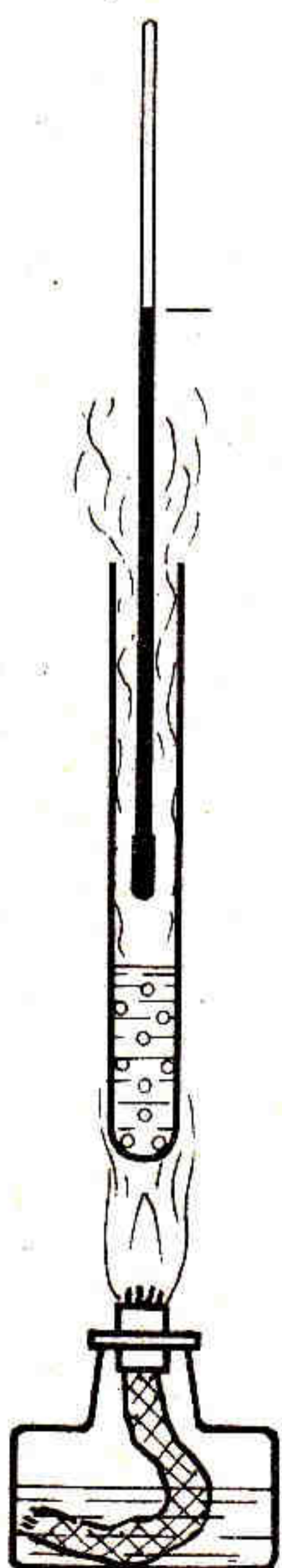


Figure 2

Reprenez le tube resté fixé à la pince du support depuis l'expérience 1, tube renfermant 5 cm d'eau pure.

1<sup>re</sup> phase : Température de la vapeur.

Remplacez la lampe à alcool allumée sous la base du tube fixé à la pince du support, de manière à reprendre l'échauffement de l'eau pure qu'il renferme.

Lorsque l'ébullition de l'eau commence, en déplaçant la pince du support, réglez la distance de la base du tube à la flamme pour que l'ébullition continue, sans projections d'eau bouillante. Prenez le thermomètre, maintenez-le à l'aide d'une petite pince fixée à la partie supérieure de l'instrument, et descendez le réservoir de ce thermomètre dans le tube à essais, en le maintenant juste au-dessus de l'eau bouillante, dans la vapeur : relevez ci-dessous la température

(1) Ce geste doit être répété, comme précédemment, chaque fois qu'un tube à essais mouillé doit être mis en contact avec une flamme.

indiquée à 1 degré près (voir la remarque A de la fiche préliminaire) en vous plaçant devant le thermomètre de manière à éviter les erreurs dues à la parallaxe.

**Température de la vapeur :** \_\_\_\_\_

2<sup>e</sup> phase : Température de l'eau bouillante.

Descendez le thermomètre de manière que son réservoir plonge maintenant dans l'eau pure bouillante et notez la nouvelle température indiquée, comme précédemment.

Eteignez alors la lampe à alcool, mais laissez le tube à essais fixé dans la pince du support.

**Température de l'eau bouillante :** \_\_\_\_\_

**Comparez cette température avec celle de la vapeur d'eau bouillante; que remarquez-vous?** \_\_\_\_\_

**Pourquoi en est-il ainsi?** \_\_\_\_\_

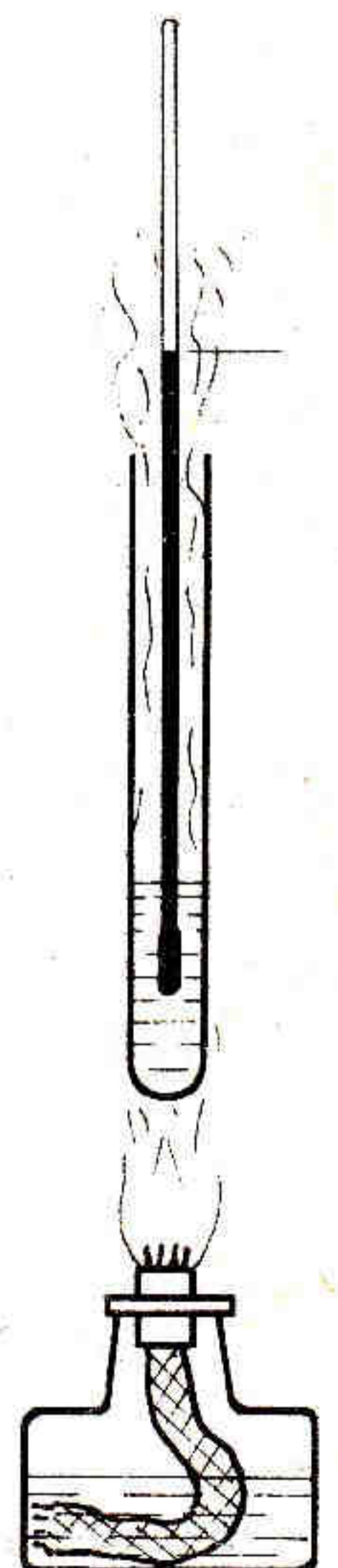


Figure 3

#### Expérience 4 : Congélation de l'eau pure.

Prenez le second verre, dans lequel a été mis du sel de cuisine. Prenez la glace remise, placez-la dans le chiffon et pilez-la avec le talon. Finissez de remplir le verre renfermant le sel avec de la glace pilée et mélangez les deux substances au moyen du thermomètre : vous obtenez un mélange réfrigérant. Dans un troisième tube à essais, versez 5 cm d'eau distillée pris dans le premier verre et plongez la base de ce tube dans le mélange réfrigérant. Prenez le thermomètre par son extrémité supérieure et placez le réservoir de l'instrument dans l'eau distillée en train de se refroidir, afin de prendre note de la température

à laquelle l'eau commence à se congeler, c'est-à-dire à devenir solide. Relevez ci-dessous la température observée.

Température de congélation de l'eau pure : .....

Rappelez à quelle température l'eau naturelle se congelait (voir fiche n° 39) : .....

Que remarquez-vous en ce qui concerne l'eau pure? .....

### L'EAU POTABLE N'EST PAS DE L'EAU PURE

#### ● Qu'est-ce qu'une eau potable?

L'eau potable est une eau naturelle bonne pour la consommation humaine.

Elle est limpide, sans couleur et sans odeur, ne contient pas de substances dangereuses pour l'homme ni de microbes susceptibles de lui transmettre des maladies.

Elle renferme cependant des gaz dissous (en particulier de l'air) et certains sels.

#### Expérience 5 : L'eau potable contient des gaz dissous.

Reprenez le tube à essais demeuré fixé à la pince du support; videz-le et versez-y maintenant 5 cm d'eau potable ("eau du robinet").

Faites chauffer l'eau que renferme ce tube, en réglant la pince du support pour que la base du tube se trouve à 5 cm de la flamme, et observez s'il se forme des bulles de gaz sur la paroi interne du tube, bien avant que l'ébullition de l'eau ne débute. Notez ci-dessous le résultat de vos observations.

L'eau potable renferme-t-elle des gaz dissous? .....

#### Expérience 6 : L'eau potable renferme des solides dissous.

Enlevez de la pince du support le tube à essais précédemment utilisé, maintenez-le désormais au moyen d'une petite pince fixée dans la partie supérieure du tube (voir figure 1).

Videz une partie de l'eau que renferme ce tube, de manière qu'il n'en reste plus qu'une hauteur de 1 cm.

Après avoir essuyé à nouveau extérieurement ce tube, placez-en la base dans la flamme de la lampe à alcool, et continuez à chauffer jusqu'à ce que toute l'eau soit évaporée. Observez — sans y toucher — le fond du tube.

Que remarquez-vous au fond du tube? .....

Par conséquent, que contient l'eau potable? .....

#### ● Comment obtient-on de l'eau potable?

Certaines eaux naturelles, celles des sources, celles des puits, sont normalement potables. Dans les grandes villes, si l'on ne dispose pas d'une quantité suffisamment importante d'eau bonne à la consommation, on filtre l'eau de rivière sur des couches de sable et de gravier (figure 4). La bougie poreuse de Chamberland (figure 5) est le filtre le plus efficace lorsqu'il s'agit de fournir de l'eau potable à une maison isolée.

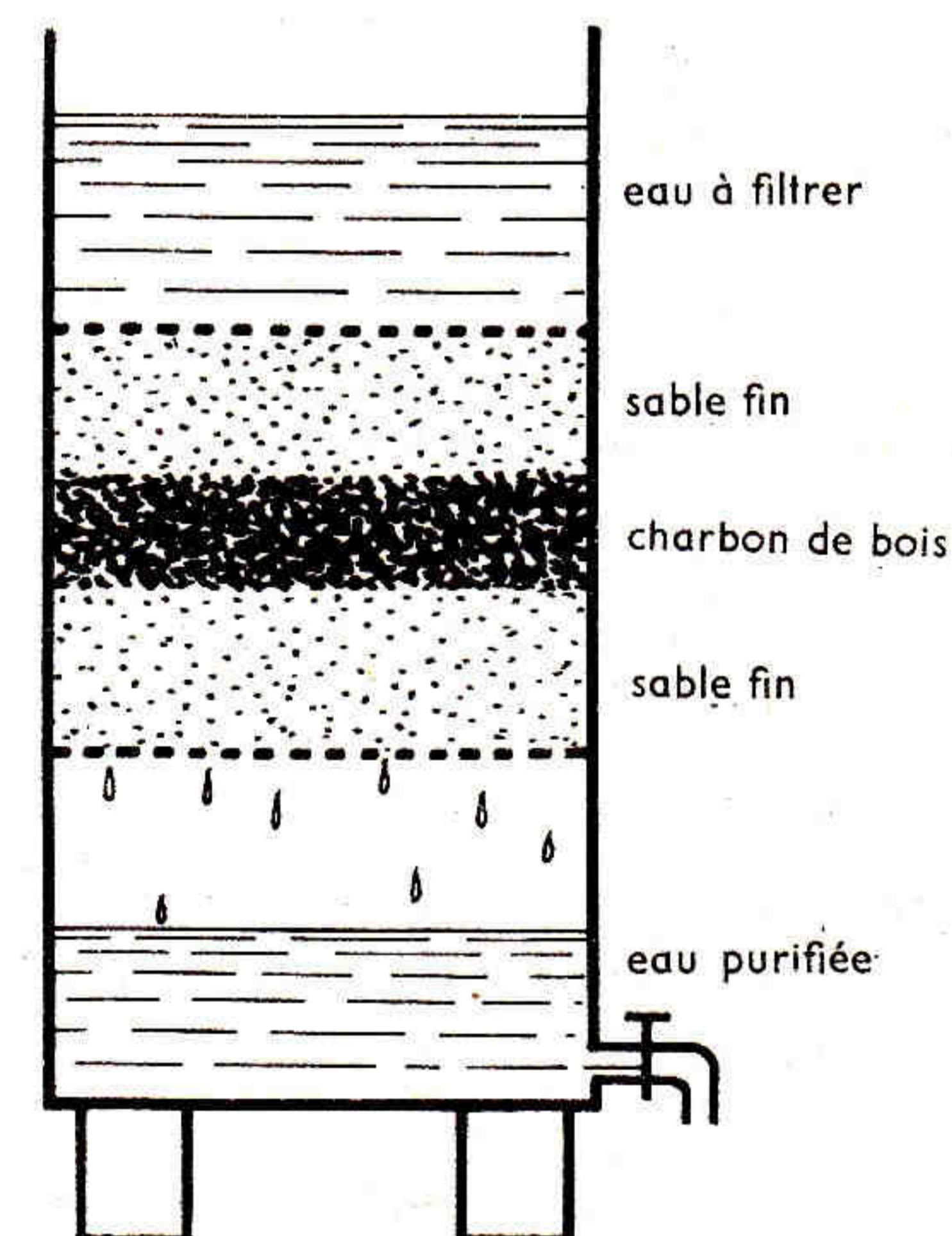


Figure 4. — Cuve filtrante. Une telle cuve est destinée à purifier une eau déjà limpide : le sable retient une multitude d'algues microscopiques qui empêchent les particules solides de passer et détruisent les microbes en les « mangeant » ; le charbon de bois absorbe les gaz dissous dans l'eau.

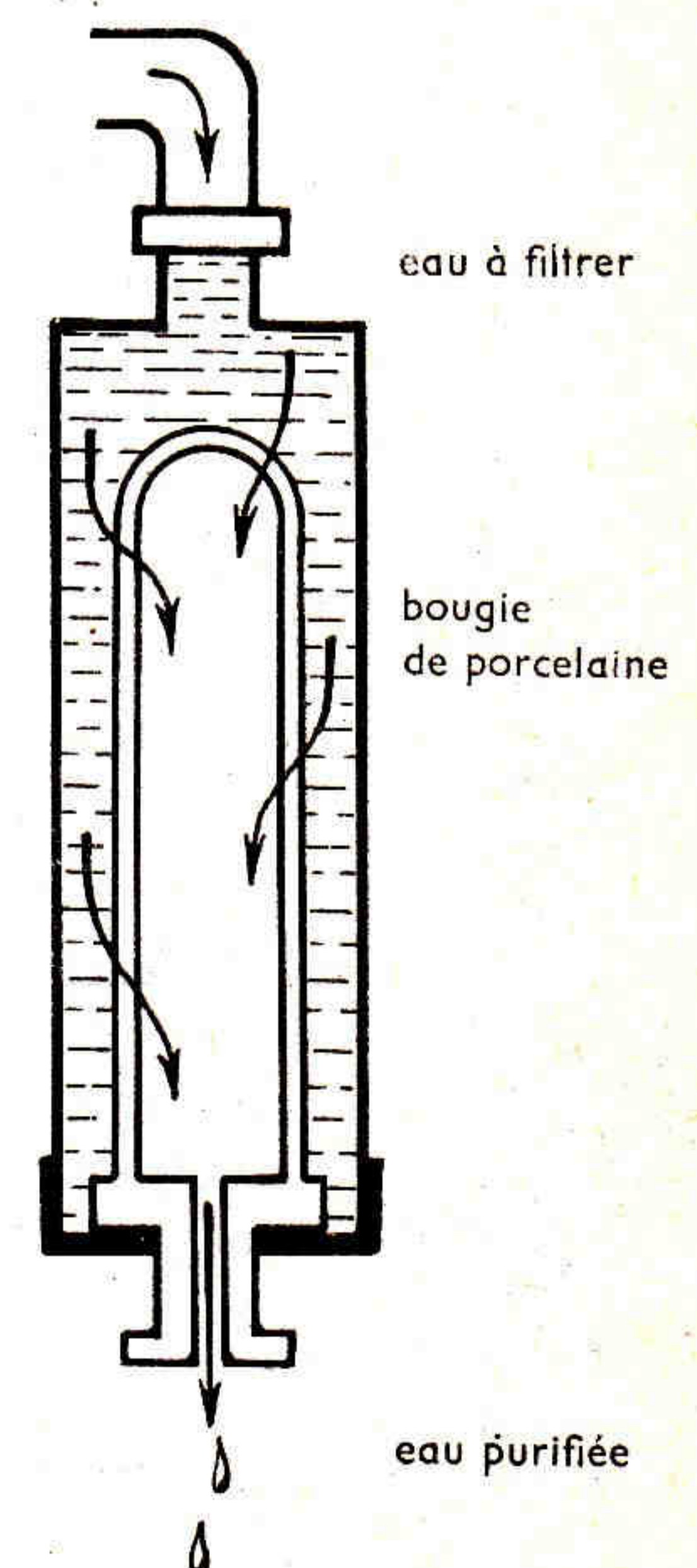


Figure 5. — Filtre Chamberland. Ce filtre est formé d'une bougie en porcelaine : l'eau traverse les pores très fins de la porcelaine en abandonnant les particules solides et les microbes qui ne peuvent passer. Il faut fréquemment laver à grande eau, en brossant énergiquement, l'extérieur de la bougie, afin d'enlever le dépôt que forme tout ce qui n'a pu traverser la porcelaine.



# De l'appareil photographique à l'œil humain

**Matériel** - Appareil photographique; papier translucide.  
Crayons de couleur; règle graduée.

## L'APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE

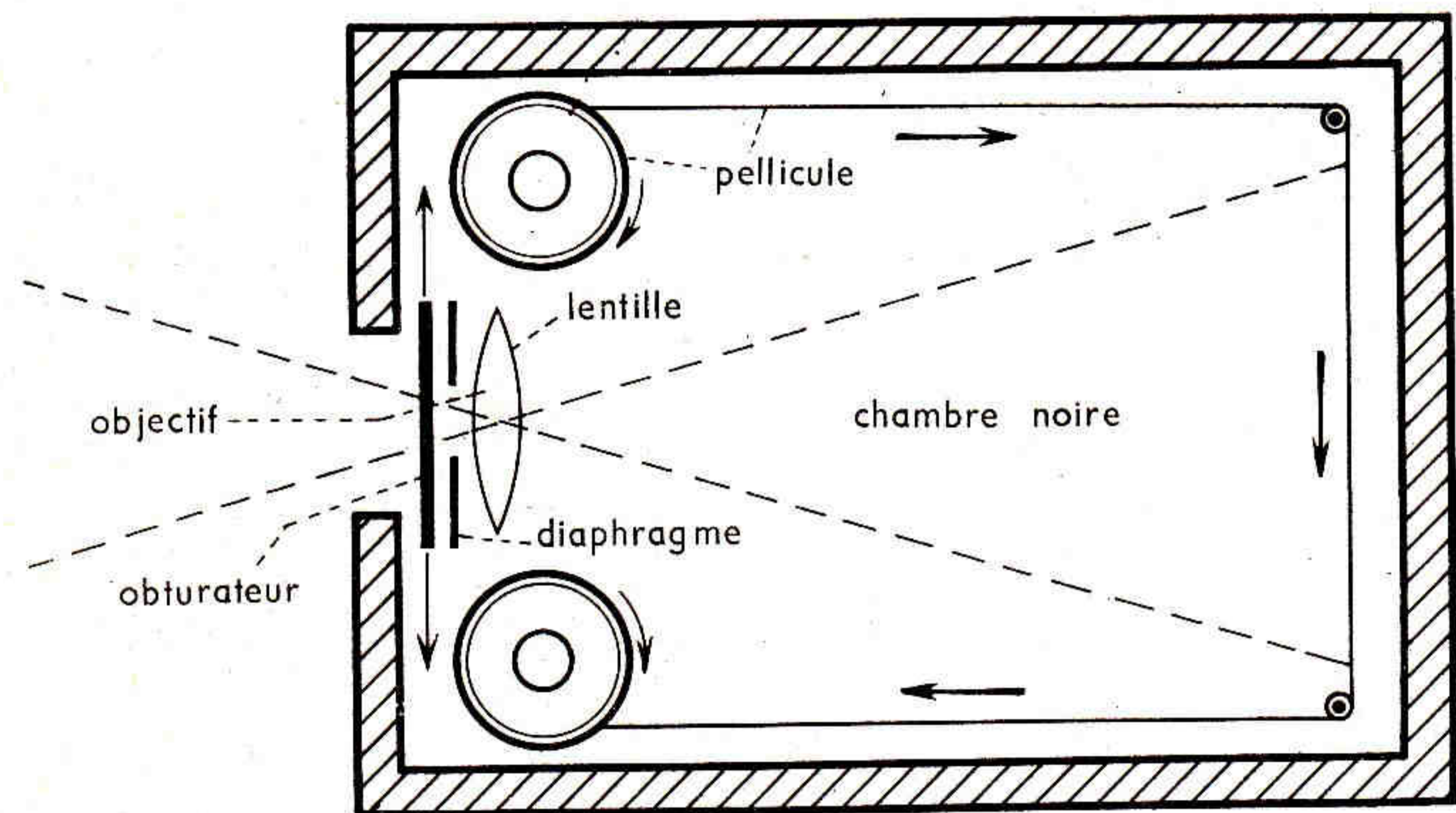


Figure 1. — Coupe schématique d'un appareil photographique.  
Faites un trait jaune sur le trou que forme le diaphragme et teintez en bleu l'objectif.

- Un appareil photographique comprend :
  - un **objectif** formé d'une ou plusieurs lentilles (1) qui produisent l'image;
  - un **diaphragme** réglant la quantité de lumière qui pénètre dans la **chambre noire**;
  - un **obturateur** qui ne laisse pénétrer cette lumière que pendant un temps d'exposition déterminé.

**Dans l'appareil photographique, la lumière, qui vient de l'extérieur, traverse différentes parties de l'appareil avant d'atteindre la pellicule. Quelles sont ces parties (voir figure 1)?** .....

### Expérience 1 : Étude de l'appareil.

Examinez l'appareil photographique que vous avez entre les mains (cet appareil a été réglé sur la pose, c'est-à-dire que l'obturateur reste ouvert pendant tout le temps où vous appuyez sur le déclencheur).

Distinguez les différentes parties de cet appareil, d'après les indications données par le schéma de la figure 1 et par le texte ci-dessus.

1<sup>re</sup> phase : Examen de la lentille.

Examinez, sur la face avant de l'appareil photographique, la lentille formant l'objectif et cherchez à préciser sa forme extérieure afin de répondre à la question suivante.

**Quelle forme a la lentille?** .....

2<sup>e</sup> phase : Fonctionnement de l'obturateur.

Ouvrez l'obturateur, en appuyant sur le déclencheur, puis laissez-le revenir lentement sur lui-même (cet obturateur

est renvoyé par un ressort). Dites, ci-dessous, ce que vous avez remarqué concernant la forme et le fonctionnement de l'obturateur.

**Quelle forme a l'obturateur?** .....

**Comment se ferme-t-il?** .....

3<sup>e</sup> phase : Examen du diaphragme.

Poursuivez maintenant vos observations vers l'intérieur de la chambre noire de l'appareil : ouvrez l'obturateur, et maintenez-le ouvert afin de répondre aux questions suivantes.

**Comment s'appelle le trou rond lumineux que l'on aperçoit lorsque l'obturateur est ouvert (voir texte plus haut)?** .....

**Qu'est-ce qui pénètre par ce trou?** .....

**Pour faire entrer plus de lumière dans la chambre noire, que faudrait-il faire?** .....

- En fait, on ne peut employer un diaphragme trop grand : l'image donnée par la lentille ne conserve sa netteté que si les rayons lumineux ne la frappent que dans sa partie centrale.

### Expérience 2 : Étude de l'image obtenue.

1<sup>re</sup> phase : Utilisation d'un papier translucide.

Posez à plat sur le fond de la chambre noire, à l'endroit où se trouve habituellement la pellicule photographique, le morceau de papier translucide qui vous a été remis. Tenez cette feuille des deux mains, bien tendue, de manière qu'elle forme une surface plane.

Dirigez la face avant de l'appareil vers l'une des fenêtres de la salle, puis ouvrez l'obturateur et, en le maintenant ouvert, orientez l'appareil de manière que la feuille de papier translucide se trouve le plus possible dans l'ombre; relevez ci-dessous vos remarques.

**Que voyez-vous sur le papier?** .....

**Que se forme-t-il donc, sur la pellicule, lorsqu'on ouvre l'obturateur?** .....

2<sup>e</sup> phase : Examen de l'image.

Reprenez l'étude de l'image obtenue sur le papier translucide, et comparez-la maintenant à l'objet que représente cette image.

**Au sujet de l'image obtenue, notez :**

— **ses dimensions par rapport à ce qu'elle représente?** .....

— **son sens par rapport à cet "objet"?** .....

(1) Les lentilles sont formées d'un volume de verre, généralement limité par deux surfaces sphériques qui le font ressembler au légume de même nom.

## ÉTUDE DE L'ŒIL

### ● Quelles sont les particularités de l'œil?

L'œil humain a la forme d'un globe (on parle couramment du "globe oculaire"). Les rayons lumineux, après avoir traversé l'œil, forment sur le fond du globe oculaire une image. Cette image est recueillie par les ramifications du nerf optique qui constituent la rétine.

L'image est formée par l'action, sur les rayons lumineux, des différents milieux transparents de l'œil, parmi lesquels se trouve une véritable lentille naturelle : le cristallin.

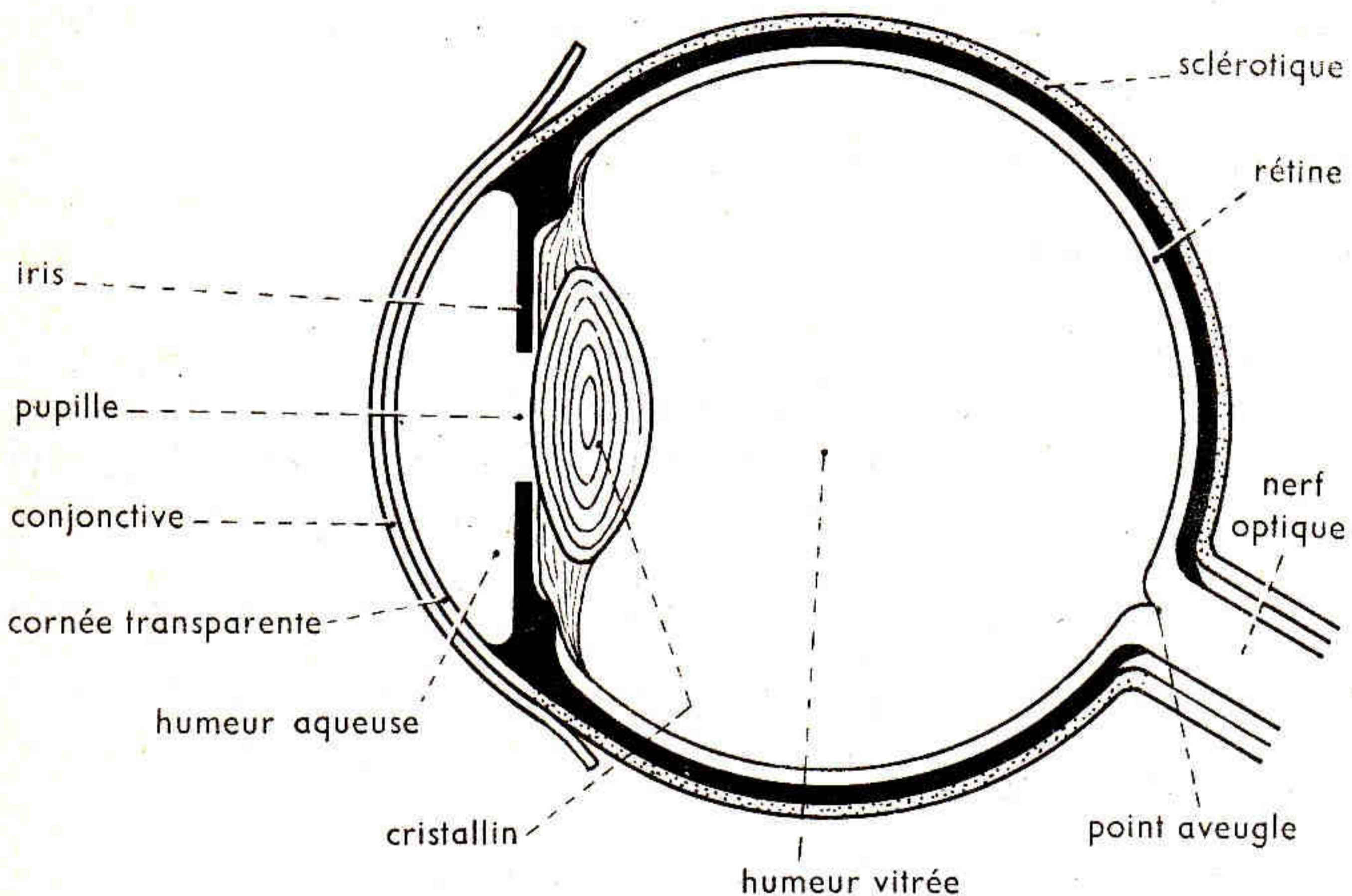


Figure 2. — Coupe du globe oculaire.

Faites un trait jaune sur le trou que forme la pupille et teintez en bleu le cristallin.

Après examen de la figure 2, précisez les différentes parties de l'œil que la lumière traverse avant d'atteindre la rétine? .....

### Expérience 3 : Examen externe de l'œil.

1<sup>re</sup> phase : Examen externe.

Examinez l'œil d'un camarade (ou le vôtre, par l'inter-

## L'ŒIL ET L'APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE

Précisez quelle partie de l'appareil photographique a la même fonction,

— que la paupière de l'œil? .....

— que l'iris? .....

— que la rétine? .....

### Expérience 5 : Résultat d'une pression sur l'œil.

En fermant les yeux, appuyez le doigt sur votre globe oculaire droit, dans l'angle externe, sous l'arcade sourcillière, soit en haut et à droite de l'œil.

Une tache lumineuse vous apparaît (2). Observez en quel point cette impression lumineuse est ressentie (en haut ou en bas, à droite ou à gauche?) puis répondez au questionnaire.

(2) Une pression ou un choc sur le globe oculaire a le même effet que la lumière : on voit "trente-six chandelles".

médiaire d'une glace) afin de répondre, après avoir consulté la figure 2, à la question suivante.

Comment s'appelle le trou noir que l'on observe au milieu de l'œil? .....

2<sup>e</sup> phase : Fonctionnement de la pupille.

Reprenez l'examen de l'œil de votre camarade (ou de votre propre œil) lorsque le regard se porte dans une direction où il y a beaucoup de lumière, puis vers un lieu bien moins éclairé : observez les variations de dimension de la pupille.

Comment le diamètre de la pupille varie-t-il lorsque le regard passe d'un lieu éclairé en un lieu sombre? .....

### Expérience 4 : Existence du point aveugle.

A l'endroit où le nerf optique (qui transmet les sensations lumineuses au cerveau) atteint le globe oculaire, il existe une zone de la rétine qui n'est pas sensible : c'est le point aveugle (voir figure 2).

Regardez la figure 3 ci-dessous au moyen de l'œil gauche (obturez l'autre de la main) en vous plaçant à 50 cm environ de la feuille; fixez votre regard sur la croix noire et rapprochez-vous lentement de la figure afin de constater que, pour une position précise, vous ne voyez plus le cercle placé à gauche de la croix : l'image de ce cercle se forme alors sur le point aveugle de votre œil et vous ne la voyez plus. Si vous continuez à vous rapprocher, le cercle noir est de nouveau visible parce que son image ne se forme plus sur le point aveugle.



Figure 3.

Si on exerce une pression sur l'œil en haut et à droite, où est située la tache lumineuse perçue? .....

Puisque nous voyons, malgré tout, un objet — une quille par exemple — la tête en haut, comment doit donc se présenter l'image de cet objet sur la rétine de notre œil? .....

De même, quelle caractéristique a l'image qui se forme sur la pellicule d'un appareil photographique? .....

● L'œil est un merveilleux moyen de reproduction des images, comparable à l'appareil photographique.





Travaux scientifiques expérimentaux

Etablissement : .....

--

Classe : .....

Nom (en capitales) et Prénom : .....

Année scolaire : .....

Date de naissance : .....

	17	18	19	19 <sub>T</sub>	20	21	21 <sub>T</sub>	22	22 <sub>T</sub>	23	24	24 <sub>T</sub>	25	26	27	27 <sub>T</sub>	28	28 <sub>T</sub>	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	39 <sub>T</sub>	40	41	42	T.S.			
1																																					
2																																					
3																																					
4																																					
5																																					
6																																					
7																																					
8																																					
9																																					
10																																					
11																																					
12																																					
13																																					
14																																					

--

--