Michel Delord - http://michel.delord.free.fr/

Albert MUHLEMANN

Professeur de dessin diplômé de l'Etat,
Licencié ès lettres.

- Le travail manuel à l'école primaire et au Certificat d'Etudes -

Bibliothèque d'éducation
15, rue de Cluny, Paris (V^{e})

Extraits

PRÉFACE

GÉNÉRALITÉS SUR L'ENSEIGNEMENT DU TRAVAIL MANUEL

OCTOBRE. –1re SEMAINE	**Positions de la ligne droite, angle, triangle, rectangle.**
OCTOBRE. – 2e SEMAINE	**Notions sur les surfaces. - Le carré.**
OCTOBRE. – 3e SEMAINE	**Mesure de la surface du carré et du rectangle.**
OCTOBRE. – 4e SEMAINE	**Surface du parallélogramme; mesure des angles.**
NOVEMBRE. – 1re SEMAINE	**Surface du triangle.**
NOVEMBRE. – 4e SEMAINE	**Surface du trapèze.**
DECEMBRE. – 1re SEMAINE	**Polygones réguliers : l'hexagone, sa surface.**
DECEMBRE .– 2e SEMAINE	**Polygone régulier : l'octogone, sa surface.**
DÉCEMBRE. – 3e SEMAINE	**Le polygone et le cercle ; surface du cercle.**
DECEMBRE. – 4e SEMAINE	**Le cercle. Tangentes au cercle et cercles tangents.**
JANVIER. – 1re SEMAINE	**Les polygones irréguliers : Révision des notions sur les surfaces.**
JANVIER. – 2e SEMAINE	**Les triangles et les polygones semblables.**
JANVIER. – 3e SEMAINE	**Figures équivalentes.**
JANVIER. – 4e SEMAINE	**Assemblage de figures simples.**
MARS. – 3e SEMAINE	**Raccord des droites et des courbes et des courbes entre elles.**
MARS. – 4e SEMAINE	**Symétrie par rapport â un ou plusieurs axes.**
AVRIL. – 1re SEMAINE	**Représentation des solides : projections, développement.**
MAI. – 2e SEMAINE	**La pyramidé triangulaire.**
JUIN. – 1re SEMAINE	**Le tronc de pyramide.**
JUIN. – 2e SEMAINE	**Les corps ronds: le cylindre.**
JUIN. – 4e SEMAINE	**Corps ronds : le tronc de cône.**

SUJETS DONNÉS AUX EXAMENS DU CERTIFICAT D'ÉTUDES

PRÉFACE[1]

C'est bien à tort que jusqu'à ces dernières années fut négligé l'enseignement manuel à l'Ecole primaire ; il est désirable que l'introduction d'une épreuve de travail manuel à l'examen du C.E. P. (arrêté du 19 juillet 1917) donne à cet enseignement toute l'importance qu'il comporte : car sa valeur éducative est incontestable et sa portée pédagogique considérable.

L'Ecole primaire ne peut être, certes, une école de préapprentissage des principaux métiers manuels : car toute spécialisation y est impossible, et la création d'ateliers scolaires, pourvus de tout le matériel et de tout l'outillage nécessaires, est chose difficilement réalisable dans la plupart des cas. D'ailleurs, ainsi qu'il ressort clairement des sujets proposés aux examens du C. E. P. en 1922, notamment, il convient d'interpréter dans leur plus large acception les programmes de mars 1882 et janvier 1887, relatifs à cet enseignement, et, laissant résolument de côté toute préoccupation d'ordre pratique et purement professionnel, de borner 1'enseignement manuel aux travaux de pliage, tissage, découpage et cartonnage qui peuvent être réalisés facilement dans n'importe quelle école et n'exigent aucun matériel coûteux ; au surplus, cette conception du travail manuel est la seule qui soit logique et aussi la seule qui soit réellement efficace.

Comme toute autre matière du programme, en effet, **le travail manuel ne peut être et ne doit être, à l'Ecole primaire, qu'un moyen d'éducation générale**. De même que l'école n'a la prétention de former ni des artistes, ni des littérateurs, de même elle ne peut prétendre à former des ouvriers ou des artisans ; l'enseignement ne peut qu'y être théorique et le rôle du maître est plus un rôle d'**initiateur** que de doctrinaire ou de praticien. Il serait aussi puéril de vouloir faire de bambins de 10 à 12 ans des ébénistes ou des ajusteurs, qu'il serait puéril de vouloir leur enseigner à cet âge l'histoire des littératures, la philosophie ou les mathématiques.

Par contre, il convient de développer de bonne heure, chez l'enfant, le goût des travaux manuels et de cultiver, parallèlement à son esprit, sa dextérité manuelle : or point n'est besoin pour cela de recourir à un outillage compliqué et dispendieux qui nécessiterait de la part du maître un sérieux apprentissage préalable et., pour l'enfant, une force physique et une adresse manuelle qu'il n'a pas encore. Ce qui importe avant tout, c'est d'habituer l'enfant à se servir avec promptitude et dextérité de ses mains et de l'initier, dans la mesure du possible, aux nécessités de l' " exécution matérielle " : il contractera ainsi, sans difficulté, des habitudes de méthode, d'observation, de précision et d'ordre, sans lesquelles il n'est pas de bons ouvriers. Pour arriver à ce but, il n'est pas nécessaire de lui mettre entre les mains le rabot de l'ébéniste ou la lime de l'ajusteur : les difficultés techniques et matérielles qu'il rencontrerait auraient tôt fait de le décourager, tandis que les exercices les plus simples, judicieusement choisis, le conduiront sans effort apparent, souvent même en l'amusant, à un résultat identique.

A ce point de vue, l'exécution de figures et de solides géométriques, construits selon des données précises, est le meilleur apprentissage que l'on puisse imaginer parce qu'il apprend à l'enfant qu'il n'est pas de travail manuel qui ne soit précédé d'un travail intellectuel de conception et de mise au point, pas de réalisation matérielle qui n'exige l'attention, la précision et l'adresse de la part de l'exécutant. Lorsque l'heure de la spécialisation aura sonné, lorsqu'il aura choisi sa profession, l'enfant, devenu jeune homme, sera mieux armé pour affronter les difficultés du premier apprentissage parce qu'il possédera déjà des notions générales qui sont communes à tous les métiers manuels - tracés, mesures, nécessité de la précision, coordination entre la conception et l'exécution d'un objet à réaliser, etc. - et parce qu'il aura été habitué, dès le jeune âge, à observer, à analyser, à travailler avec goût et avec soin.

[1] Pages 1 à 4

Le rôle du travail manuel n'est pas moins important à un autre point de vue purement pédagogique. Le travail manuel, en effet. est un auxiliaire quasi indispensable pour l'enseignement de la géométrie élémentaire et des mathématiques usuelles à l'Ecole primaire : il est incontestable que les notions de mathématiques et de géométrie ne peuvent être inculquées à l'enfant qu'en faisant appel à l'intuition et à la perception par les sens, de préférence aux raisonnements abstraits. Or en réalisant des forme géométriques, en les mesurant et en les analysant, on concrétise ces notions abstraites qui rebutent habituellement l'écolier; et ces exercices sont d'autant plus profitables que l'attention des élève est, pour ainsi dire, forcée puisqu'ils sont contraints de s'appliquer à réaliser eux-mêmes, chacun pour son propre compte, l'exercice proposé. L'enfant acquiert ainsi spontanément des notions que du longs raisonnements ne pourraient, à ce moment, que brouiller.

Ainsi compris, le travail manuel a évidemment pour complément indispensable l'étude du dessin, puisqu'il est la réalisation concrète d'idées qu'il importe de traduire au préalable par un dessin, par une image précise. Les exercices manuels accoutument ainsi l'enfant, d'une part à traduire par le dessin ce qu'il conçoit et d'autre part à savoir lire un dessin, c'est-à-dire à voir d'emblée dans un croquis la forme et les dimensions de l'objet qu'il représente. Aussi convient-il de mener de front l'étude du dessin géométrique et du travail manuel qui sont intimement liés. D'ailleurs, par le travail manuel, l'enfant, contraint, pour passer à l'exécution matérielle, d'analyser la forme qu'il doit réaliser, s'habituera de bonne heure à observer avec soin ce qu'il voit, à comparer entre elles les dimensions de l'objet qu'il doit exécuter, à contrôler avec des instruments de mesure les données immédiates de la vue ; ainsi « son œil se formera» - pour employer l'expression chère aux artistes, - et ses progrès en dessin seront d'autant plus rapides qu'il aura mieux appris à voir et à observer.

En résumé, l'enseignement manuel, on le voit, n'est pas, comme d'aucuns l'ont prétendu, un enseignement stérile et superflu, bon tout au plus à surcharger des programmes qui ne sont que trop encombrés déjà. Bien au contraire, il est un auxiliaire précieux, pour ne pas dire indispensable, pour deux des branches les plus délicates de ces programmes : les mathématiques élémentaires et la géométrie usuelle d'une part, le dessin géométrique et par extension le dessin à vue ou dessin perspectif d'autre part.

S'il n'est pas à proprement parler un apprentissage, le Travail manuel, tel qu'on l'enseigne à l'Ecole primaire, a du moins une influence heureuse sur l'éducation professionnelle de l'enfant en développant d'une part son esprit d'observation, son initiative, son ingéniosité même, d'autre part son adresse et son habileté manuelle, en lui apprenant les rudiments indispensables à toute profession manuelle : représentation graphique des objets par le dessin ou le croquis coté, méthodes de mesure et d'exécution matérielle, coordination nécessaire entre la conception et la réalisation, etc. Mais son influence sur l'éducation générale n'est pas moins heureuse : en exerçant l'élève à se servir de ses sens, en vue d'un objet précis et pratique, on éveille, chez lui, ce que les Américains appellent « le sens exécutif » et on l'habitue à voir le côté pratique et utilitaire des choses ; en s'efforçant de donner aux exercices un cachet artistique par un choix judicieux des éléments colorés ou des dessins d'application, on lui apprend à disposer les choses avec soin et avec goût ; en l'habituant à prendre des mesures rigoureusement exactes, on développe, chez lui la .patience, le sentiment de l'ordre et de la précision ; enfin et surtout, en lui apprenant à se servir avec adresse de ses doigts, on lui inculque, à son insu pour ainsi dire, l'amour et le sentiment de la noblesse du travail, - quel qu'il soit.

Albert Muhlemann

GÉNÉRALITÉS SUR L'ENSEIGNEMENT DU TRAVAIL MANUEL[2]

LE TRAVAIL MANUEL A L'ÉCOLE PRIMAIRE; SON BUT ET SON UTILITÉ

D'après ce que nous venons de dire (Préface), on peut donner du travail manuel à l'Ecole primaire cette définition générale: " *Ensemble d'études appropriées, destinées à développer l'adresse manuelle de l'enfant et à éduquer son œil, sous la conduite du cerveau.* "

D'où la valeur éducative de l'enseignement du Travail manuel, qui, bien compris, est susceptible, nous l'avons vu, de développer à la fois l'esprit d'observation, l'attention, l'ordre, l'initiative, la précision, voire même le goût esthétique et de préparer la valeur professionnelle future de l'artisan et de l'ouvrier en apprenant à l'écolier les notions générales communes à toutes les professions manuelles. Le Travail manuel est en outre, nous l'avons vu également, un précieux auxiliaire pour l'enseignement du Dessin, de la Géométrie et des Mathématiques usuelles ; il convient, en conséquence, de mener de front ces divers enseignements : c'est ce que nous avons essayé de réaliser dans le présent manuel.

OBJET DE CE MANUEL: LE TRAVAIL WANUEL AU C. E. P.

L'enseignement manuel est obligatoire, on le sait, dans les Ecoles primaires en vertu de la loi du 28 mars 1882 à laquelle sont venus s'ajouter les décrets du 18 janvier 1887 et l'arrêté du 19 juillet 1917 qui introduit à l'examen de Certificat d'Etudes Primaires des garçons une épreuve de travail manuel (art. 256). -... Les épreuves de la ire série comprennent...: 50 Pour les garçons, un exercice très simple de dessin linéaire ou d'ornement - ou un exercice de **Travail manuel.** - Les programmes officiels comportent, pour la classe préparatoire au Certificat d'Etudes Primaires :

- **Construction d'objets de cartonnage revêtus de dessins coloriés et de papier de couleur.**
- **Petits travaux en fil de fer** : **treillage.**
- **Combinaisons de fil de fer et de bois** : **cages.**
- **Modelage** : **ornements simples d'architecture.**
- **Notions sur les outils les plus usuels.**

[2] Pages 5 à 13

Beaucoup de maîtres ont été déroutés par cette dernière phrase du programme et ont cru, à tort, qu'il fallait procéder à un véritable apprentissage manuel. En réalité, les programmes laissent une grande latitude au maître pour son enseignement et, s'il convient de donner des notions aux enfants, sur les outils usuels, ces notions sont purement théoriques ; d'ailleurs dans la plupart des écoles l'atelier scolaire est inexistant ou difficile, sinon impossible à réaliser. Au surplus, une note publiée par la Revue pédagogique d'Avril 1918 et les différents sujets proposés en (1922) au C. E. P. sont catégoriques et ne laissent aucun doute à ce sujet ; dans l'état actuel des choses, il n'y a lieu de réaliser que le **travail manuel sans atelier,** c'est-à-dire réduit aux exercices de pliage, découpage ou cartonnage, et basé sur l'étude des figures géométriques usuelles.

Nous avons dans le présent manuel essayé de réaliser ce but en répartissant sur une année le programme des notions de travail manuel, géométrie usuelle, calcul et dessin géométrique, indispensables aux candidats au C. E. P. Ce petit livre, hâtons-nous de le dire, est plus un guide qu'une méthode au sens propre du mot : les nécessités de l'édition et de la mise en page nous ont contraint d'abréger le plus possible et de réduire textes et figures, afin de conserver à l'ouvrage un format pratique. Cependant nous espérons que, tel qu'il est présenté, il rendra quelques services en fournissant aux maîtres le matériel et les éléments de leçons qu'ils pourront, à leur gré, modifier ou développer.

CHOIX DES EXERCICES ET MÉTHODE DE TRAVAIL

Afin de pouvoir d'une part réviser les notions précédemment acquises au cours élémentaire et d'autre part exposer le programme du cours moyen, nous avons condensé autour d'un même centre d'intérêt toutes les notions qui s'y rapportent et groupé, en une même leçon, l'exercice de travail manuel, l'étude des éléments géométriques ou des notions d'arithmétique rencontrées au cours de l'exercice, le dessin géométrique consistant à représenter le travail manuel exécuté, et un dessin d'application sur le même sujet ou un sujet analogue.

Il va sans dire que la leçon, ainsi comprise, risquerait de lasser l'attention des élèves : aussi convient-il de la répartir sur plusieurs séances, - dans la même semaine, autant que possible.

Comment doit-on comprendre une leçon de Travail manuel ?

La méthode la plus rationnelle nous paraît être la suivante :

1° **Représenter par un croquis à main levée (sauf pour les exercices de pliage, sans découpage) le travail à exécuter,** de façon à apprendre à l'enfant d'abord à "lire un dessin", ensuite à exprimer à son tour, graphiquement, ce qu'il conçoit. Au cours de ce travail préalable, il est bon de donner des explications succinctes sur la construction géométrique à réaliser (principaux éléments de la figure, etc.) s'il s'agit d'un travail de pliage ou de découpage, ou s'il s'agit d'un solide, sur la faon de le représenter parle dessin géométrique (méthode des projections et perspective cavalière). L'élève reproduira sur son cahier de travail manuel, **-à main levée,** -le croquis dessiné au tableau par le maître.

2° **Exécuter le travail manuel d'après les données du croquis coté.** - Selon qu'il le juge à propos, le maître peut exécuter lui-même le travail sous les yeux des élèves, **soit entièrement, soit par étapes successives** (dans ce cas, exécution parallèle du travail par les élèves). II est excellent, aussi, dans certains cas, de faire chercher la marche à suivre par les élèves eux-mêmes, de faon à les accoutumer à raisonner et à cultiver leur esprit d'initiative.

3° **Noter, au cours du travail, les observations intéressantes auxquelles il donne lieu (éléments géométriques, tracés, constructions ou calculs effectués ou possibles, démonstrations tachymétriques, etc.).** Ces observations seront succinctement relatées, pour mémoire, sur le cahier de travail manuel, dans un espace réservé à cet effet, soit à l'aide de formules ou de phrases très claires, soit au moyen de croquis appropriés.

4° **Représenter au net, et à l'aide des instruments de dessin géométrique, l'exercice de travail manuel.** (Voir plus bas : Dessin géométrique).

5° **Dessin d'application : exercice de dessin géométrique sur un sujet se rapportant à l'exercice de travail manuel.** (Exemple : motif de dallage octogonal, pour la leçon sur l'octogone, - arpentage d'un champ, pour la leçon sur les polygones irréguliers, etc.). On pourra également profiter de cet exercice pour donner des notions succinctes, s'il y a lieu, sur les détails techniques d'exécution du motif ou de l'objet dessiné (par exemple : comment on façonne et décore un carreau de dallage, comment on assemble les planchettes d'une boîte à craie, outils employés, etc.). Le manque de place nous a contraint de passer sous silence les notions sur la technique et l'outillage des métiers ; mais ces notions, qui doivent rester essentiellement générales et élémentaires, sont connues de tous.

A part cette lacune volontaire, nous avons suivi, pour l'exposé de nos leçons, le plan que nous venons d'indiquer, en groupant toutefois le plus souvent, dans un alinéa spécial, les observations qui seraient faites en réalité au cours du travail manuel, ceci afin de les détacher plus nettement et de permettre plus aisément les recherches.

QUELQUES INDICATIONS PRATIQUES

Avant de commencer l'exposé des leçons, nous croyons utile de rappeler brièvement quelques notions fondamentales sur les différents exercices auxquels donne lieu la leçon de travail manuel.

I.-CROQUIS COTÉ

Le croquis coté a pour objet l'établissement d'un document clair, précis et complet, destiné à servir de base soit à l'exécution du dessin au net, soit à la réalisation matérielle de l'objet dessiné.

Les croquis seront exécutés toujours à main levée par les élèves, sur leur cahier spécial de travail manuel. Pour les exercices de découpage de figures géométriques, le maître dessinera au tableau le croquis de la figure à réaliser, avec l'indication des cotes indispensables. On pourra, lorsqu'on étudiera des solides et la méthode des projections, demander aux élèves de construire eux-mêmes le croquis coté du solide à réaliser ; de même, au cour des séances spécialement consacrées au dessin, il sera bon de les exercer à faire, d'après l'objet proposé comme modèle, un croquis dont ils mesureront eux-mêmes les cotes.

Exécution du croquis. –

1° Rappeler aux élèves qu'avant de commencer le croquis coté d'un objet il importe de se faire; une idée très exacte de cet objet. Pour cela, il faut l'examiner avec soin et déterminer à vue d'oeil ses grandes dimensions et les différentes faces sous lesquelles il doit être reproduit (plan, élévation, profil et coupes), afin de pouvoir mettre convenablement le dessin en page.

2° Si l'objet présente des parties symétriques par rapport à différents axes, déterminer d'abord et tracer ces axes, ainsi que l'axe vertical et l'axe horizontal qui serviront de lignes directrices pour l'établissement du croquis.

Esquisser sommairement la silhouette d'ensemble du croquis, en évaluant à vue ses grandes dimensions et en déterminant; quelques points de repère caractéristiques. Achever le croquis au crayon en épurant les contours : lorsque ceux-ci comportent des droites et des courbes, il est préférable de commencer le dessin par le tracé des droites dont on évaluera, s'il y a lieu, la pente et dont on déterminera, au jugé, les dimensions, comme on procède dans le dessin à vue. Pour le tracé, plus délicat, des courbes, il est bon de déterminer leur point de rencontre avec les axes ou les droites déjà tracées, et au besoin un certain nombre de points de

leurs parcours si ces courbes ne sont pas continues (moulures par exemple). Les profils moulurés se tracent à main levée après qu'on a déterminé au moyen de leurs abscisses et de leurs ordonnées (horizontales et verticales) les points qui déterminent le profil. Pour déterminer l'inclinaison d'une droite, on mesure les côtés glu triangle rectangle formé par l'horizontale, la verticale et la ligne inclinée.

3° Lorsque le tracé au crayon est achevé, on passe généralement le croquis à l'encre : ce tracé doit être, comme le tracé préalable, entièrement exécuté à main levée. Les parties coupées sont indiquées en hachures et les parties cachées des solides en pointillé rond.

4° La partie délicate du travail est l'inscription des cotes : il faut en effet éviter les cotes inutiles qui surchargent le croquis, niais il ne faut oublier par contre aucune des cotes indispensables. Indiquer soigneusement les traits d'attache des cotes (< . . . . .>). Pour faciliter la lecture du croquis il convient d'écrire toujours les cotes verticales de bas en haut.

Pour mesurer les coordonnées des points de ressaut d'un profil mouluré, faire glisser une équerre le long d'une ligne graduée tenue verticalement ou horizontalement et lire les cotes correspondant aux points intéressants du profil.

Pour mesurer le diamètre des corps ronds on se sert du pied à coulisse et du compas d'épaisseur ; on peut aussi pour les diamètres de grande dimension mesurer le tour de la circonférence avec un fil et en déduire la mesure du diamètre, soit $D = \frac{C}{\pi}$; $\pi = 3.1416$).

II. - TRAVAIL MANUEL

1° **Matériel.** - Le matériel nécessaire à l'exécution des travaux manuels à l'Ecole primaire n'est ni encombrant, ni dispendieux. Il comporte un cahier spécialement réservé au collage des exercices et au tracé des exercices annexes, un crayon, un porte-plume, une gomme, une règle graduée ou un décimètre, une équerre (celle-ci n'est d'ailleurs pas indispensable ou peut être construite en carton par l'élève lui-même), un compas, un rapporteur (dont l'élève peut à la rigueur se passer), des feuilles de papier de couleur et de carton et un canif ou des ciseaux.

2° **Cahier de travail manuel.** - Il importe d'exiger de la part des élèves le plus grand soin dans la tenue de leur cahier de travail manuel afin de les accoutumer à travailler toujours avec goût.

Le format du cahier est indifférent : cependant la forme oblongue usitée pour les cahiers de croquis, nous paraît être la plus pratique et la plus adéquate. En principe, chaque exercice

de travail manuel et ses annexes seront répartis sur deux feuilles consécutives, le cahier étant ouvert. La feuille de gauche pourra être réservée à l'exécution du croquis coté, au collage du travail réalisé et à l'inscription des observations que le maître jugera utile de faire consigner sur le cahier ; la page de droite sera consacrée aux différentes applications graphiques (représentation au net de l'exercice, dessin d'application, croquis des éléments étudiés).

On peut faire coller les exercices sur des feuilles volantes ; mais il est, de beaucoup, préférable de les coller sur le cahier même : le souvenir de la leçon reste ainsi bien plus net dans l'esprit de l'écolier.

Pour les exercices de cartonnage (construction de solides géométriques) il y a intérêt à faire découper, en même temps que le solide en carton qui est destiné à être assemblé et collé, un développement, sur papier, du même solide que les élèves colleront sur le cahier par une de ses faces, en pliant les autres faces suivant les arêtes du solide, pour ne pas gêner la fermeture du cahier : ils pourront ainsi, quand ils le voudront, reconstituer la forme du solide.

Il est assez difficile d'adopter une disposition d'ensemble uniforme pour la mise en page des exercices ; mais il faut habituer les élèves à disposer leurs figures et leurs travaux avec goût dans la page qu'ils encadreront d'un trait à l'encre, les traits de démarcation des principaux exercices étant tracés en pointillé mixte (-.-.-. ; voir les planches relatives à chaque leçon), et les lignes de construction en pointillé ordinaire (- - -).

3° **Principaux genres d'exercices.** –

a) Pliage.- Les exercices de pliage, fréquents dans les cours élémentaires, seront de préférence réservés aux leçons d'initiation, de transition ou de révision. Ils consistent à réaliser par pliage de feuilles rectangulaires des figures ou des combinaisons de figures géométriques (moulin, bateau, bonnet carré, chapeau de gendarme, cocotte, mitre, etc.).

b) Tissage. - On pourra à l'occasion des leçons sur la surface du carré et du rectangle faire exécuter quelques exercices de tissage dont on laissera aux élèves le soin de chercher les combinaisons : ce genre d'exercice, du reste, comme le précédent est réservé de préférence aux classes enfantines.

c) Découpage. **-** Les exercices de découpage des surfaces, indépendamment des leçons de géométrie usuelle et des démonstrations tachymétriques auxquelles ils donnent lieu, ont pour objet de délier les doigts des élèves et de familiariser l'enfant avec l'usage des premiers outils. Ils consistent en découpage de formes géométriques **conformément à des dimensions données par un croquis coté.** - On les exécutera de préférence en papiers de couleur,

judicieusement choisis et de tons harmonieux : les démonstrations y gagneront en netteté et les élèves apprendront ainsi à harmoniser les tons.

d) Cartonnage et construction de solides. **-** Pour l'étude des solides géométriques on pourra utiliser des feuilles de carton (vieilles boîtes, couvertures de cahiers, etc.) ou de préférence, des feuilles de carte pas trop épaisse, sur lesquelles les élèves traceront le développement des solides. Pour l'assemblage, ne pas oublier, si le carton est épais, de faire entailler extérieurement les arêtes pour obtenir une cassure nette. On pourra, si l'emploi du temps le permet, faire recouvrir les solides construits de papier de couleur ou mieux les faire décorer d'une ornementation très simple, laissée au goût des élèves.. .

e) Modelage. **-** Les programmes prévoient dans les exercices de travail manuel l'exécution de travaux simples de modelage Lorsqu'on pourra se procurer de l'argile, il sera bon de faire exécuter de temps à autre soit quelques-uns des dessins d'application les plus simples, traités en " méplat ", soit des solides géométriques ou bien encore de petits bibelots (vases, bonbonnières, outils en miniature) laissés à la fantaisie de l'écolier. Une simple planchette pourra faire office de fond pour l'exécution du modelage, et les élèves pourront au besoin fabriquer eux-mêmes leurs ébauchoirs en taillant en forme de spatule, des branchettes de bois dur (le buis de préférence). La matière la plus pratique, parce que la plus propre, serait évidemment la plastiline ; mais elle a l'inconvénient de coûter assez cher ; aussi doit-on le plus souvent recourir à la glaise qu'on trouve assez communément et qu'on peut conserver indéfiniment malléable en ayant soin de la pétrir dans un récipient étanche et de la couvrir de chiffons humides.

f) Exercices spéciaux. **-** On pourra, en fin d'année ou de temps *à* autre, pour cultiver l'esprit d'initiative des élèves et développer leur ingéniosité, tout en les amusant, leur faire exécuter quelques travaux spéciaux prévus au programme, tels par exemple des exercices de vannerie et des ustensiles en miniature, taillés dans le bois.

III.-DESSIN GÉOMÉTRIQUE

Les instruments dont dispose en général l'écolier pour le dessin géométrique sont le plus souvent fort rudimentaires. Mais ce n'est pas toujours avec les outils les plus perfectionnés qu'on fait le meilleur travail : il nous souvient, en particulier, d'avoir exécuté pendant la guerre, avec l'aide d'instruments de fortune plus que rudimentaires, des levés topographiques qui n'avaient certes pas la prétention de rivaliser avec ceux du service géographique de

l'Armée, mais qui, exécutés du moins avec un soin méticuleux, n'en ont pas moins rendu souvent d'appréciables services.

Quoi qu'il en soit, il importe d'accoutumer les élèves, si rudimentaires que soient leurs instruments de travail, à exécuter leurs dessins géométriques avec une précision aussi rigoureuse que possible et avec tout le soin matériel désirable.

Afin de gagner du temps, des dessins pourront être, à la rigueur, tracés proprement au crayon pendant la classe. Le tracé à l'encre, exécuté comme devoir hors la classe, pourra être effectué soit à la plume, soit de préférence, si les élèves en sont pourvus, au tire-ligne. Pour le tracé des cercles, il est évidemment préférable de se servir de compas à tire-ligne : mais on trouve dans le commerce des compas économiques sur lesquels peut s'adapter indifféremment un crayon ou un porte-plume. L'équerre et la règle plate sont également d'un prix modique ; à défaut d'équerre l'élève pourra s'en construire une lui-même –plus exacte souvent que celles qu'on trouve dans le commerce. Pour ce qui est du rapporteur, son usage est restreint : aussi suffira-t-il que le maître et quelques élèves en soient pourvus.

Afin d'habituer les élèves à travailler avec méthode, il est bon de leur faire toujours commencer l'exercice de dessin par le tracé des directrices - axe vertical et axe horizontal - puis du cadre. Le dessin est ensuite entièrement tracé au crayon (de préférence au crayon dur) et en traits fins.

Pour le tracé des cercles à l'encre, rappeler qu'il faut toujours tenir le compas par la tête en l'inclinant très légèrement du côté où le trait doit se diriger (même observation pour le tire-ligne, qu'il faut tenir aussi verticalement que possible, les deux becs portant sur le papier). Lorsqu'on a plusieurs cercles concentriques à tracer, il est bon de n'indiquer au crayon que ceux qui sont indispensables aux constructions, afin d'éviter de trouer le papier au centre commun des cercles. Quand on trace des raccords de courbes et de droites il est préférable de tracer d'abord les cercles qu'on arrête juste au point voulu : le raccord se fait plus aisément qu'en suivant la marche inverse. Lorsqu'on mène une tangente à un cercle ou qu'on trace deux cercles tangents, il faut avoir soin de superposer les deux traits qui doivent se confondre au point de tangence: avoir soin en conséquence, quand on travaille au tire-ligne, d'essayer, au préalable, la grosseur des traits (droites et courbes).

IV. - DESSIN D'APPLICATION

Les dessins d'application sont, comme leur nom l'indique, des exercices d'application pratique des notions acquises au cours de la leçon de travail manuel. Pour en augmenter

l'attrait et pour cultiver chez l'enfant le sentiment de la couleur, on pourra laisser aux élèves-le soin de chercher eux-mêmes des tons harmonieux, appropriés au dessin exécuté : ces colorations seront faites soit à l'aquarelle, si le papier du cahier le permet (papier Ingres ou Canson), soit simplement aux crayons de couleur.

A titre d'indication, rappelons à ce propos quelques-uns des grands principes qui régissent l'harmonie des couleurs, tels que les a formulés le grand chimiste Chevreul :

1° Il y a deux genres d'harmonies : l'harmonie d'analogues et l'harmonie des contrastes. La 1ere est produite par la vue simultanée de gammes de tons et nuances plus ou moins rapprochés, la 2eme par la vue simultanée de couleurs les plus diverses possibles, mais assorties suivant la loi des contrastes.

2° Lorsqu'on rapproche deux couleurs quelconques, elles tendent à s influencer mutuellement en produisant tantôt une heureuse harmonie, tantôt un ensemble désagréable à 1 oeil : dans ce dernier cas, il y a intérêt à séparer les deux tons par un détail blanc.

3° L'arrangement de couleurs complémentaires (rouge et vert, orangé et bleu, etc.) est supérieur à tout autre dans l'harmonie de contrastes.

4° Toutes les couleurs primitives gagnent par leur juxtaposition avec le blanc, mais l'assortiment de certaines nuances claires est meilleur (ainsi rose et blanc, bleu clair et blanc, etc.).

5° L'emploi du noir est très avantageux pour obtenir des effets d'analogues avec les tons foncés et de contrastes avec les tons clairs.

Citons, pour terminer, quelques exemples

1° *Harmonies de contraste.* - Complémentaires : Rouge et vert. -orangé et bleu. -- Jaune et violet.

Autres exemples, - Jaune verdâtre foncé et violet clair, vert et violet clairs, - rose et noir. - Rouge brun, vert clair et ocre jaune. -Vert véronaise, orangé, blanc, sur fond noir. Grenat foncé, jaune Indien, vert émeraude sur fond noir, - etc.

2° *Harmonies d'analogues.* - Orangé et jaune.- Vert et violet. - Rouge et gris. - Violet et gris. - Rouge pourpre et jaune verdâtre. - Carmin mat et grenat, sur fond noir. - Vert émeraude et noir. - Vert olive, ocre verdâtre et brun. - Vert olive et ocre sur fond noir, - etc.

3° Eviter par contre les assortiments de : rouge et orangé, rouge et violet, - orangé et violet, - bleu et violet, --vert et bleu foncé, qui vont très mal ensemble.

OCTOBRE. - RÉVISION DES NOTIONS PRÉCÉDEMMENT ACQUISES[3]

Positions de la ligne droite, angle, triangle, rectangle.

I. Travail manuel. -*Exercices de pliage:* Le chapeau de gendarme -

1° *Chaque élève étant muni d'une feuille rectangulaire de 15 cm.* X *11 cm ;rappeler tout d'abord les différentes positions de la droite.* A cet effet les élèves tiendront leur rectangle debout, en face d'eux, l'un des côtés du rectangle coïncidant avec le bord horizontal de la table. Faire désigner les bords horizontaux du rectangle et trouver dans la classe des directions horizontales ; même exercice pour les directions verticales. Le rectangle étant incliné, les lignes deviennent *obliques* : même exercice.

Avec quel instrument reconnaît-on qu'une ligne est *horizontale ?* Le niveau d'eau. - Pourquoi ? - Description du niveau d'eau.

Verticale. - Le fil à plomb. - Pourquoi ?

Deux lignes qui se rencontrent forment un *angle.* (Un rectangle a 4 angles ; la feuille de papier est un rectangle.).

2° *Plier le papier de façon que BD coïncide avec AC.*

Constatations. - Les points E et F sont respectivement les milieux de AB et CD puisque CF = FD et AE = EB (ces segments se recouvrent exactement). En outre les deux côtés AC et BD sont *parallèles* à EF (puisqu'à égale distance l'un et l'autre de EF par construction) et par suite parallèles entre eux; d'où définition des parallèles. Une expérience analogue montre que la droite AB est égale et parallèle à la droite CD. Enfin les angles AEF et FEB formés par deux droites qui se coupent sont égaux entre eux puisqu'ils se superposent exactement. On dit qu'ils sont des *angles droits* et que la droite EF est *perpendiculaire* à AB. (Définition de l'angle droit et de la perpendiculaire à une droite, qu'il ne faut pas confondre avec la verticale.) Que résulte-t-il de la dernière constatation pour les côtés AC et DB ? C'est qu'étant parallèles à EF ils sont par suite eux-mêmes perpendiculaires à AB et CD.

La feuille de papier est donc bien un *rectangle,* puisqu'elle a 4 angles droits égaux et 4 côtés respectivement égaux deux à deux et parallèles (construction du rectangle).

3° *En rabattant FD sur EB, déterminer par un pli l'axe médian GH* .

[3] Page 14.

Rabattre GF et GE sur GH ; plier suivant D'B' et rabattre les deux bandes en sens opposé ; rabattre, pour terminer, les coins D et B.

La figure obtenue est un *triangle (3* angles; tri = trois). Dans le cas présent le triangle ainsi obtenu est un *triangle isocèle* parce qu'il a *2* côtés égaux (GD' = GB'). En pliant suivant GH, on obtient un *triangle rectangle* (un de ses angles est droit.)

II. Dessin. – 1° Représenter sommairement à main levée le chapeau de gendarme achevé.

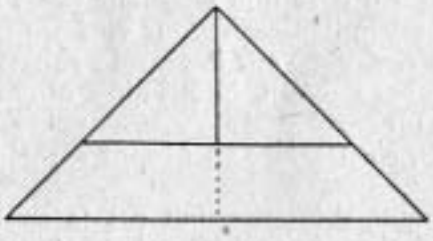
2° Dessiner les éléments géométriques étudiés au cours de l'exercice (en notant, s'il y a lieu, des observations au bas du dessin).

III. Dessin d'application. - Décor géométrique pour une bordure.

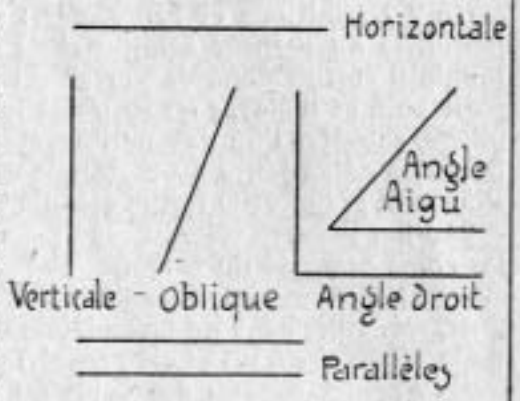
Elément : - Le triangle. - Colorer les fonds en tons différents.

CROQUIS DE L'EXERCICE

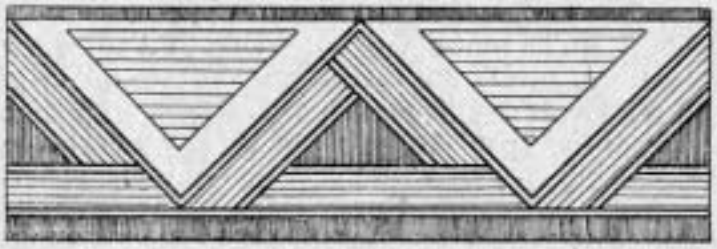
Chapeau de Gendarme



ÉLÉMENTS ÉTUDIÉS



DESSIN D'APPLICATION



EXÉCUTION

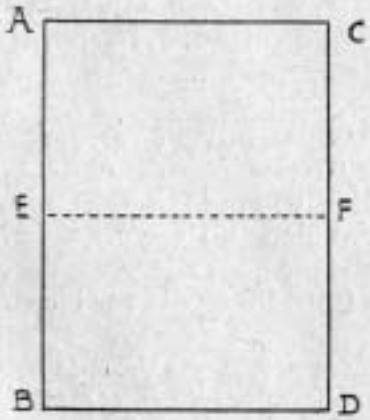


Figure 1

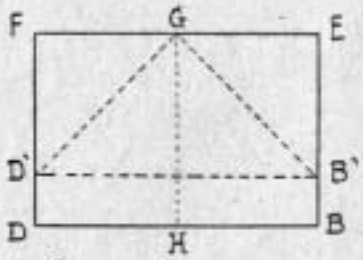
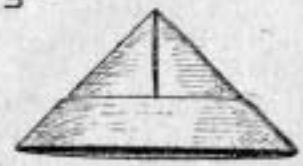


Fig. 2



Chapeau de gendarme

OCTOBRE. – 2e SEMAINE[4]

Notions sur les surfaces. - Le carré.

I. Travail manuel. - *Exercice de pliage : le* moulin à vent.

1° Distribuer à chaque élève une feuille de 0 m. 10 = 0 m. 12 dont il devra au préalable tirer un carré de 10 cm. de côté. - Qu'est-ce que le carré ? Définitions et propriétés : 4 *angles droits et* 4 *côtés égaux, côtés parallèles ou perpendiculaires deux à deux.* Pour tirer un carré du rectangle il suffira donc de porter sur le grand côté une longueur égale au petit côté et d'élever en ce point une perpendiculaire. Pour ce faire par pliage rabattre l'un des petits côtés du rectangle sur le grand ; rabattre la partie débordante du rectangle et couper suivant le pli ainsi obtenu.

Pourquoi la nouvelle figure est-elle bien un carré ?

2° Plier le carré suivant ses diagonales, c'est-à-dire en faisant coïncider les coins opposée du carré.

- Définition des *diagonales ; leur* point d'intersection est le centre du carré. Elles sont les bissectrices des angles droits du carré. (Définition de la *bissectrice* d'un angle ; tracé.)

- Amener chacun des coins au centre. Quelle est la nouvelle figure obtenue ? - Un carré dont la surface est équivalente à 1a moitié de la surface du premier carré. Pourquoi ? - Dans le rabattement au centre, chacune des diagonales est partagée en deux segments égaux (ils coïncident) et les 4 côtés *A'B',B'C',* etc., sont respectivement perpendiculaire aux diagonales, donc perpendiculaires entre eux; on constatera, on outre, en les superposant, qu'ils sont égaux entre eux. Si d'autre part on considère les surfaces respectives des carrés, on constate qu'on peut décomposer le grand carré, par ses diagonales et ses axes, en 8 triangles égaux (D'DC', D'C'O, etc.) ; or la surface du petit carré est égale comme on le voit, à 4 de ces triangles, c'est-à-dire à la moitié de la surface du grand carré.

3° Retourner la feuille et rabattre les coins du petit carré au centre O nouveau carré, moitié du précédent.

4° Déplier complètement la feuille. Avant de continuer l'exercice, faire quelques remarques sur les lignes formées par les plis : obliques. perpendiculaires, diagonales du carré, parallèles aux côtés du carré, axes, angles, etc.

[4] Page16

5° Pincer les plis *Aa, Bb, Cc, Dd,* diagonales des petits carrés de coin : on obtient ainsi une sorte de cuvette quadrangulaire. La retourner de telle sorte que son fond repose sur la table et ramener au centre les sommet *A'B C'D' : on* obtient ainsi 4 triangles.

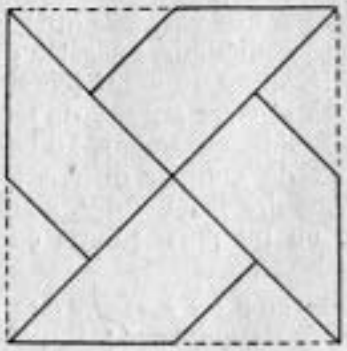
6° Rabattre dans le même sens ces triangles suivant les diagonale du petit carré pour obtenir un moulin à vent.

II. Dessin. - Représentation graphique du moulin à vent terminé. Remarquer que celui-ci s'inscrit exactement dans un carré.

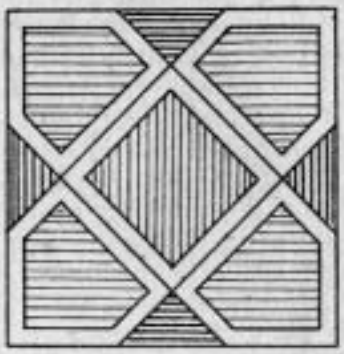
III. Dessin d'application. - Motif géométrique pour décorer un carreau de céramique. Teinter sobrement les détails (quelques mots sur l'harmonie des couleurs).

IV. Observations. - Dessiner, pour mémoire les éléments géométriques étudiés au cours de l'exercice : carré (son tracé), axes et diagonales du carré, perpendiculaire élevée à l'extrémité d'une droite (avec la règle et le compas), tracé de la bissectrice d'un angle.

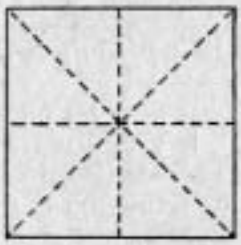
CROQUIS DE L'EXERCICE



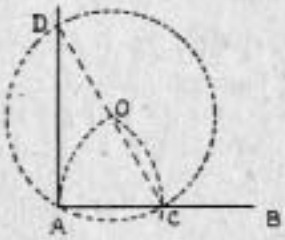
APPLICATION



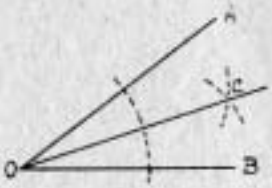
ÉLÉMENTS ÉTUDIÉS



Le Carré
(Axes & Diagonales)

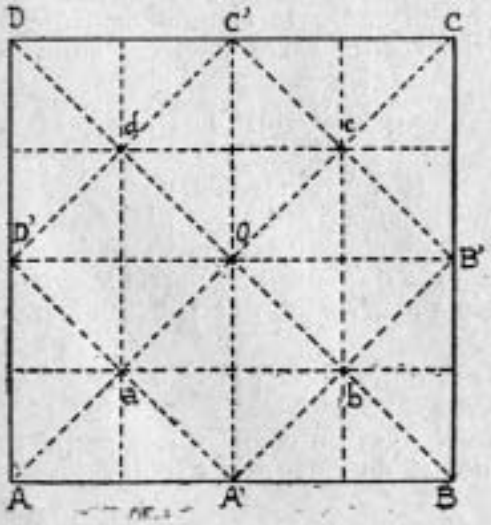


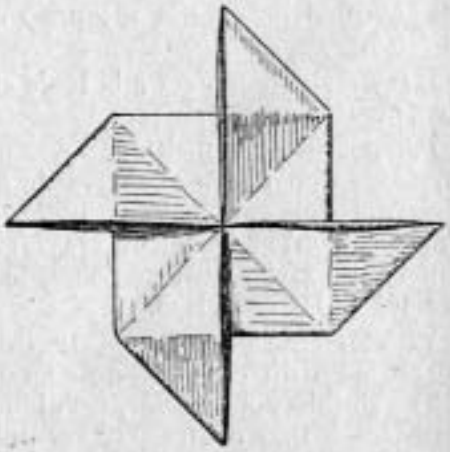
Perpendiculre élevée
à l'extrémité d'une droite



Bissectrice
d'un angle

EXÉCUTION





OCTOBRE. – 3e SEMAINE[5]

Mesure de la surface du carré et du rectangle.

I. **Travail manuel.** - *Exercice de tissage.*

- Préparer pour chaque élève une feuille carrée de 12 cm. × 12 qui lui servira de trame : à cet effet, à 1 cm. de l'un des bords de la feuille, mener une parallèle qui s'arrêtera de part et d'autre à 1 cm. des 2 bords perpendiculaires à cette direction ; tracer 10 parallèles semblables et les découper au canif (en superposant un certain nombre de feuilles on peut préparer autant de trames à la fois). Les élèves découperont eux-mêmes, soigneusement, 10 bandes de 1 cm. de largeur sur 12 dans une feuille de couleur différente. - Exécution d'un damier en tissage. Pour introduire les bandes, soulever les bandes de la trame avec une baguette ou un porte-plume comme l'indique la figure ci-contre.

II. **Observations.** - Rappeler que *pour mesurer les surfaces on prend comme unités les carrés construits sur les unités de longueur* ; il n'existe pas de mesures effectives pour les surfaces ; comment, dans ces conditions, évaluer la mesure d'une surface, le carré qui vient d'être tissé, par exemple ? - Remarquer que chaque bande horizontale contient 10 carrés de 1 cm. de côté (ou 10 centimètres carrés) ; comme il y a 10 bandes horizontales il y a 10 fois 10 petits carrés, c'est-à-dire 100 centimètres carrés.

1° Donc, pour mesurer la surface d'un carré, on fait le produit de deux de ses côtés (ou d'un côté par lui-même).

2° Les unités de surface sont de 100 en 100 fois plus grandes ou plus petites. En effet, dans l'exercice qui vient d'être fait, le grand carré qui a 10 cm. de côté (décimètre carré) contient 100 petits carrés (centimètres carrés). On démontrerait comme il a été démontré plus haut que le décamètre carré vaut 100 mètres carrés, etc.

Par un raisonnement analogue on démontrerait également que

3° *La mesure de la surface du rectangle s'obtient en multipliant sa longueur (ou base) par sa largeur (ou hauteur).*

On exprime ces règles par les formules

Carré : - $S = C \times C$

[5] Page18

Rectangle : - $S = B \times h$.

Nota. - On appelle *périmètre* d'un quadrilatère la somme des côtés de ce quadrilatère (la mesure du périmètre du carré tissé est donc : 40 cm.).

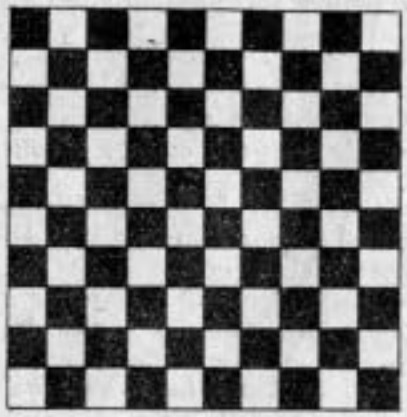
III. Dessin.- Tracer à la règle et à l'équerre le dessin, au net, de l'exercice de tissage exécuté.

IV. Dessin d'application. - Entrelacs géométriques sur un canevas carré. - Construire un carré de 8 cm. de côté. Tracer ses diagonales ; diviser chaque côté comme l'indique le croquis ci-contre (canevas du dessin d'application) et tracer au crayon le canevas des entrelacs ; arrêter exactement ceux-ci avant de passer le dessin à l'encre. Teinter différemment le fond et les entrelacs.

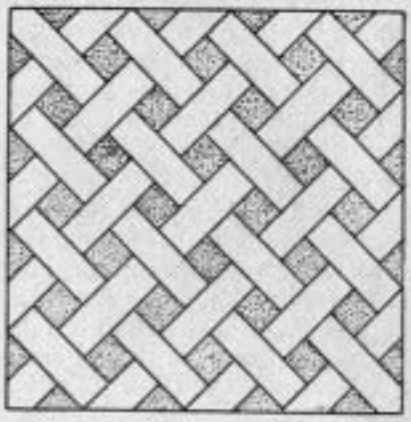
V. Eléments étudiés. - 1° Croquis montrant comment on mesure les surfaces du carré et du rectangle.

2° Procédé pour élever, à l'aide de la règle et du compas, une perpendiculaire à une droite par un point donne de cette droite (voir figure).

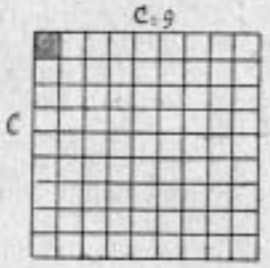
CROQUIS DE L'EXERCICE

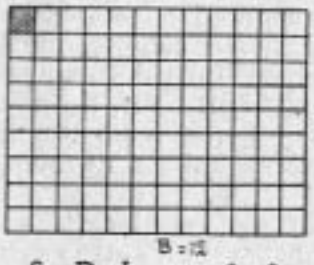


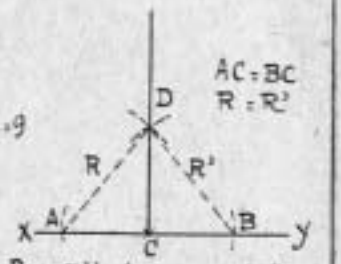
APPLICATION



ÉLÉMENTS ÉTUDIÉS





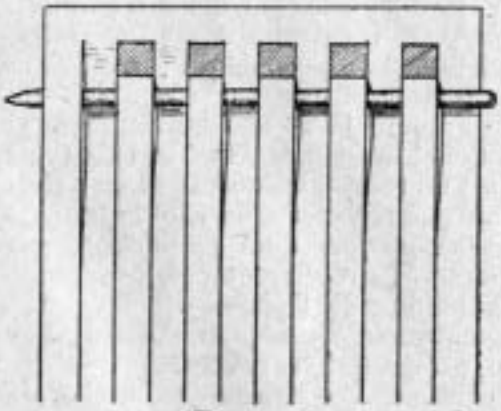


S = C × C, soit 9 × 9 S = B × h soit 12 × 9

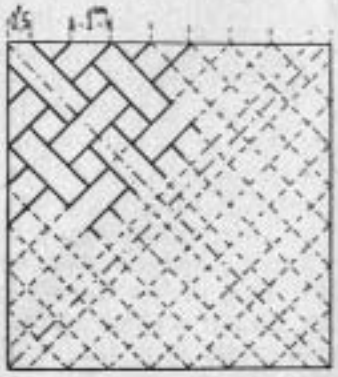
Surface du Carré et du Rectangle

Perpt élevée sur une droite par un point de cette droite.

EXÉCUTION



Tissage



Canevas du Dessin d'Application

OCTOBRE. – 4e SEMAINE[6]

Surface du parallélogramme; mesure des angles.

I. Travail manuel. - *Exercice de pliage:* tirer d'un rectangle un parallélogramme.

Distribuer à chaque élève une feuille de papier rectangulaire de 12 cm. sur 8. - (Papier de couleur.)

1° En tirer deux rectangles égaux de 12 cm. × 4.

Rabattre, dans chaque feuille les coins B et D de façon que le segment CB s'applique exactement sur FC et le segment DA sur AB. La figure ainsi obtenue est un *parallélogramme, surface comprise entre* 4 *parallèles qui se coupent.*

2° Couper la 1ere feuille suivant AF et EC et coller le parallélogramme ainsi obtenu sur le cahier de travail manuel ou sur une feuille volante dans la partie supérieure de l'espace réservé à cet effet.

II. Observations. - Avant de terminer l'exercice : 1° remarquer que les angles FAE et FCE sont respectivement la moitié des angles droits correspondants, et sont par suite égaux.

2° Les angles AFC et AEC sont *des angles obtus (plus grands qu'un angle droit).*

3° On dit que les angles AFC et F AE sont *supplémentaires* parce que leur somme est équivalente à deux angles droits. En effet, dans le 2e parallélogramme, indiquer par un pli la perpendiculaire FF' (à cet effet, rabattre AF' sur FE) ; cette perpendiculaire détermine avec la droite AE deux angles droits égaux ; or en dépliant le rectangle, on constate que AFD + AFC = 2 droits ; on peut constater en outre que AFD = FAE (en superposant à FAE l'angle correspondant enlevé au premier rectangle). Donc, si l'on remplace AFD par son égal F AE, il est bien démontré que la somme AFC + FAE = 2 droits, et que par suite ces angles sont supplémentaires. On dit que deux angles sont *complémentaires* lorsque leur somme est égale à un angle droit.

Deux angles sont appelés *adjacents* lorsqu'ils sont le sommet et un côté commun et qu'ils sont de part et d'autre de ce côté commun.

4° Mesure d'un angle. - On *évalue la mesure d'un angle par l'écartement de ses côtés.* L'unité de mesure généralement adoptée est le *degré,* obtenu en partageant une circonférence

[6] Page 20

quelconque en 360 parties égales et en joignant chaque division au centre de la circonférence : l'écartement entre deux divisions consécutives est un degré.

Instrument de mesure des angles : le *rapporteur* (son mode d'emploi).

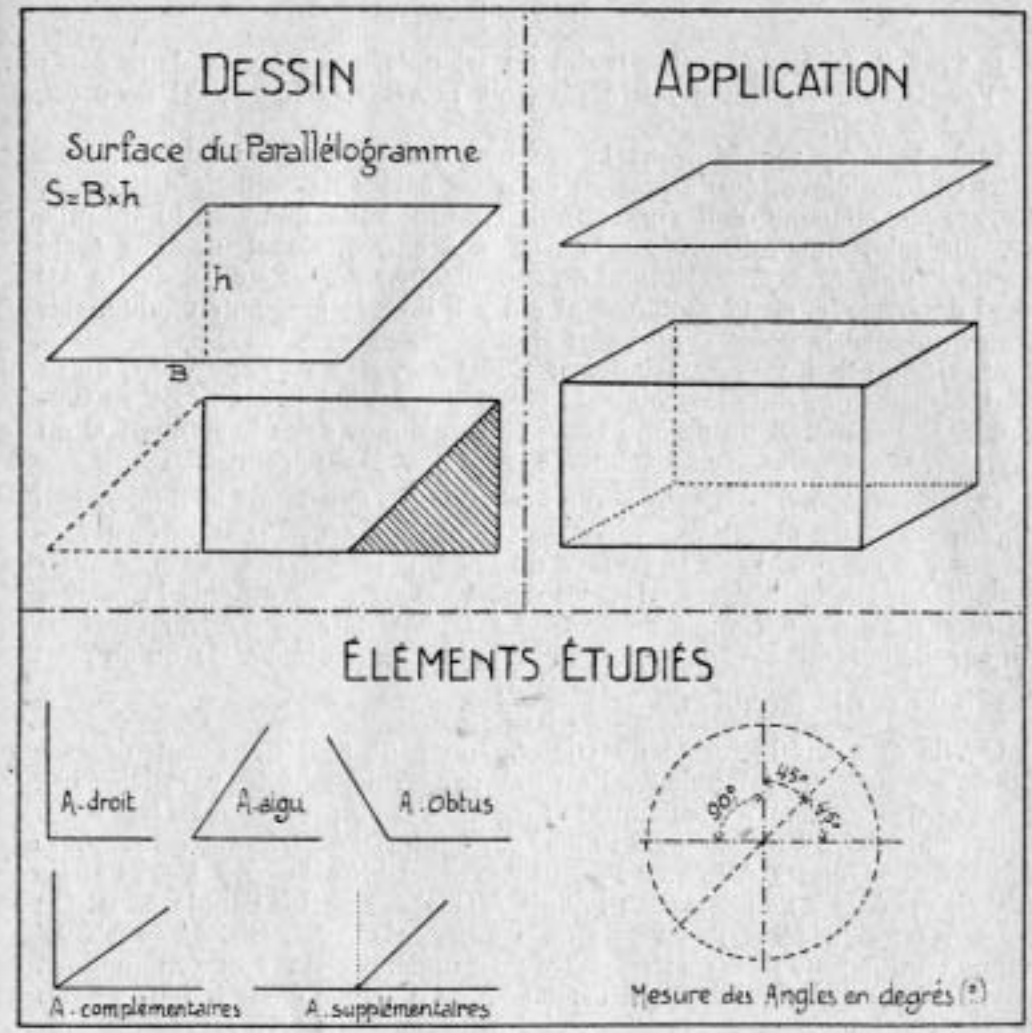
Sachant qu'autour d'un point on peut construire 4 angles droits, quelle est la valeur d'un angle droit ? 90°. La diagonale du carré forme 2 angles de 45° avec les côtés de l'angle droit.

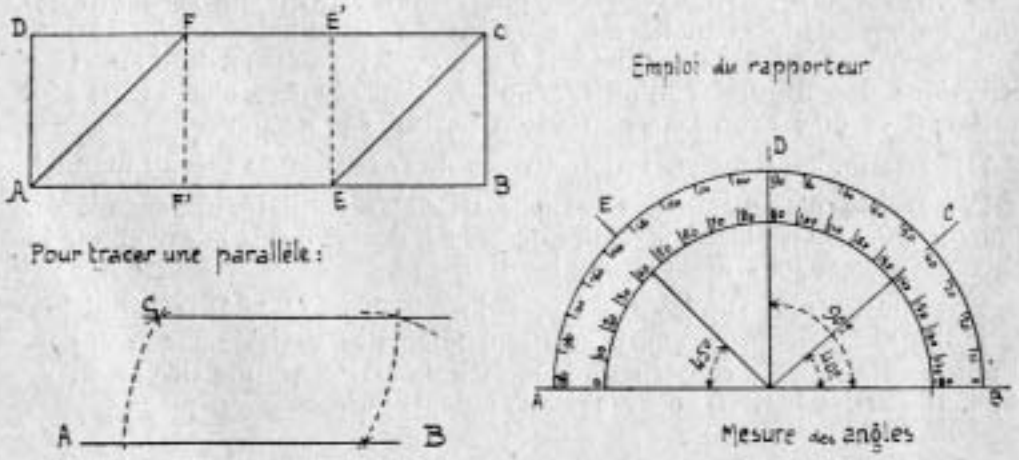
5° *Surface du parallélogramme.* - *Prendre* la 2e feuille. Rabattre le triangle AFF' et couper suivant FF'. Coller le triangle AFF' en ECB (voir croquis). La nouvelle figure obtenue est un rectangle équivalent au parallélogramme. En effet nous n'avons fait que reporter d'un côté le triangle que nous supprimions de l'autre. Donc la *surface d'un parallélogramme s'évalue en multipliant sa base par sa hauteur* (surf. du rectangle).

III. Dessin. - Représentation graphique de l'exercice.

IV. Dessin d'application. - Représentation d'un plan horizontal et d'un parallélépipède (définition) en perspective cavalière.

V. Eléments étudiés. - Parallélogramme. - Différents angles. Mesure des angles. -Tracé d'une parallèle à l'aide de la règle et du compas


DESSIN
Surface du Parallélogramme
S=B×h
h
B
APPLICATION
ÉLÉMENTS ÉTUDIÉS
A. droit
A. aigu
A. obtus
A. complémentaires
A. supplémentaires
45°
90°
Mesure des Angles en degrés (°)


EXÉCUTION
D
F
E'
C
A
F'
E
B
Emploi du rapporteur
Pour tracer une parallèle :
S
A
B
D
E
C
45°
90°
A
B
Mesure des angles

NOVEMBRE. – 1ere SEMAINE[7]

Surface du triangle.

I. Travail manuel. - Construire un triangle, connaissant deux côtés et l'angle compris entre ces côtés (soit : AB = 5 cm5, AC = 6 cm, angle A = 53°).

1° Les élèves reproduiront le croquis coté exécuté au tableau.

2° Chaque élève, étant pourvu de deux cartes de couleur différente, tracera sur chacune d'elles un triangle conforme aux données du croquis.

Pour cela, tracer 1 horizontale AB = 5 cm. *5.* Construire sur cette droite l'angle A = 53°. (Emploi du rapporteur.) Porter sur la droite AC ainsi déterminée, en la prolongeant s'il y a lieu, la longueur voulue, soit 6 cm. Joindre le point C au point B.

3° Découper les deux triangles. Constater par superposition, qu'ils sont bien égaux. Puis les coller de façon que les bords égaux BC se touchent, le sommet B du second triangle coïncidant avec le sommet C du premier, le sommet C du second avec le sommet B du premier.

II. Observations. –

1° *Surface du triangle.* - Quelle est la figure ainsi obtenue ? - Un parallélogramme. - Quelle remarque sur sa surface ? Sa surface est double de la surface du triangle puisqu'il a été obtenu en collant bord à bord deux triangles égaux. Donc pour obtenir la *mesure de la surface d'un triangle on multiplie sa base par sa hauteur* (surface du parallélogramme) *et on divise par deux le nombre obtenu.* Ce qu'on peut exprimer par la formule : $S = \frac{B \times h}{2}$

Quelle que soit la forme du triangle, on peut toujours construire sur un de ses côtés un triangle égal au premier en menant des parallèles aux deux autres côtés: il s'ensuit que la formule s'applique à tous les triangles.

[7] Page 22

2° *Somme des angles. - La somme des angles d'un triangle est toujours égale à deux angles droits.* Si l'on prolonge en effet le côté A'B' l'angle A'C'B' est égal à l'angle ACB. On peut donc considérer les trois angles adjacents ACB, B'C'A' et A'C'B' comme la somme des trois angles du triangle. Or on voit (en menant par B une perpendiculaire) que cette somme est bien égale à deux angles droits. (Nota. -Les observations ci-dessus pourront être faites, de préférence, avant le collage des triangles pour que les élèves puissent faire plus aisément les constatations utiles.)

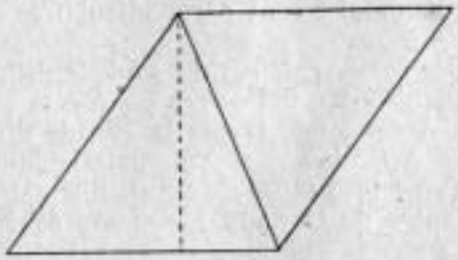
3° *Angle de 60°*.-Etant donné ce qui vient d'être dit sur la somme des angles d'un triangle, quelle est la valeur de chacun des angles (égaux entre eux) d'un triangle équilatéral ? – 60°. - En effet. *2* droits = 180° et comme les 3 angles d'un tr. équilat. sont égaux chacun est égal à 180°: 3 = 60°. D'où la construction pratique (voir figure).

III. Dessin. - Représentation au net de l'exercice de travail manuel.

I**V. Dessin d'application.** - Deux triangles équilatéraux entrelacés. Pour leur mise en place construire un cercle, porter 6 fois le rayon sur la circonférence et joindre de 2 en 2 les divisions.

V. Eléments. - Différentes sortes de triangle (noter leur définition et indiquer leur construction). - Perpendiculaire abaissée sur le milieu d'une droite. (Cette construction permet de partager une droite en 3, 4, 8, 16 parties égales.) -Tracé de 1 angle de 60°.

DESSIN

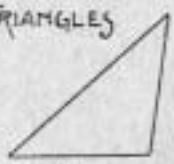


Surface du Triangle : S = $\frac{B \times h}{2}$

APPLICATION

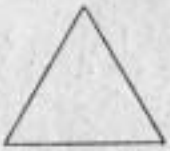
ÉLÉMENTS

TRIANGLES

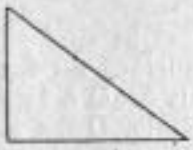


Scalène

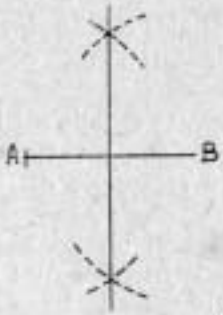
Isocèle



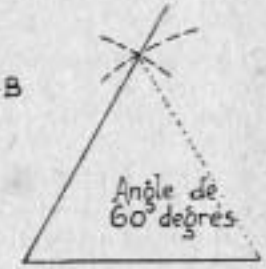
Equilatéral



Rectangle



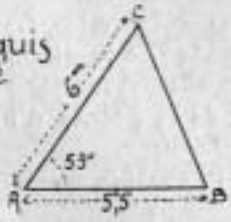
Perpendre abaissée sur le milieu d'une droite



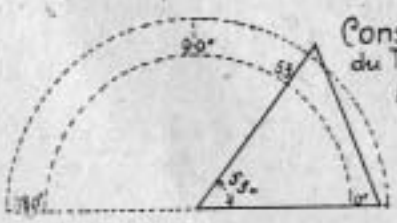
Angle de 60° degrés

EXÉCUTION

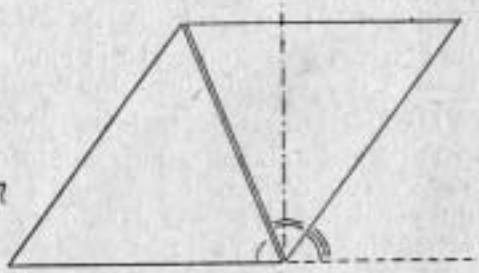
Croquis Coté



Données :
Angle A = 53°
AB = 11cm
AC = 12cm



Construction du Triangle ABC



La somme des angles d'un triangle est égale à deux angles droits.

NOVEMBRE. – 4e SEMAINE[8]

Surface du trapèze.

I. Travail manuel. - Dessiner au tableau le croquis coté du trapèze que les élèves reproduiront d'abord à main levée sur leur cahier.

1° Construire deux trapèzes identiques sur deux cartes de couleur différente conformément aux données du croquis coté. S'assurer par superposition de l'égalité des trapèzes.

2° Sur le cahier de travail manuel (ou une feuille volante) coller bord à bord les deux trapèzes de telle sorte que le côté B'C' du second s'applique contre son égal BC. On constatera que le côté A'B' se placera dans le prolongement de DC et B'C' dans le prolongement de AB ; on constatera également que les côtés AD et D'A' de la nouvelle figure sont parallèles. Cette figure est donc un parallélogramme.

II. Observations. - Or ce parallélogramme a pour surface la somme de deux trapèzes égaux. Comment mesurera-t-on la surface d'un trapèze ? On sait que la mesure de la surface d'un parallélogramme s'obtient, en multipliant sa base par sa hauteur. Pour avoir la surface du trapèze il suffira donc de prendre la moitié du produit obtenu, puisque les trapèzes sont égaux. Or la base du parallélogramme étudié est AD' ou, ce qui revient au, même, AB + CD, ou encore AB + CD (somme des bases du trapèze), et sa hauteur h est la même que celle des trapèzes qui le composent : la mesure de sa surface peut donc s'obtenir en faisant le produit (AB + CD) × h, et par suite la surface du trapèze sera égale à $\frac{(AB+CD)\times h}{2}$, ce qu'on peut traduire par la formule générale : $S = \frac{(B+b)\times h}{2}$. *La surface d'un trapèze s'obtient donc en multipliant la demi-somme des bases par la hauteur.* (Chercher la surface du trapèze exécuté.)

III. Dessin. - Représenter au net l'exercice de travail manuel exécuté.

IV. Dessin d'application. - Elévation d'un socle à faces inclinées.

[8] Page 28

V. Eléments étudiés. –

1° Construire un trapèze, connaissant deux bases, sa hauteur et l'angle formé par un de ses côtés non parallèle: avec la grande base (exercice de travail manuel). Tracer la grande base, puis, avec un rapporteur, l'angle donné; sur une perpendiculaire à la base porter la hauteur, tracer de son extrémité une parallèle pour avoir la petite base; donner à celle-ci la longueur voulue et joindre les extrémités des 2 bases.

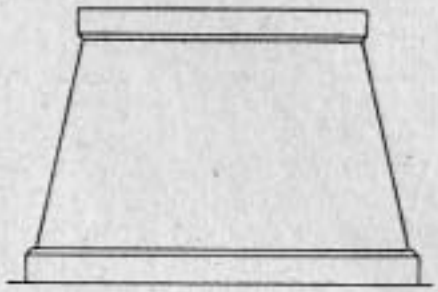
2° *Construire un rectangle équivalent à un trapèze.* -Par les 2 extrémité de la base moyenne *bb'* mener 2 perpend. Achever le rectangle A'B'C'D' qui est équivalent au trapèze. Pourquoi ? Observer les triangles rectangles D'D*b* A'A*b*, (etc.). *Remarquer que les angles formés par deux droites qui se coupent sont égaux (angles opposés par le sommet).*

3° *Construire un triangle équivalent à un trapèze.* - Tracer la base moyenne *bb'*. Joindre D*b'* et prolonger cette droite jusqu'à ce qu'elle rencontre le prolongement de la base AB. Le triangle ADE est le triangle cherché. Pourquoi ? - Les tr. rect. DCb' et BEb' sont égaux et l'examen de la figure montre que pour obtenir le triangle ADE on enlève au trapèze l'un des petits triangles DCb' pour l'ajouter ensuite : donc la figure a changé de forme, mais non de valeur.

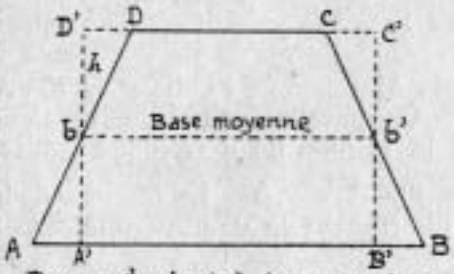
DESSIN

Trapèze : $S = \frac{B+b}{2} \times h$

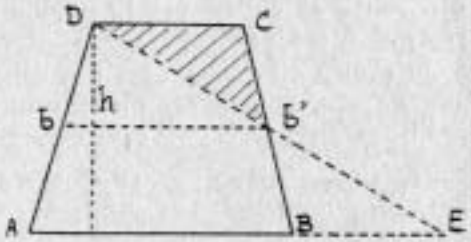
APPLICATION



ÉLÉMENTS

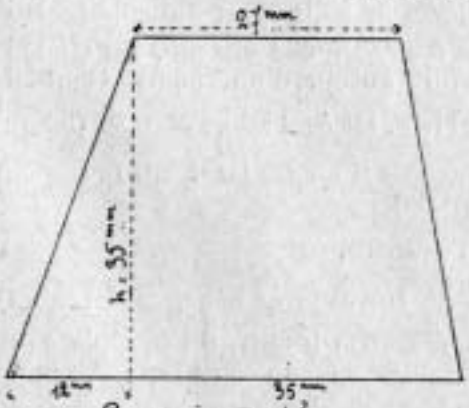


Rectangle équivt à un trapèze

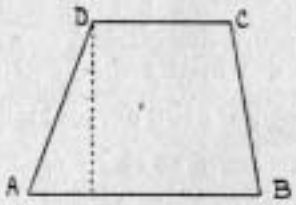


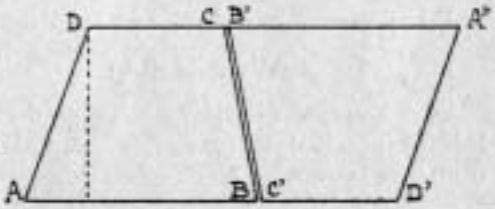
Triangle équivalt à un trapèze

EXÉCUTION



Croquis coté





DECEMBRE. – 1re SEMAINE[9]

Polygones réguliers : l'hexagone, sa surface.

I. Travail manuel. - Dessiner au tableau le croquis coté d'un hexagone (*polygone régulier à 6 côtés égaux et 6 angles égaux*). - Pour le construire a main levée voici comment on peut procéder : tracer une verticale AD, la diviser en 4 parties égales et mener 2 horizontales EC et FB ; sur ces horizontales, placer les points E,C,B,F, à une distance constante du point O et égale à la distance OD (repérer cette distance avec le crayon ou sur une bande de papier).

1° Chaque élève après avoir reproduit sur son cahier le croquis coté de l'hexagone construira, sur 2 cartes de couleur différente, un hexagone conforme au croquis : le côté de l'hexagone étant égal au rayon du cercle qui lui est circonscrit tracer un cercle dont le rayon soit égal au côté donné ; porter 6 fois le rayon sur la circonférence pour avoir les 6 sommets qu'on joint 2 à 2. Tracer les diagonales des 2 hexagones.

2° Découper les deux hexagones ; puis décomposer ceux-ci en triangles équilatéraux, en les découpant suivant leurs diagonales. Constater, en les superposant indifféremment, que tous les triangles équilatéraux ainsi obtenus sont égaux entre eux.

3° Reconstituer un hexagone en intercalant des triangles de couleur différente et coller cet hexagone dans la partie supérieure de l'espace réservé à cet effet.

4° Coller au-dessous les 6 autres triangles comme l'indique la figure ci-contre. Quelle figure obtient-on ? - Un parallélogramme équivalent à l'hexagone, puisqu'il est comme lui la somme de 6 triangles égaux.

II. Observations. –

[9] Page 30

1° Surface de l'hexagone. - La mesure de la surface d'un hexagone s'obtient en multipliant le demi-périmètre par l'apothème.

Soit. $S = \frac{P}{2} \times a$.

On voit en effet, par l'exercice qui vient d'être fait que l'hexagone est équivalent à un parallélogr. dont la base est égale au demi-périmètre de l'hex. et la hauteur à l'apothème.

Nota. - On donne le nom d'*apothème* à la perpendiculaire BB'.

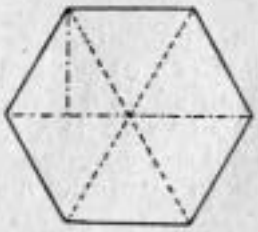
2° Mesure des angles. - Angles au centre = 60° chacun. En effet, la somme des angles qu'on peut construire autour d'un point étant de 360°, chacun des 6 angles au centre de l'hexagone est égal à $\frac{360°}{6} = 60°$. Chaque angle au sommet étant égal à la somme de 2 angles au centre a pour mesure 120° (constatation expérimentale).

III. Dessin. - Représentation de l'exercice.

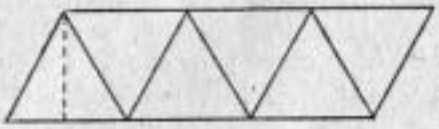
IV. - Dessin d'application. - Dallage sur canevas hexagonal (cubes).

V. Eléments étudiés. - Tracé de l'hexagone inscrit, du triangle équilatéral inscrit dans un hexagone, valeur des angles au centre et au sommet d'un hexagone.

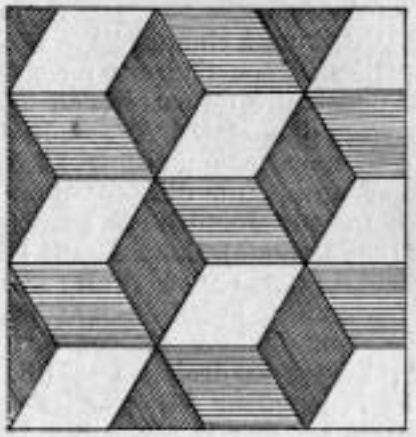
DESSIN



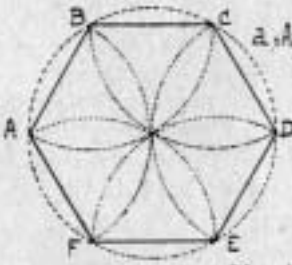
Surface de l'Hexagone : $S = \frac{P \times a}{2}$



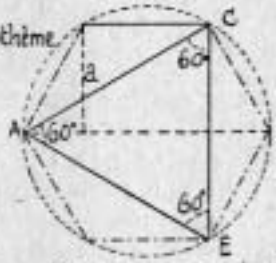
APPLICATION



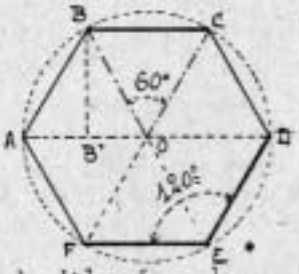
ÉLÉMENTS



AB+BC+CD+DE+EF+FA, Périmètre

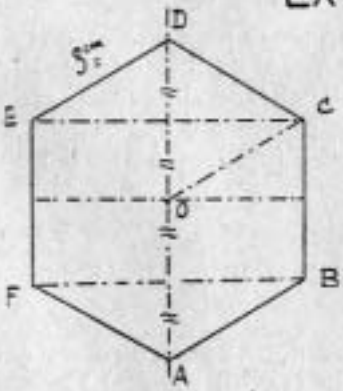


ACE, triangle équilatéral

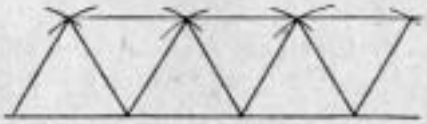


Valeur des angles

EXÉCUTION



CROQUIS COTÉ



DECEMBRE .– 2e SEMAINE[10]

Polygone régulier : l'octogone, sa surface

I. Travail manuel. — Construire un octogone inscrit dans un carré.

1° Croquis coté exécuté par les élèves d'après le croquis tracé au tableau. — *Définition de l'octogone : polygone régulier à huit côtés égaux et* 8 *angles égaux.*

2° Distribuer à chaque élève 2 cartes de couleur différente, sur chacune desquelles ils construiront un octogone. A cet effet :

a) sur la première carte construire un carré (voir 2e croquis, exécution) de 6 cm. de côté ; mener ses diagonales. Avec une ouverture de compas égale à A*o* mener des 4 sommets comme centres 4 arcs de cercle qui se rencontrent en *o* et donnent aux points d'intersection avec les côtés du carré des 8 sommets de l'octogone. Joindre ces sommets 2 à 2.

b) (2e méthode). Connaissant la longueur du côté AB, construire sur la 2e carte un octogone égal au premier. Pour cela mener au bas de la carte une horizontale indéfinie *xy* (voir Eléments étudiés : 2e croquis). Placer la longueur égale à AB sur cette horizontale. Par les points extrêmes A et B mener des droites à 45° (diagonales d'un carré ; sur chacune d'elles, porter la longueur AB. Par les points C et D mener des perpendiculaires à *xy* et achever le carré. Sur les deux perpendiculaires porter à partir de C et D le côté AB. Enfin de F et E mener des droites à 45°. En prolongeant les droites à 45° on doit obtenir un carré et toutes les diagonales de l'octogone doivent être égales entre elles (moyen de vérifier l'exactitude des constructions).

3° Dans la 1ere carte découper le carré tracé, dans la 2e l'octogone. Coller l'octogone dans le carré en superposant exactement l'octogone découpé À l'octogone inscrit dans le carré.

II. **Observations. —**

l° La *surface de l'octogone, comme celle de l'hexagone «'obtient en faisant le demi-produit du périmètre par l'apothème (démonstration* analogue à celle de l'exercice précédent).

[10] Page 32

On démontrerait d'ailleurs que la mesure de la surface de tout polygone régulier s'obtient de même.

2° *L'octogone a* 4 *côtés dont les prolongements sont à angle droit et* 4 *côtés qui forment des angles à* 45° *avec les précédents.*

3° Chacun des angles au sommet de l'octogone a donc **pour** valeur 45° + 90° = 135° (constatation expérimentale).

Chacun des angles au centre vaut $\frac{360°}{8} = 45°$.

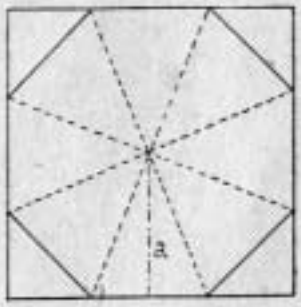
4° *Comme tous les polygones réguliers l'octogone peut être inscrit dans un cercle dont ses sommets partagent la circonférence en* 8 *parties égales ;* d'où la construction suivante : Connaissant le diamètre du cercle circonscrit à un octogone, tracer ce cercle et deux diamètres qui se coupent à angle droit, mener les bissectrices des 4 angles droits, joindre 2 à 2 les 8 points de recoupement obtenus sur le cercle.

III. Dessin. — Représentation de l'exercice.

IV. Dessin d'application. — Fragment de dallage formé de carreaux et de dalles octogonales.

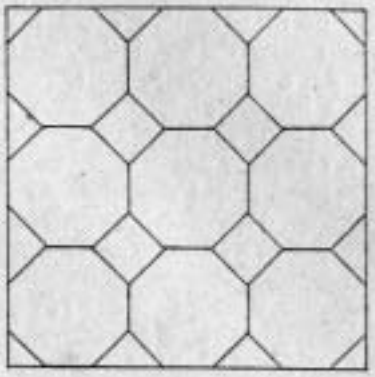
V. Eléments étudiés. — Trois méthodes pour construire un octogone {Les noter pour mémoire sur le cahier de travail manuel.)

DESSIN

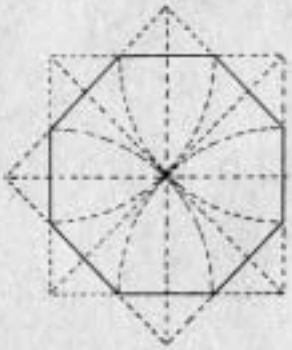


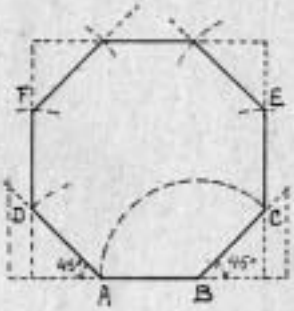
Octogone : $S = \frac{P \times a}{2}$ ou $\frac{P}{2} \times a$

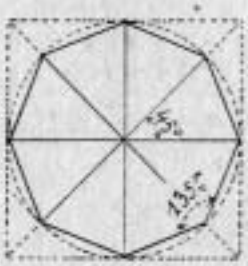
APPLICATION



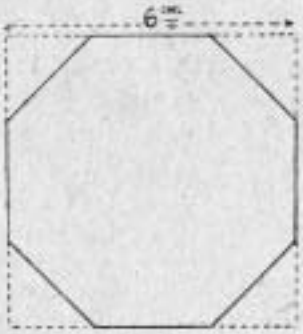
ÉLÉMENTS



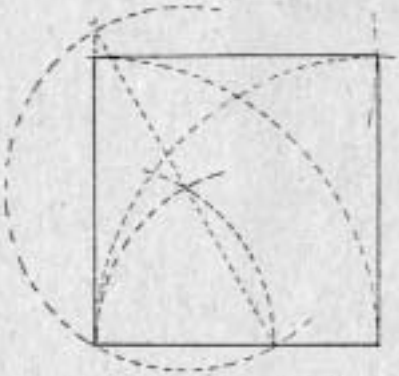




EXÉCUTION



CROQUIS COTÉ



Construction du Carré

DÉCEMBRE. - 3e SEMAINE[11]

Le polygone et le cercle ; surface du cercle.

I. Travail manuel. - Distribuer à chaque élève deux cartes de couleur différente.

1° Sur la première carte les élèves construiront un octogone inscrit dans un carré de 8 cm. de côté (voir exercice précédent). Mener les diagonales pour trouver le centre de l'octogone ; de ce centre tracer avec un compas le cercle circonscrit à l'octogone.

2° Sur la 2e carte tracer un cercle de même rayon ; reproduire l'octogone inscrit et tracer ses diagonales. Tracer les bissectrices des angles au centre de l'octogone qui partageront le cercle circonscrit en 16 parties égale. Joindre 2 à 2 les divisions obtenues : on a un polygone à 16 côtés.

3° Dans la première carte découper l'octogone et dans la 2° le polygone à 16 côtés.

4° Coller l'octogone sur le polygone à 16 côtés en ayant soin de faire coïncider de 2 en 2 les sommets de l'octogone avec ceux du polygone.

5° Coller l'ensemble sur le cahier et tracer le cercle circonscrit à l'octogone et au polygone.

II. Observations. –

1° Définition de la circonférence et du cercle (*Circonférence : courbe plane dont tous les points sont équidistants d'un point appelé centre. - Cercle : portion de plan limitée par une circonférence).*

Eléments du cercle . -- Rayon, diamètre, corde, arc, secteur, tangente, sécante (*définitions*).

2° Surface du cercle : - Faire remarquer que la surface du cercle construit dans le présent exercice est sensiblement équivalente à la surface d'un polygone dont on doublerait indéfiniment le nombre des côtés : la surface du polygone de 16 côtés se rapproche déjà très sensiblement de celle du cercle. I1 s'ensuit qu'on peut considérer le cercle comme un polygone d'un nombre infini

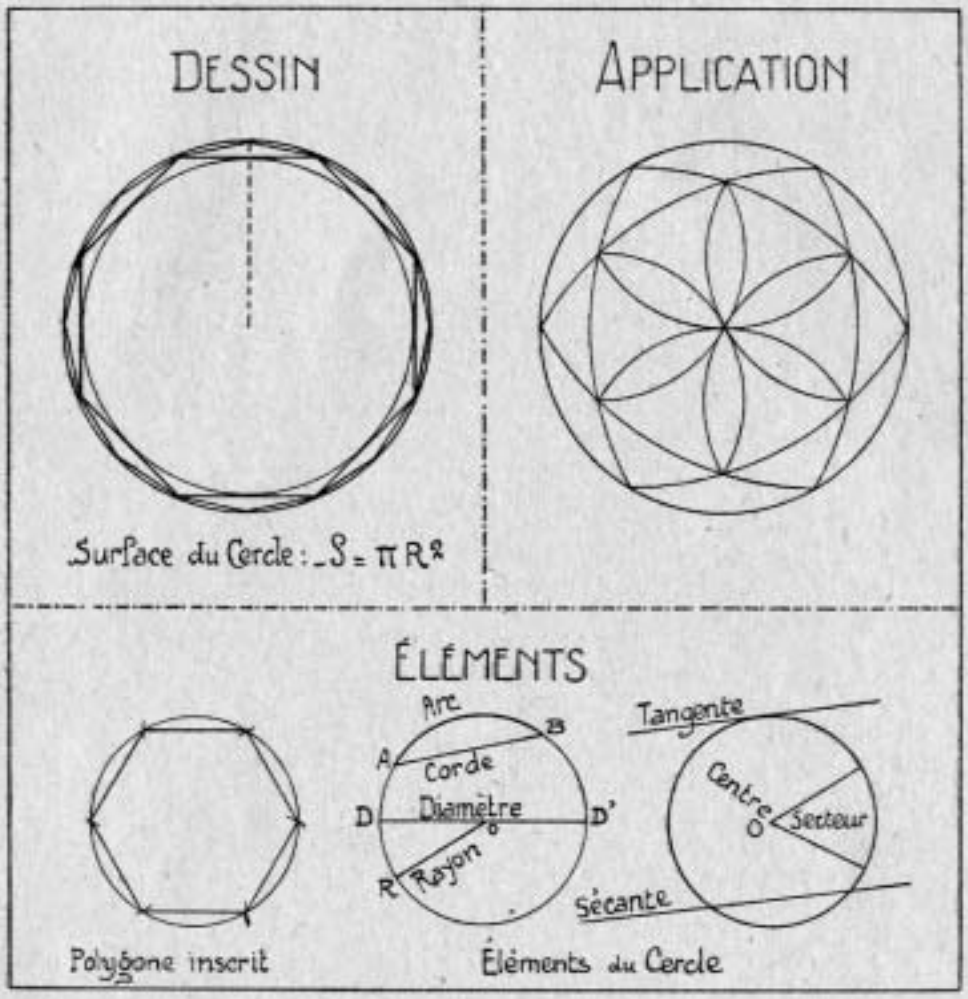
[11] Page 34

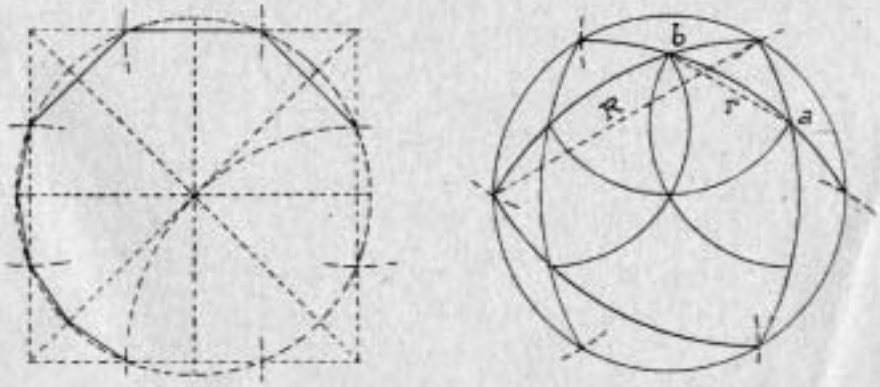
de côtés dont l'apothème se confondrait avec le rayon. Par suite, pour mesurer la surface d'un cercle, *il faut faire le demi-produit de son périmètre (c'est-à-dire de sa circonférence)par son rayon*. Mais comment mesurer une circonférence ? (On a calculé que le rapport qui existe entre une circonférence et son diamètre est un nombre constant , 3,1416, c'est-à-dire que toute circonférence est 3 fois 1416 plus grande que son diamètre (soit : 3,1416 × 2R, - le diamètre étant le double du rayon). On peut donc exprimer la mesure du cercle par la formule $S = 3{,}1416 \times 2R \times \frac{R}{2}$ ou en effectuant l'opération $2R \times \frac{R}{2}$, $S = 3{,}1416 \times R^2$. Pour rendre la formule plus frappante on désigne le nombre constant 3,1416 par la lettre π (qu'on prononce Pi). La formule pour calculer la surface du cercle est donc définitive : $S = \pi R^2$.

III. Dessin. - Reproduire au net l'exercice de travail manuel.

IV. Dessin d'application - Rosace construite avec les sommets d'un hexagone inscrit. Construction : Tracer un cercle ; le diviser en 6 parties, égales (hexagone). Par ces 6 points tracer des arcs de cercle avec R pour rayon. Par les points *a*, *b*, etc. mener des arcs de cercle de rayon 2 pour obtenir l'étoile curviligne à 6 branches. Teinter les différents champs composant la rosace. (Rappel des notions sur l'harmonie des couleur.)

V. Eléments étudiés. - Hexagone inscrit dans un cercle (cercle circonscrit à un hexagone). Eléments du cercle.


DESSIN
APPLICATION
Surface du Cercle : S = π R²
ÉLÉMENTS
Arc
A
B
Corde
D
Diamètre
D'
O
R
Rayon
Tangente
Centre
O
Secteur
Sécante
Polygone inscrit
Éléments du Cercle


EXÉCUTION
b
R
r
a

DECEMBRE. - 4e SEMAINE[12]

Le cercle. Tangentes au cercle et cercles tangents.

I. Travail manuel. - Construire, à l'intérieur d'un cercle de 4 cm. de rayon, 4 cercles tangents entre eux et tangents au grand cercle.

1° Les élèves, ayant reçu chacun deux feuilles de couleur différente, traceront au crayon sur la première un carré de 8 cm. de côté. Tracer les diagonales et les axes du carré. Par le centre *o* tracer le cercle inscrit. Mener la bissectrice AE de l'un des angles à 450 formés par la diagonale et un côté de l'angle droit (construction connue). La bissectrice coupe l'axe horizontal au point *e* ; à l'aide d'un cercle, tracé de *o* comme centre avec O*e* comme rayon, reporter ce point en *f* , *g* , *h* , sur les axes. Des pointe *e, f, g, h* comme centre avec *e*M comme rayon tracer 4 petits cercles qui doivent être tangents au grand cercle et tangents entre eux en un point de chacune des diagonales. Si en outre on joint entre eux les centres *e, f, g, h,* on remarquera que les points de tangence des cercles se trouvent sur les lignes qui joignent les centres, au point d'intersection de ces lignes avec les diagonales du carré circonscrit.

2° Sur la seconde feuille, tracer 4 petits cercles avec le rayon *e*M.

3° Découper le grand cercle dans la première feuille et les petits cercle dans la 2e feuille. Coller les petits cercles sur les cercles correspondante tracés sur le grand cercle.

4° Sur le cahier de travail manuel (ou sur une feuille volante) tracer à l'encre un carré de 8 cm. de côté avec ses axes et ses diagonales indiquée au crayon seulement. Coller le cercle à l'intérieur du carré en ayant soin de faire coïncider les axes et diagonales des 2 figures. Enfin gommer les lignes de construction.

II. Observations. – 1° *Deux cercles sont tangents lorsqu'ils n'ont qu'un point commun appelé point de contact. Ce point de contact se trouve sur la ligne des centres et la*

[12] Page 36

perpendiculaire menée en ce point à la ligne des centres est également tangente aux deux cercles (Exemple : les diagonales du carré ; le constater au cours de l'exercice).

2° Les cercles peuvent être tangents intérieurement ou extérieurement l'exercice ci-dessus présente les deux cas.

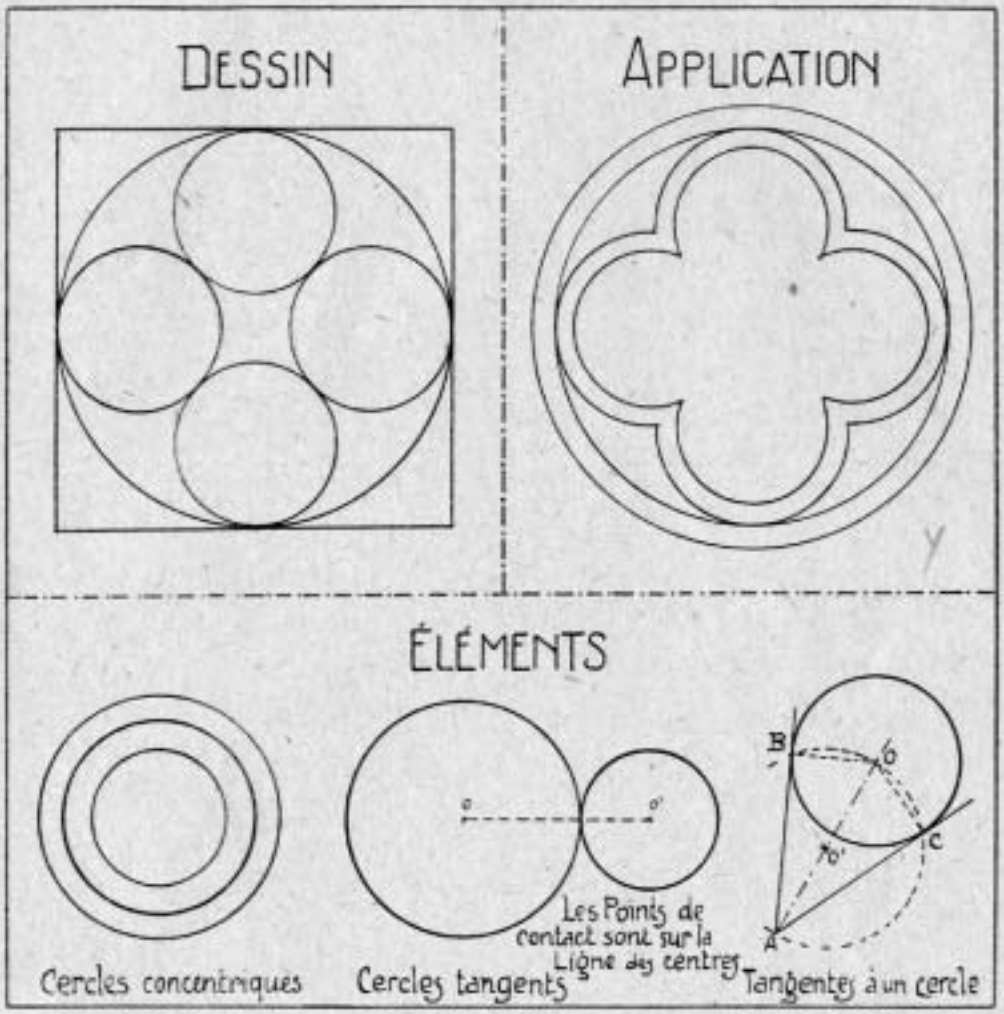
3° Une droite est tangente à un cercle lorsqu'elle n'a qu'un point de contact avec ce cercle. La tangente à un cercle est perpendiculaire au rayon mené par son point de contact ; d'où la construction : pour mener une tangente par un point d'un cercle, tracer le rayon aboutissant à ce point et mener de là une perpendiculaire au rayon. - Pour mener 2 tangentes à un cercle par un point extérieur joindre A*o* ; par le milieu de A*o* comme centre tracer un cercle : les points B et C sont les points de contact (Eléments: 3e croquis).

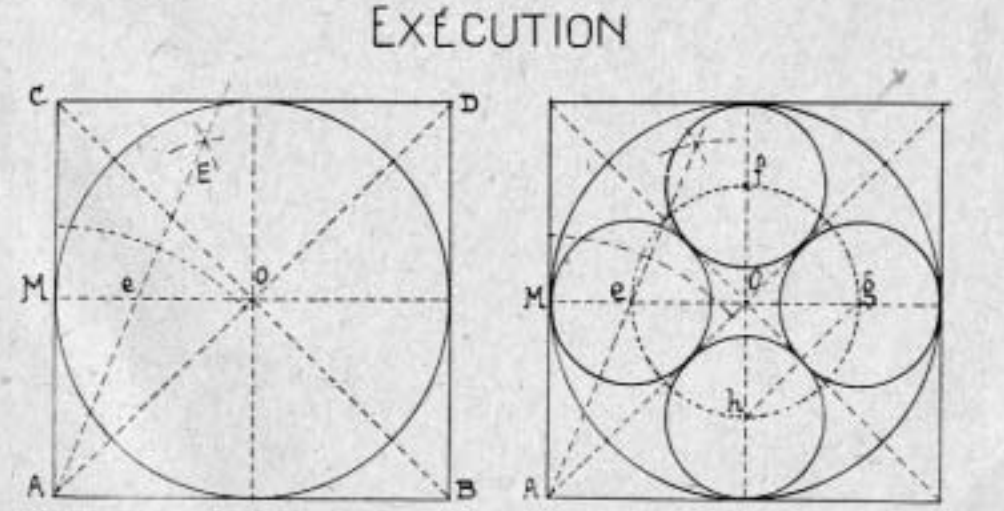
4° Remarquer que les côtés du carré circonscrit au cercle lui sont tangents à l'extrémité des axes.

III. Dessin. - Représentation au net de l'exercice.

IV. Dessin d'application. - Une lucarne circulaire à 4 lobes (lucarne gothique). Tracer 2 cercles concentriques. Par le même centre tracer un cercle passant par les milieux des 4 axes ; de ces 4 points comme centre tracer 4 petits cercles et leurs cercles concentriques (Ne passer à l'encre que les courbes tracées en traits pleins sur le dessin ci-contre).

V. Eléments étudiés. - Cercles concentriques, cercles tangents extérieurement, tangentes mesurées par un point pris à l'extérieur d'un cercle.


DESSIN
APPLICATION
ÉLÉMENTS
Cercles concentriques
Cercles tangents
Les Points de contact sont sur la Ligne des centres
Tangentes à un cercle


EXÉCUTION
C
D
E
M
e
O
A
B
f
g
h

JANVIER. – 1ere SEMAINE[13]

Les polygones irréguliers : Révision des notions sur les surfaces.

I. Travail manuel. –

1° Croquis coté. - Dessiner au tableaux le croquis coté d'un *polygone irrégulier* que les élèves reproduiront sur leur cahier. Qu'est-ce qu'un polygone irrégulier *? - La figure fermée que l'on obtient en joignant par des portions de droites un certain nombre de points d'un plan* (Polygones convexes et non convexes).

2° Sur deux feuilles rectangulaires de couleur différente, construire le même polygone conformément aux données du croquis coté. Pour cela, au milieu de chaque feuille, tracer une horizontale ; indiquer sur cette droite les cotes données par le croquis coté ; des points ainsi déterminés, élever des perpendiculaires de part et d'autre de la droite et donner à ces lignes la longueur voulue : joindre deux à deux les points ainsi déterminés. LB polygone ainsi construit est décomposé en triangles, trapèzes et rectangles : Reconnaître ces figures.

3° Découper les deux polygones et constater, en les superposant, qu'ils sont parfaitement égaux. Cela fait, décomposer chacun d'eux en ses surfaces élémentaires en le découpant suivant les lignes qui ont servi à le construire.

4° En s'aidant du croquis coté pour placer les surfaces élémentaire, recomposer le polygone en alternant les couleurs de façon à différencier ces surfaces. Coller le polygone ainsi reconstruit. Pour faciliter la tâche on peut tracer au préalable le contour du polygone à l'endroit où il doit être collé ou simplement tracer l'horizontale.

II. Observations. –

1° Surface du polygone. - L'exercice qui vient d'être fait montre que *pour trouver la surface d'un polygone irrégulier, on décompose ce polygone en figures plus simples dont il est facile de calculer la surface* (trapèze, triangles, carrés, etc.) *et qu'on fait la somme de ces surfaces : opérations* qui peuvent être traduites par la formule : $S = S^1 + S^2 + S^3$, etc. Au lieu de décomposer le polygone comme il a été fait, on aurait pu le décomposer en 4 triangles dont on aurait calculé séparément les surfaces : la somme de ces surfaces aurait été la même que celle obtenue par le premier procédé.

[13] Page 38

(Profiter de cette leçon pour réviser rapidement les notions précédemment apprises sur les calculs de surfaces.)

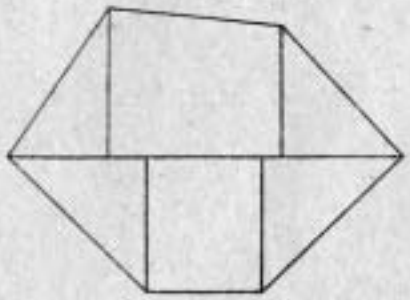
2° Somme des angles d'un polygone quelconque. - Tracer au tableau un polygone convexe quelconque que les élèves reproduiront sur leur cahier. Décomposer ce polygone en triangles. On sait que la somme des angles d'un triangle est égale à 2 droits. En faisant la somme des angle on remarquera que cette somme est égale à autant de fois 2 droits qu'il y a de côtés moins deux dans le polygone; car à l'exception des 2 côtés 1 et 5 (voir fig.) on remarquera qu'on a construit autant de triangles que de côtés.

III. Dessin. - Représentation au net de l'exercice.

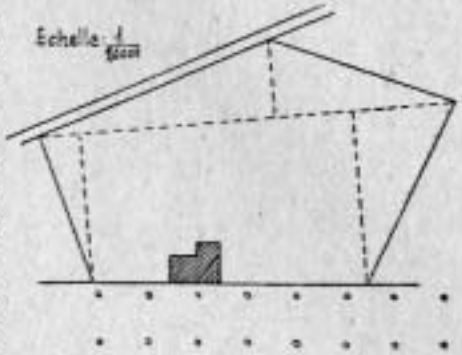
IV. Application. - Plan d'un champ (Donner s'il y a lieu quelques notions sur l'arpentage).

V. Eléments étudiés. - Surface d'un polygone irrégulier; somme des angles d'un polygone convexe ; tracé d'une perpendiculaire abaissée d'un point sur une droite. Profiter de cette leçon pour rappeler le moyen de construire un triangle avec 3 données (croquis destinés à rappeler ces constructions).

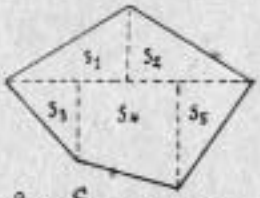
DESSIN



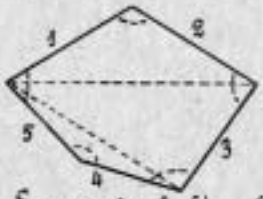
APPLICATION



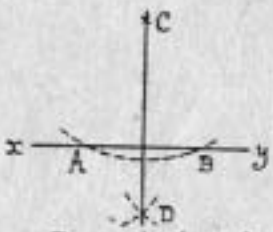
ÉLÉMENTS



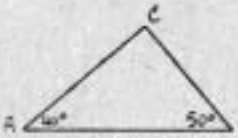
Surface $S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5$



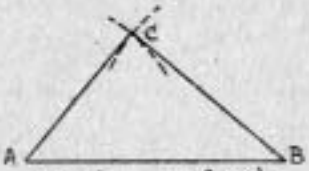
Somme des Angles = 6 droits



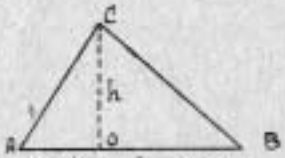
Perpendr abaissée d'un pt sur une droite



Données : côté AB, Angles A et B
(AB = 43mm Angles A = 40°, B = 50°)

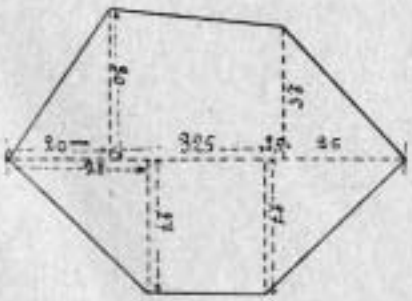


Données : Les 3 Côtés
(AB = 52mm, AC = 34, BC = 40)

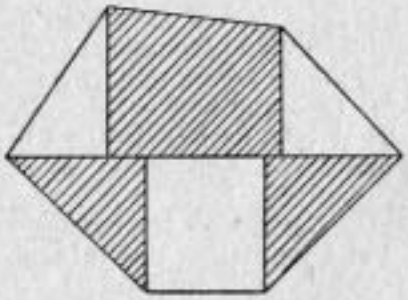


Données : h, AO, OB
(h = 25mm, AO = 16, OB = 29)

EXÉCUTION



CROQUIS COTÉ



Travail manuel

JANVIER. - 2e SEMAINE[14]

Les triangles et les polygones semblables.

I. Travail manuel. - Construire un triangle connaissant un côté et deux angles adjacents ; construire à l'intérieur de ce triangle un triangle plus petit de moitié et semblable au premier.

Définition des triangles et des polygones semblables : triangles ou polygones ayant la même forme ; il faut pour cela qu'ils aient leurs angles correspondants égaux et leurs côtés proportionnels.

1° Croquis coté. - Les élèves reproduiront tout d'abord le croquis coté dessiné au tableau.

2° Sur une première carte reproduire le plus grand des deux triangles conformément aux données du croquis (deux angles et un côté). A cet effet : tracer AB = 8 cm. ; aux extrémités A et B de cette droite tracer à l'aide du rapporteur les angles A = 50°, B= 60°. Le point d'intersection des côtés AC et BC de ces deux angles donne le 3e sommet.

3° A l'intérieur de ce triangle, construire un 2e triangle, plus petit de moitié et semblable au premier, c'est-à-dire un triangle dont les angles seront respectivement égaux à ceux du premier et les côtés égaux respectivement à la moitié des côtés correspondants du grand triangle.

Pour cela : tracer les bissectrices des 3 angles du triangle (Remarquer qu'elles se rencontrent au même point) ; prendre le milieu *o'* , *o''*, *o'''* de chacune des bissectrices A*o*, B*o*, C*o* ; par les points *o' o'' o'''* mener de, parallèles aux côtés AB, BC, CA. Le triangle ainsi obtenu est semblable au premier.

4° Sur la 2e carte (de couleur différente de la première), construire un triangle égal au petit triangle *o' o'' o'''* : tracer l'horizontale *o' o''* ; avec *o'* comme centre et *o' o'''* comme rayon, tracer un arc de cercle ; même construction du point *o''* avec *o'' o'''* comme rayon ; le point d'intersection des 2 arcs est le 3e sommet du triangle ; le joindre à o' et o''. Découper le triangle ainsi obtenu et constater par superposition qu'il est bien égal au petit triangle construit sur la 1re carte.

5° Découper le grand triangle.

[14] Page 40

Constater que le petit triangle est bien semblable au premier. Pour cela superposer successivement les angles correspondants et vérifier si les côtés sont bien égaux respectivement à la moitié des côtés correspondants du grand triangle.

Coller le petit triangle sur son égal tracé dans le grand.

II. Observations. –

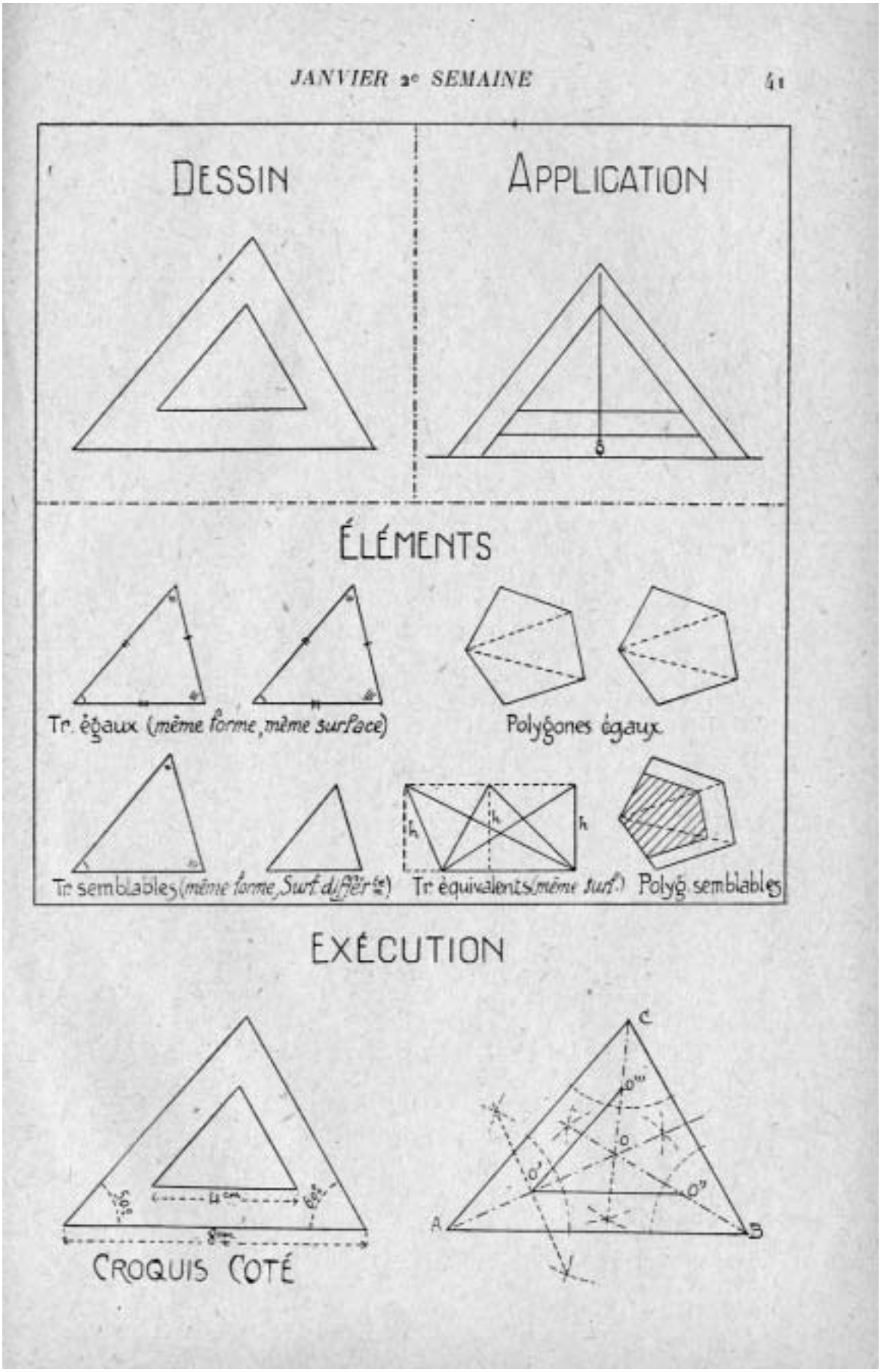
1° Qu'entend-on par *figures égales* ? - Superposables, même forme, même surface. - *Semblables* ? - Même forme, surface différente. - *Equivalentes* ? - Même surface, forme différente. (Croquis à l'appui des définitions.) Exemples : 2 triangles qu'on peut superposer exactement sont égaux (exercice ci-dessus) ; un trapèze peut être équivalent à un triangle si le nombre qui exprime la mesure de leur surface est le même ; deux polygones sont semblables lorsque leur forme est identique sans que leur surface soit la même.

2° Rappel de la définition des figures semblables (croquis). Pour construire 2 pol. semblables on trace les côtés du second parallèles à ceux du premier.

III. Dessin. - Reproduction de l'exercice.

IV. Application. - Un niveau de maçon (usage).

V. Eléments étudiés. - Triangles égaux, semblables, équivalents ; polygones égaux, polygones semblables.


DESSIN
APPLICATION
ÉLÉMENTS
Tr. égaux (même forme, même surface)
Polygones égaux
Tr. semblables (même forme, Surf. différ.)
Tr. équivalents (même surf.)
Polyg. semblables
EXÉCUTION
CROQUIS COTÉ
A
B
C
O

JANVIER. – 3e SEMAINE[15]

Figures équivalentes.

I. Travail manuel. - Construire un triangle isocèle équivalent à un rectangle donné.

1° Reproduction par les élèves du croquis coté dessiné au tableau.

Comment résoudre le problème proposé ? - La surface du rectangle étant égale au produit de sa base par sa hauteur et celle du triangle au demi-produit des mêmes éléments, il suffira de construire, sur la base du rectangle, un triangle dont la hauteur sera double de celle du rectangle.

Achèvement du croquis par le tracé du triangle.

2° Sur une première feuille, construire le rectangle d'après les données du croquis. Découper.

3° Sur une feuille de couleur différente, construire un triangle isocèle ayant même base que le rectangle et une hauteur double de celle du rectangle. Tracé du triangle isocèle : élever une perpendiculaire sur le milieu de la base AB (tracé connu). Porter sur cette perpendiculaire la hauteur voulue ; joindre le point ainsi déterminé aux points A et B.

4° Découper le triangle et le coller sur le rectangle. Quand la colle sera sèche, prolonger en pointillé sur le triangle la base supérieure du rectangle et indiquer également en pointillé la hauteur du triangle.

II. Observations. –

1° Si l'on compare les surfaces des deux figure construites dans cet exercice, on remarque qu'on a :

Rectangle : $S = AB \times GF = AB \times \frac{EF}{2}$; Triangle : $S = AB \times \frac{EF}{2}$

D'où équivalence des 2 surfaces.

2° Exemples analogues d'équivalence de surfaces :

a) R*ectangle équivalent à un losange*. En effet : les 4 triangles qui composent le rectangle sont égaux aux 4 triangles qui composent le losange (voir leçon sur le losange) ; on peut

[15] Page 42

remarquer également que la surface du rectangle s'obtiendrait en multipliant sa hauteur (petite diagonale du losange) par sa base (1/2 grande diagonale), soit $\frac{D}{2} \times d$ ou $\frac{D \times d}{2}$ (surface du losange).

b) *Parallélogramme équivalent à un trapèze*. En effet, ils ont même hauteur et la base du parallélogramme est égale à la base moyenne trapèze (soit $\frac{B+b}{2}$).

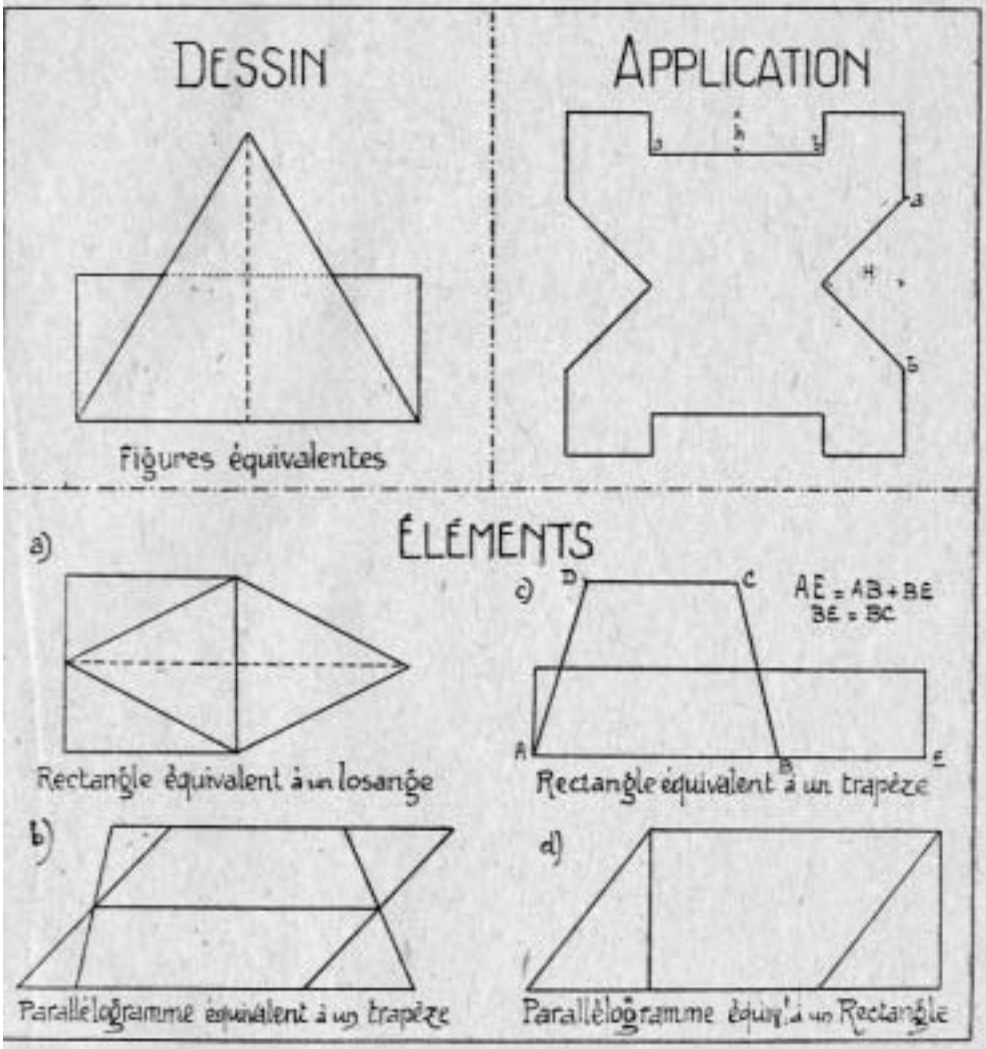
c) *Rectangle équivalent à un trapèze*. On a en effet construit la base AE égale à la somme des bases du trapèze et la hauteur du rectangle égale à la moitié de la hauteur du trapèze.

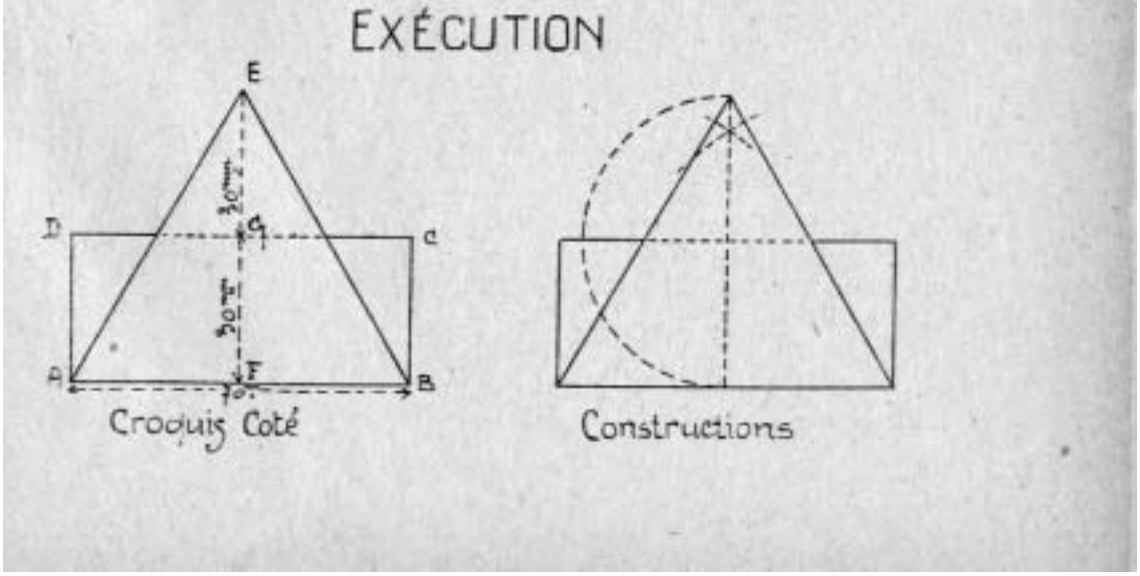
d) *Parallélogramme équivalent à un rectangle* (voir leçon sur le parallélogramme). ,

III. Dessin. - Représentation au net de l'exercice.

IV. Application. - Entailles équivalentes dans un carré : les entailles rectangulaires ont même base que les entailles triangulaires et leur hauteur est égale à la moitié de la hauteur des triangles.

V. Elément étudiés. - Exécuter pour mémoire les croquis correspondant aux observations en inscrivant pour chaque croquis toutes observations utiles quant à la construction et aux surfaces.


DESSIN
APPLICATION
Figures équivalentes
ÉLÉMENTS
a)
Rectangle équivalent à un losange
c)
D
C
AE = AB + BE
BE = BC
A
B
E
Rectangle équivalent à un trapèze
b)
Parallélogramme équivalent à un trapèze
d)
Parallélogramme équiv. à un Rectangle


EXÉCUTION
E
D
C
A
F
B
Croquis Coté
Constructions

JANVIER. - 4e SEMAINE[16]

Assemblage de figures simples.

I. Travail manuel. –

1° Croquis coté du travail à exécuter à reproduire à main levée par les élèves sur leur cahier.

2° Sur une première carte dessiner un carré de 8 cm. de côté et dans ce carré un quadrillage au centimètre : pour plus de précision exécuter ce quadrillage en partageant l'axe horizontal du carré par le procédé des perpendiculaires élevées au milieu d'une droite (voir observations, même leçon). Tracer les contours indiqués par le croquis, ainsi que les 2 petits carrés concentriques, en suivant le canevas qui vient d'être fait (mise au carreau). Découper suivant le contour extérieur.

3° Sur une carte de couleur différente de la première, reproduire les 2 carrés concentriques en ayant soin de leur donner exactement les même dimensions que celles du tracé de la première carte. Découper le contour et si possible évider le carré.

4° Coller le carré ajouré à la place qu'il doit occuper sur la premiers carte.

Insister sur la nécessité de prendre exactement les mesures et d'exécuter toutes les constructions avec une précision rigoureuse (exemples à l'appui, précision des assemblages en ébénisterie, charpente et surtout mécanique).

II. Observations. - *Partage d'une droite en, parties égales.* –

1° Méthode directe. *Avec un instrument de mesure* (mètre, décimètre, et leurs sous-multiples).

2° Méthodes indirectes.

a) *Avec une régle et un compas,* lorsqu'il s'agit de diviser la droite en un nombre pair de parties égales. Cette construction, qui donne des divisions d'une exactitude rigoureuse, est basée sur le tracé de la perpendiculaire élevée au milieu d'une droite (voir planche 5). Partager la droite

[16] Page 44

donnée AB en 2 parties égales, puis de nouveau les 2 segments ainsi déterminés en 2 parties égales et ainsi de suite, de proche en proche, autant de fois qu'il est nécessaire.

b) *A l'aide d'une ligne auxiliaire* lorsque le nombre des divisions est impair. Soit à partager en 9 parties égales une droite de 8 cm. 6, division assez difficile à faire par la méthode directe. Du point C mener une droite de 9 cm. formant un angle assez aigu avec CD ; diviser cette droite au centimètre ; joindre ED et par chacune des divisions mener des parallèles à ED qui donnent à leur intersection avec CD les divisions demandées.

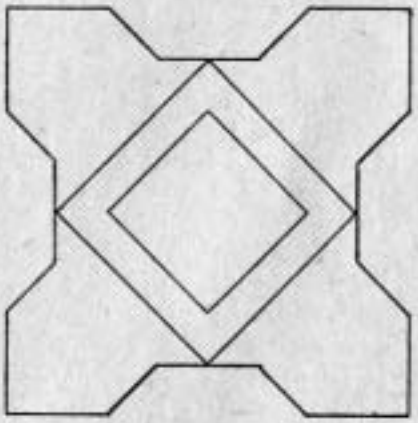
Nota : au lieu du centimètre on aurait pu prendre toute autre unité de mesure convenablement choisie et porter 9 fois cette distance sur CE.

III. Dessin. - Représentation au net de l'exercice de travail manuel.

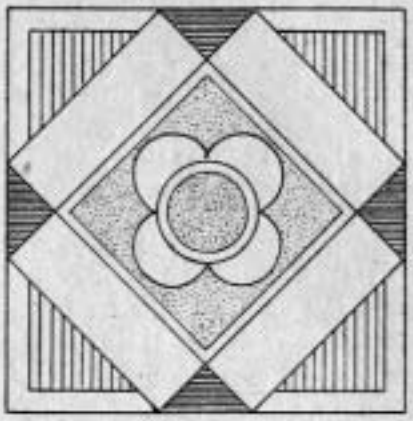
IV. Dessin d'application. - Un carreau de dallage orné d'éléments géométriques (les centres des 4 segments de corde de la petite rosace centrale se trouvent à l'intersection du cercle concentrique extérieur et des diagonales du carreau). Teinter différemment les différents champs en tons s'harmonisant entre eux.

V. Elément étudiés. - Partage d'une droite en parties égales par la méthode directe.

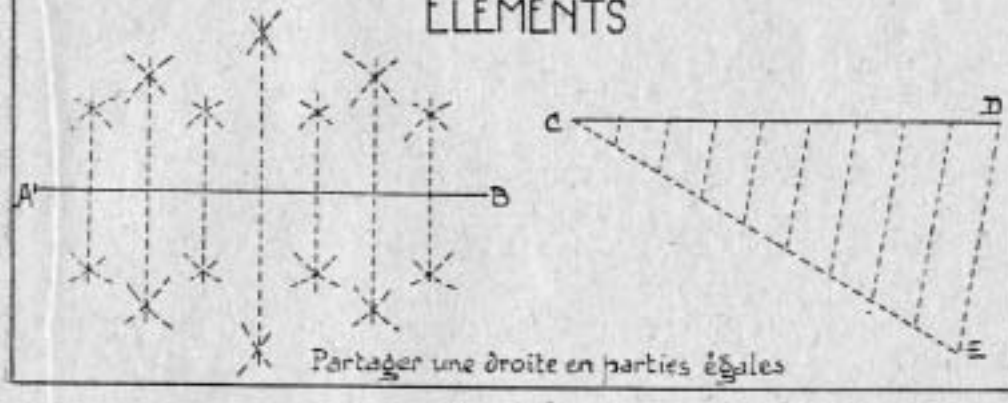
DESSIN



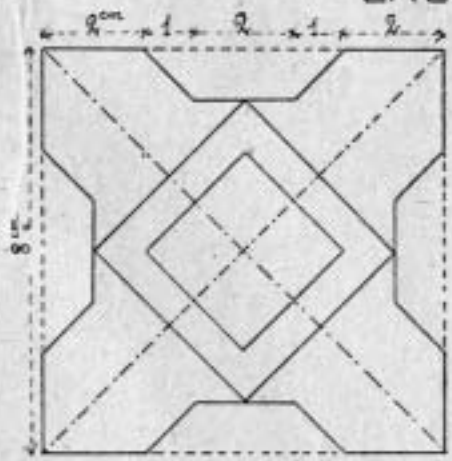
APPLICATION

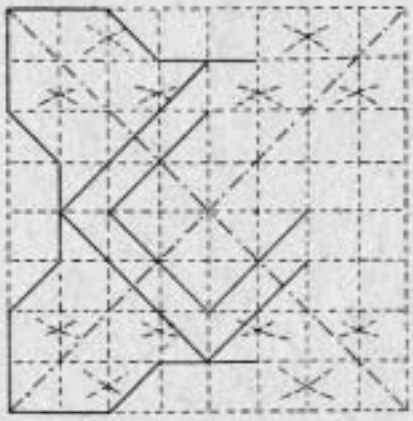


ÉLÉMENTS



EXÉCUTION





MARS. - 3e SEMAINE[17]

Raccord des droites et des courbes et des courbes entre elles.

Une des constructions les plus délicates du dessin linéaire est le raccordement des lignes et des courbes et des courbes entre elles : ces constructions sont d'un usage fréquent, dans le dessin industriel.

I. Travail manuel. –

1° Croquis coté de l'exercice.

2° Sur deux cartes de couleur différente, tracer deux dessins identiques, conformes au croquis coté. Pour cela : construire un carré et ses diagonales ; avec un rayon égal à la demi-diagonale A*o*, décrire des points A et O comme centre deux arcs de cercle qui se coupent en A'; ce point A' est le centre de l'arc de cercle qui a pour corde la demi-diagonale A*o*. Répéter la même construction pour chacun des 4 arcs de cercle qui sont tangents et par suite se raccordent en o.

3° Les tracés achevés dans les 2 carrés, découper d'abord le contour de ceux-ci, puis décomposer chaque carré en 4 parties en les découpant suivant les courbes. Constater par superposition que toutes les figures ainsi obtenues sont égales entre elles.

4° Reconstituer deux carrés conformes au croquis coté, mais en alternant la couleur de leurs éléments.

II. Observations. –

1° *Le raccord des courbes se fait toujours, nous l'avons vu, sur la ligne qui joint leurs centres.* Quand une figure se compose d'une suite d'arcs qui se raccordent on les trace à la suite les uns des autres de façon à n'avoir chaque fois qu'une des extrémités à raccorder.

2° Raccord de droites et de courbes : tangentes à un ou 2 cercles. –

A. *Mener deux tangentes à un cercle par un point donné*. Deux moyens :

[17] Page 58

a) Avec A*o* comme rayon décrire un arc de cercle BOC ; prendre sur cet arc BB' = OB', CC' = OC ; joindre OB, OC : le point d'intersection de ces droites avec le cercle est le point de contact qu'il suffit de joindre à A pour avoir la tangente cherchée. –

b) On peut aussi, avec le milieu O' de AO comme centre, décrire une circonférence dont les points d'intersection avec le cercle O donnent les points de contact (fig. 1, Eléments).

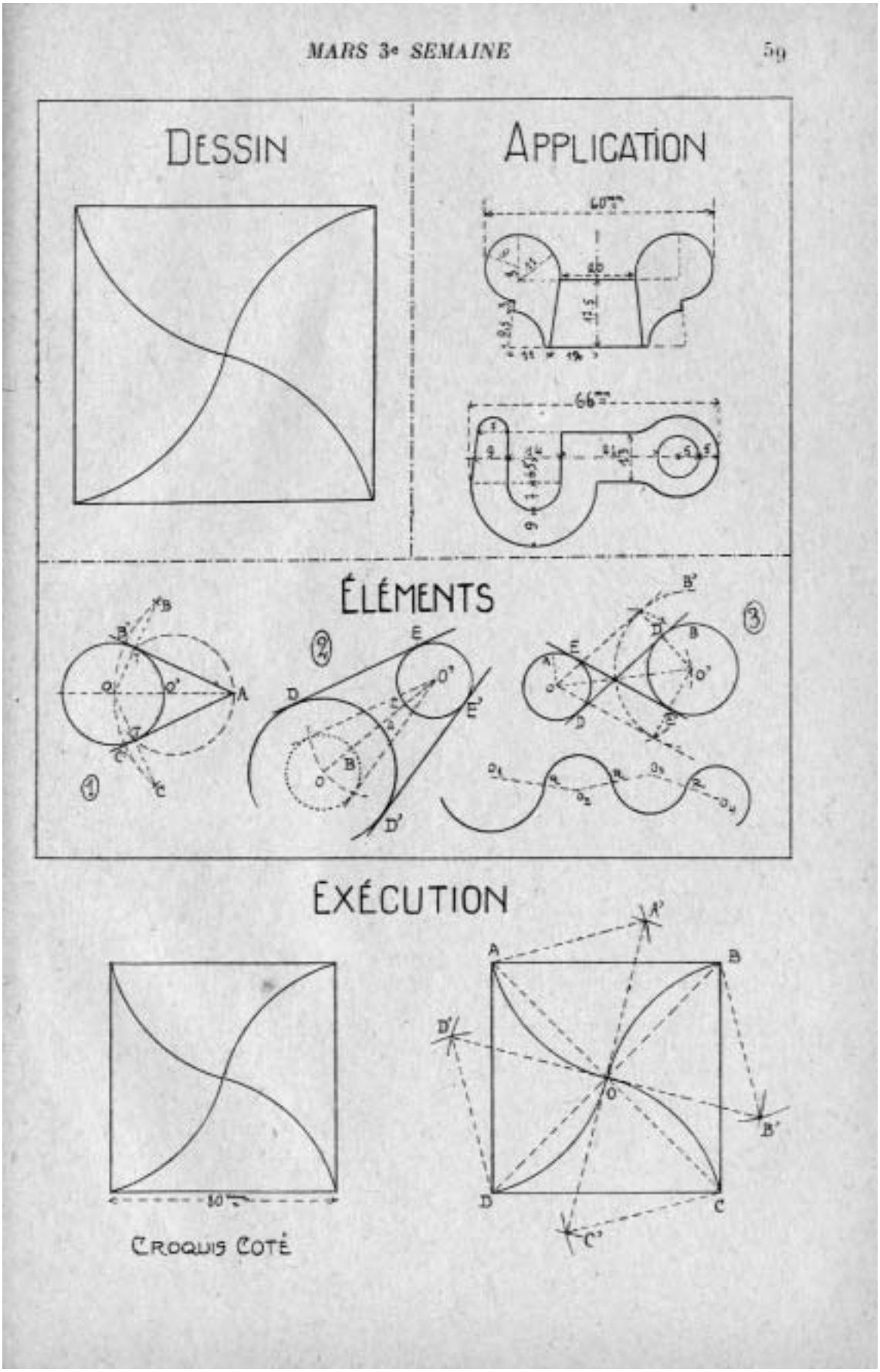
B. *Mener deux tang. ext. à 2 cercles inégaux*. - Joindre les centres OO' des 2 circ. ; prendre BA = O'C et tracer de O, avec OB comme rayon, un cercle concentrique au grand. Mener 2 tangentes à ce cercle ; mener 2 parallèles DE, D'E' : ce sont les tangentes cherchées.

C. *Mener 2 tang. intérieures à des cercles inégaux*. - Après avoir joint OO', ajouter le rayon de la petite circ. à celui de la grande (BB'= AO). Par O' avec O'B' tracer un cercle concentrique à O'. Par O mener 2 tang. à ce cercle. Mener les rayons OD' OE' et par leurs points d'intersection avec le cercle deux parallèles DE, D'E' aux tangentes tracées : ce sont les droites demandées.

III. Dessin. - Représentation de l'exercice.

IV. Application. - Ecrou à oreilles (élévation) et crochet (constructions en pointillé et cotes indiquées sur le croquis).

V. Eléments. - Tangentes à un cercle menées par un point donné ; tangentes extérieures et tangentes intérieures â deux cercles ; raccordement de courbes.


DESSIN
APPLICATION
ÉLÉMENTS
EXÉCUTION
CROQUIS COTÉ

MARS. – 4e SEMAINE[18]

Symétrie par rapport â un ou plusieurs axes.

On dit que deux points sont symétriques par rapport à un axe lorsque ces deux points sont situés de part et d'autre de cet axe sur une même perpendiculaire et à égale distance de l'axe (croquis au tableau). On dit qu'une figure est symétrique, lorsque tous les points de son contour sont respectivement symétriques.

I. Travail manuel. –

1° Croquis coté. - Reproduction par les élèves du croquis coté dessiné au tableau. - *Nota*. - On pourra soit exécuter le dessin à main levée, soit le construire au compas: dans le premier cas, dessiner au tableau le croquis 1 qui donne les cotes par rapport à l'axe de symétrie, dans le 2e cas le croquis 2 (à compléter), qui donne les cotes des rayons des différentes courbes.

2° Sur l'une des faces d'une carte de couleur préalablement pliée en deux, tracer, à main levée ou au compas, une moitié seulement du dessin l'axe coïncidant avec le pli.

3° Le dessin étant ainsi tracé, maintenir la feuille pliée et découper suivant le contour. Déplier.

4° Tracer une droite suivant le pli et coller la figure sur le cahier.

II. Observations. - Une figure peut être symétrique par rapport à un ou plusieurs axes.

1° *Symétrie par rapport à un axe.* - Dans la symétrie à un axe, les éléments semblables du contour se répètent de part et d'autre de l'axe et à égale distance de celui-ci. Exemples: l'exercice ci-dessus, le dessin d'application et le croquis 1 (Eléments).

[18] Page 60

2° *Symétrie à 2 axes.* - Dans le croquis 2 (Eléments) le même motif se répète symétriquement suivant deux axes AB et CD qui se coupent à angle droit: le motif-type, inscrit dans l'angle droit AOB, est en traits forts.

3° *Symétrie à 3 axes.* - Dans le 3e croquis le même motif se répète symétriquement par rapport à trois axes (qui dans cet exemple sont les bissectrices des angles d'un triangle équilatéral).

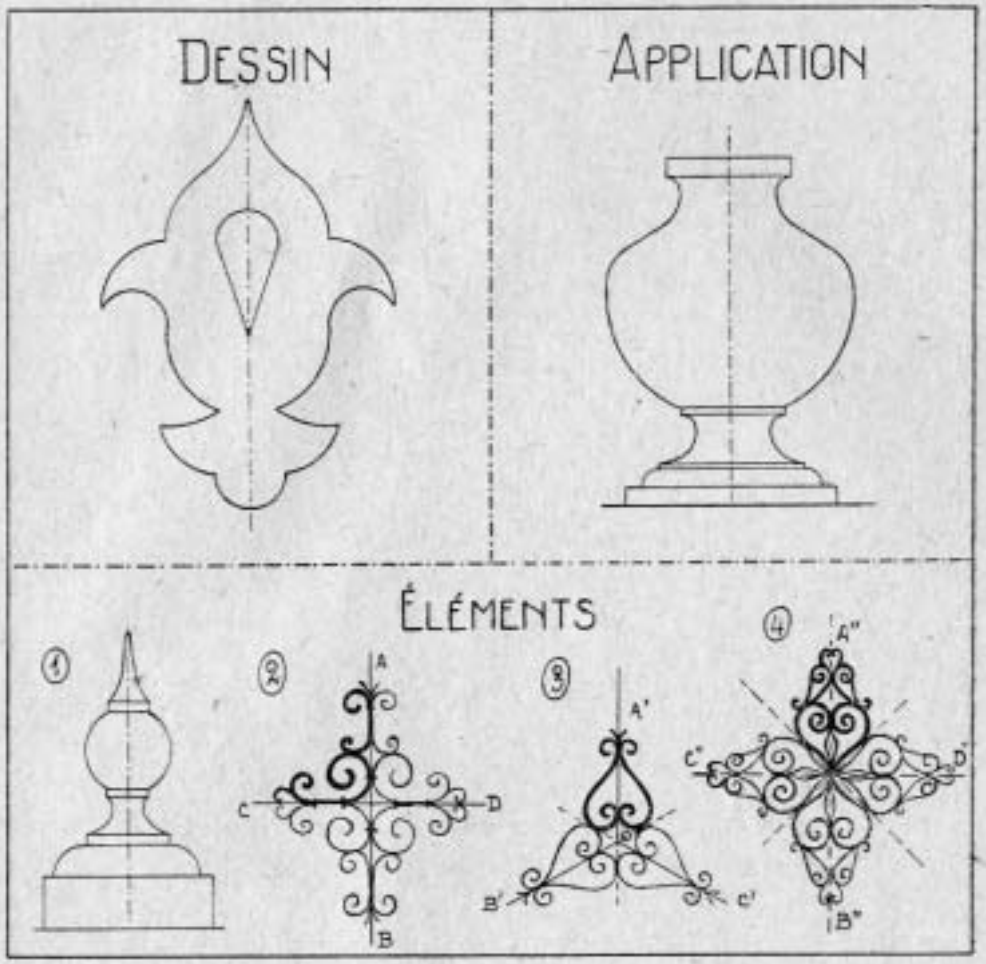
4° *Symétrie par rapport à 4 axes.* - En traçant deux axes à angle droit et les bissectrices de ces angles on obtient les 4 axes A"O, B"O, C"O, D"O' (CO, point d'intersection des axes) : le motif type symétrique par rapport à l'axe A"O, s'inscrit dans l'angle formé par les 2 bissectrices et se répète dans les 4 autres angles.

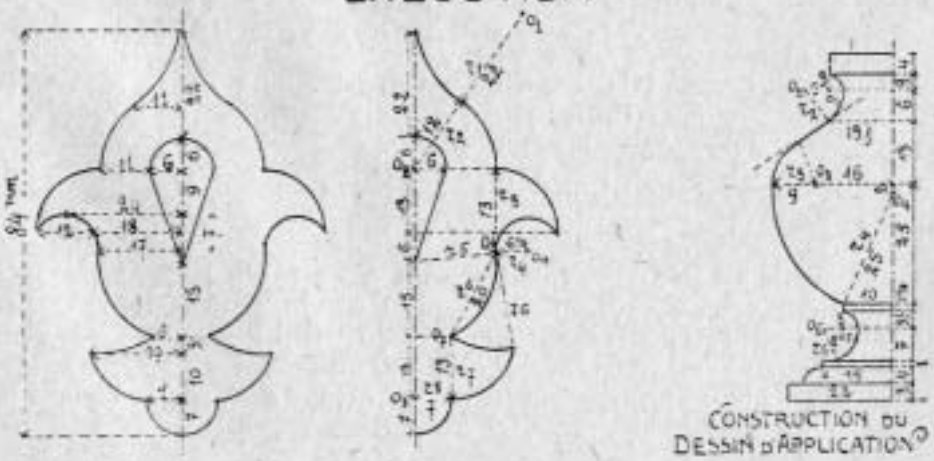
La symétrie est une des lois fondamentales de la composition décorative ; il importe donc d'en bien saisir la mécanisme. On pourra inciter les élèves à chercher eux-mêmes des motifs symétriques.

Dans la pratique, on dessine l'un des motifs ou l'un des contours symétriques que l'on décalque ensuite autant de fois qu'il est nécessaire autour des axes de symétrie.

III. Dessin. - Reproduction de l'exercice de T. M. Tracé au compas ou à main levée ; voir croquis exécution : r^1 r^2 ,etc., indiquent les rayons et O^1 O^2 O^3 les centres correspondants des différentes courbes du profil.

IV. Application. - Un vase à profils symétriques (même remarque que pour le dessin, au sujet du tracé).


DESSIN
APPLICATION
ÉLÉMENTS
1
2
3
4
A
B
C
D
A'
B'
C'
A"
B"
C"
D"


EXÉCUTION
CONSTRUCTION DU
DESSIN D'APPLICATION

AVRIL. – 1re SEMAINE[19]

Représentation des solides : projections, développement.

Leçon de transition entre l'étude des figures planes et celle des solides.

I. Travail manuel. - Exécuter une enveloppe de lettre.

1° *Croquis coté.* - A reproduire par les élèves. Ce croquis donne le développement de l'enveloppe, c'est-à-dire la figure obtenue lorsqu'on rabat sur un même plan, avec la face rectangulaire, les 4 parties qui composent le système de fermeture de l'enveloppe.

2° Sur une feuille rectangulaire, construire le développement conformément au croquis coté ; découper suivant le contour extérieur et plier suivant les 4 côtés du rectangle ; coller le triangle inférieur sur les 2 triangles latéraux et laisser libre le triangle de fermeture.

II. Observations. –

1° En construisant l'enveloppe. qui ne comporte que 2 faces, nous avons vu ce qu'on entend par *développement*. Si au lieu dune enveloppe il s'agit d'un solide géométrique composé d'un certain nombre de faces, 6 par exemple pour le cube, on peut rabattre ces 6 faces sur un même plan et faire ainsi le développement du cube. Inversement, pour construire un solide en carton on en trace d'abord le développement et l'on assemble ensuite les différentes faces ainsi tracées.

2° *Représentation des solides : projections.* - Pour représenter d'une façon exacte, la forme des corps, on a recours à la méthode des projections, qui a pour but de *représenter les corps à l'aide de leurs projections sur deux plans se coupant à angle droit.* Dans la pratique, *le plan vertical est supposé rabattu sur le plan horizontal H*, séparé du premier par la *ligne de terre LT*, charnière autour de laquelle s'est fait le rabattement.

On sait que *la projection d'un point sur un plan est le pied de la perpendiculaire abaissée du point sur le plan.*

Pour bien comprendre la méthode des projections, les élèves se rendront compte expérimentalement de ce qu'est la projection d'un point en tenant leur cahier ouvert à angle droit.

[19] Page 62

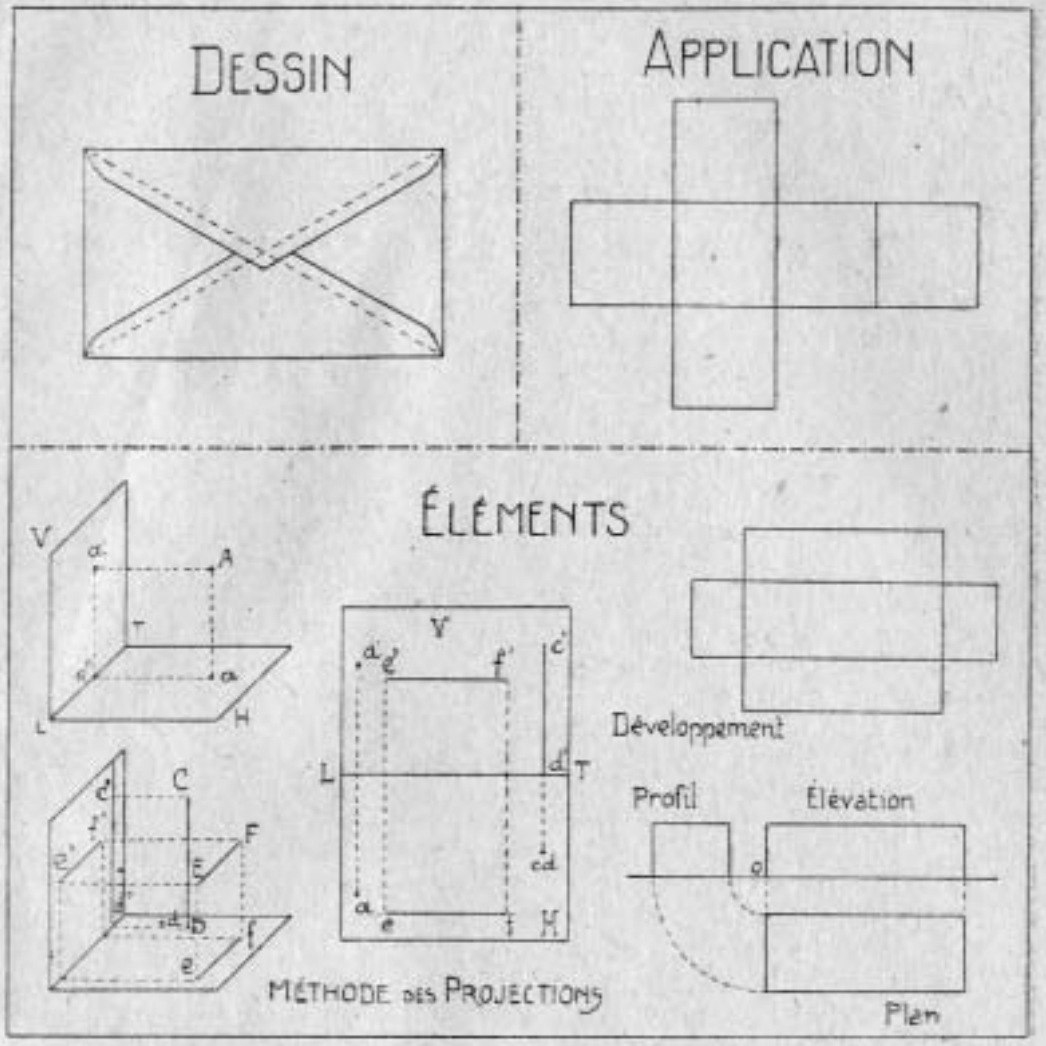
- Un deuxième cahier tenu dans la position A*a'a* (1er croquis, éléments) figurera le plan de projection, le bord A*a'* la *projetante horizontale* et le bord Aa, la *projetante verticale* ; en suivant les bords *a'a"* et *aa"* ils traceront sur leur cahier 2 traits au crayon *a'a"* et *aa"* ; le cahier ouvert, ils constateront que *les projections a' et a du point A sont sur une même perp. à LT.*

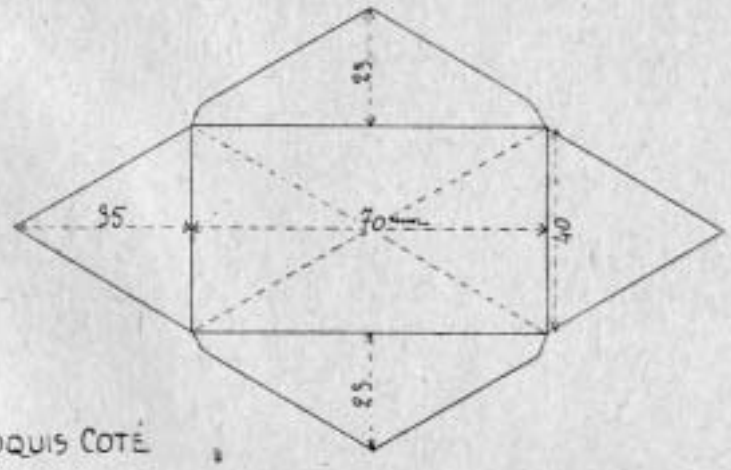
- Même exercice pour les projections de la droite (*e'f'* , *ef* , horizontale parallèle aux plans de proj. : cahier tenu horizontalement ; - *e'd'* , verticale : cahier tenu verticalement ; remarquer que la proj. horiz. d'une verticale est un point).

III. Dessin. - Représentation de l'exercice.

IV. Application. - Développement d'un cube.

V. Eléments étudiés. - Projections du point et de la ligne (croquis perspectif, à gauche, et projections, à droite), développement d'un parallélépipède et ses projections. Noter que *le profil est le rabattement sur le plaie vertical des projections verticales de l'objet sur un plan auxiliaire perpendiculaire aux 2 plans de projection* (d'où les arcs de cercle indiquant la rotation autour de la charnière O).


DESSIN
APPLICATION
ÉLÉMENTS
V
A
T
L
H
C
F
Développement
Profil
Élévation
Plan
MÉTHODE DES PROJECTIONS


EXÉCUTION
25
95
70mm
40
25
CROQUIS COTÉ

MAI. - 2e SEMAINE[20]

La pyramidé triangulaire.

Une *pyramide* est un solide qui a pour base un polygone et dont les faces sont des triangles qui se réunissent en un même point appelé sommet de la pyramide. Définition des éléments : base, arêtes, sommet, hauteur.

I. Travail manuel. - *Construire une pyramide triangulaire de même base et de même hauteur que le prisme triangulaire précédemment construit.*

1° Croquis coté. - Afin d'habituer les élèves à lire eux-mêmes et à comprendre le croquis coté des projections, on donnera de préférence, dorénavant, te croquis des projections de l'objet à construire et l'on demandera aux élèves d'en déduire eux-mêmes le développement. Toutefois, pour la pyramide il y aura lieu de leur faire remarquer que les arêtes étant inclinées par rapport aux plans de projection ne se projettent pas sur eux en vraie grandeur. D'ailleurs, en manière de transition, il conviendra, dans cette leçon, de les mettre sur la voie pour déduire du croquis coté, le développement de la pyramide.

2° *Développement de la pyramide.* - La pyramide triangulaire, ayant pour base un triangle a par suite 3 faces latérales dont les bases sont égales aux côtés du triangle de base de la pyramide ; lorsqu'on développe les 3 faces, les sommets de base de la pyramide se trouvent sur un même arc de cercle ayant pour centre le sommet de la pyramide et pour rayon la longueur de l'arête latérale: d'où la construction (voir croquis Développement). Pour avoir la longueur de l'arête lorsqu'on connaît la hauteur de la pyramide il faut construire le triangle rectangle A'O'B' ayant pour hauteur h et pour base la longueur OB (plan) ; dans l'élévation de profil, l'arête AB étant parallèle au plan de profil se projette sur ce plan en vraie grandeur : on peut donc se dispenser de construire le triangle A'O'B dans le développement puisque l'on peut avoir directement sur l'élévation de profil la vraie grandeur de AB.

3° Tracer, comme d'habitude, le développement sur un carton et une feuille et procéder comme pour les précédents exercices.

[20] Page 72

II. Observations. –

1° *Volume de la pyramide.*

- On démontre, en géométrie, que le volume d'une pyramide est égal au 1/3 d'un prisme triangulaire de même base et de même hauteur que la pyramide (Fig. 1, Eléments). Les 3 pyramides que l'on peut construire dans ce prisme sont en effet équivalentes puisqu'elles ont même base et même hauteur.

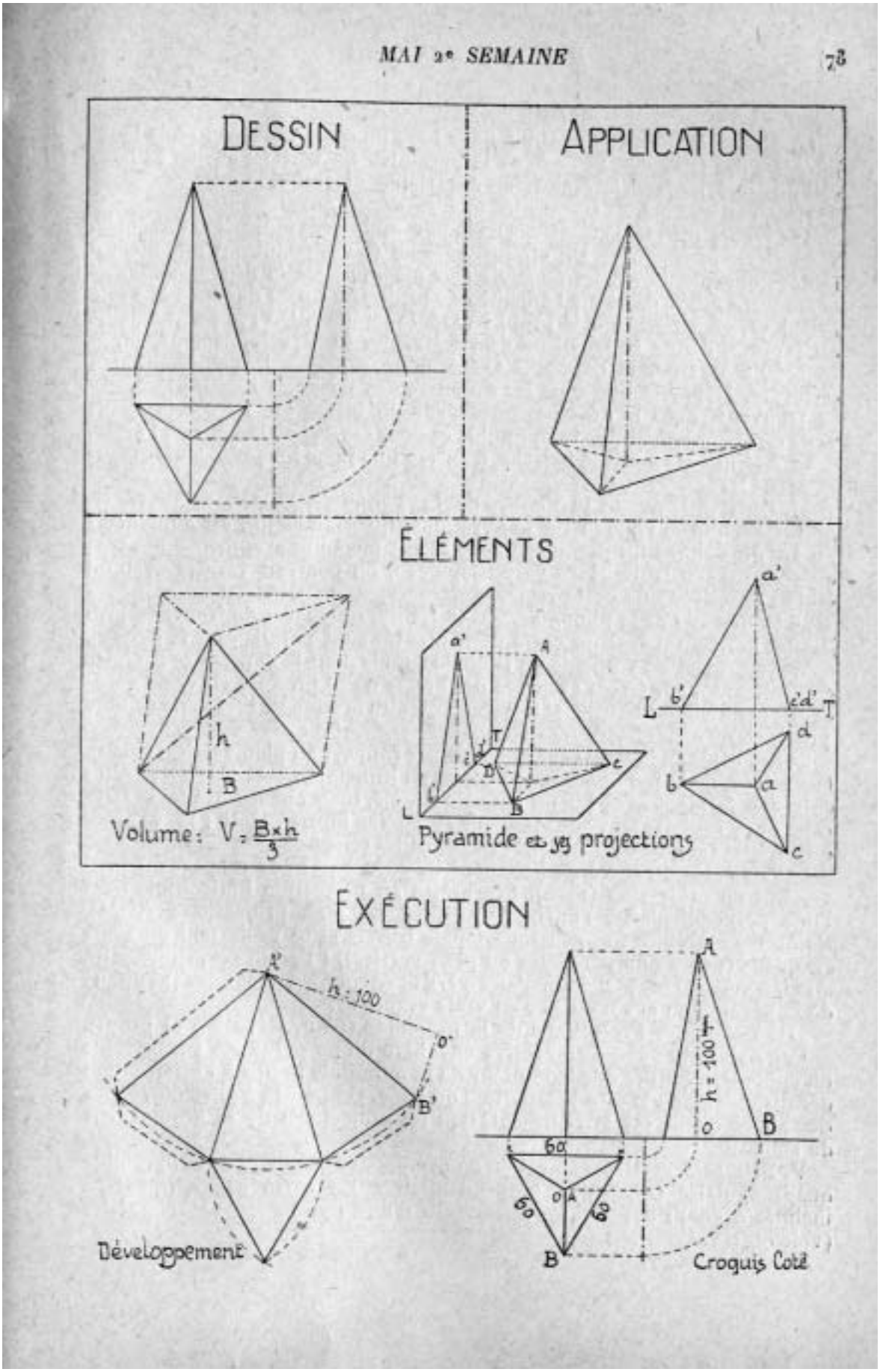
- Au lieu de cette démonstration abstraite, il sera préférable de remplir de sable l'un des prismes précédemment construits et de montrer aux élèves qu'on peut remplir 3 pyramides égales avec ce sable.

2° *Projections de la pyramide.* -Expliquer, d'après le croquis perspectif et avec une pyramide placée d'une façon analogue entre les 2 faces d'in livre ouvert à angle droit, le mécanisme des projections.

III. Dessin. - Projections de la pyramide.

IV. Application. - Perspective d'une pyramide triangulaire.

V. Eléments. - Volume de la pyramide triangulaire (croquis, pour mémoire, montrant que le volume de la pyramide triangulaire est égal au 1 ,1:3 du volume d'un prisme de même base et de même hauteur), croquis perspectif montrant la projection d'une pyramide dont l'une des faces latérales ;est perpendiculaire au plan vertical de projection et dessin géométral correspondant.


DESSIN
APPLICATION
ÉLÉMENTS
h
B
Volume : V = B×h / 3
a'
A
T
L
B
a'
b'
c'd'
T
d
b
a
c
Pyramide et ses projections
EXÉCUTION
h = 100
o'
B'
Développement
A
h = 100
o
B
60
60
60
o
B
Croquis Coté

JUIN. - 1re SEMAINE[21]

Le tronc de pyramide.

Le *tronc de pyramide* est le solide obtenu en coupant une pyramide quadrangulaire ou polygonale suivant un plan parallèle à la base.

Définitions. - Bases, faces latérales, hauteur.

I. Travail manuel. –

1° *Croquis coté.* - Projections du tronc de pyramide quadrangulaire avec indication des cotes. Sur le croquis ci-joint (Exécution), on a construit, sur le profil, le triangle rectangle OO'A pour
avoir la vraie grandeur de l'arête *aa'*.

2° *Développement.* - Du croquis coté, les élèves déduiront eux-mêmes le développement : 4 faces en forme de trapèze et 2 faces carrées. Marche à suivre : recherche de la vraie grandeur de l'arête de la pyramide et du tronc de pyramide, tracé de cette arête et, du sommet de la pyramide comme centre avec O*a'* et O*a* comme rayon, tracé de 2 arcs de cercles concentriques; porter 4 fois le côté du grand carré sur l'arc passant par *a*, joindre ces divisions à O et achever la figure comme l'indique la fig. Développement.

3° Exécuter comme précédemment l'assemblage et le collage.

II. Observations. –

1° *Volume du tronc de pyramide.* - On démontre en géométrie que le volume du tronc de pyramide est équivalent à la somme des volumes de trois pyramides qui ont pour hauteur commune la hauteur du tronc et pour bases, l'une la base supérieure l'autre la base inférieure, et la 3e une moyenne proportionnelle entre ces 2 bases. Mais dans la pratique que on peut calculer le volume de la pyramide dont est issue le tronc et de la petite pyramide qui surmonte le tronc et faire la différence entre les 2 volumes. D'où la formule V = volume P - vol. p.

2° *Différentes sortes de troncs de pyramide.* - Il existe autant de sortes de troncs de pyramides qu'il existe de sortes de pyramides.

[21] Page 78

1° Tronc de pyramide triangulaire, sa projection horizontale : 2 triangles concentriques semblables ; sa projection verticale : un trapèze (dans le croquis - Eléments - deux faces sont visibles et la 3e arête se confond avec l'axe de la pyramide).

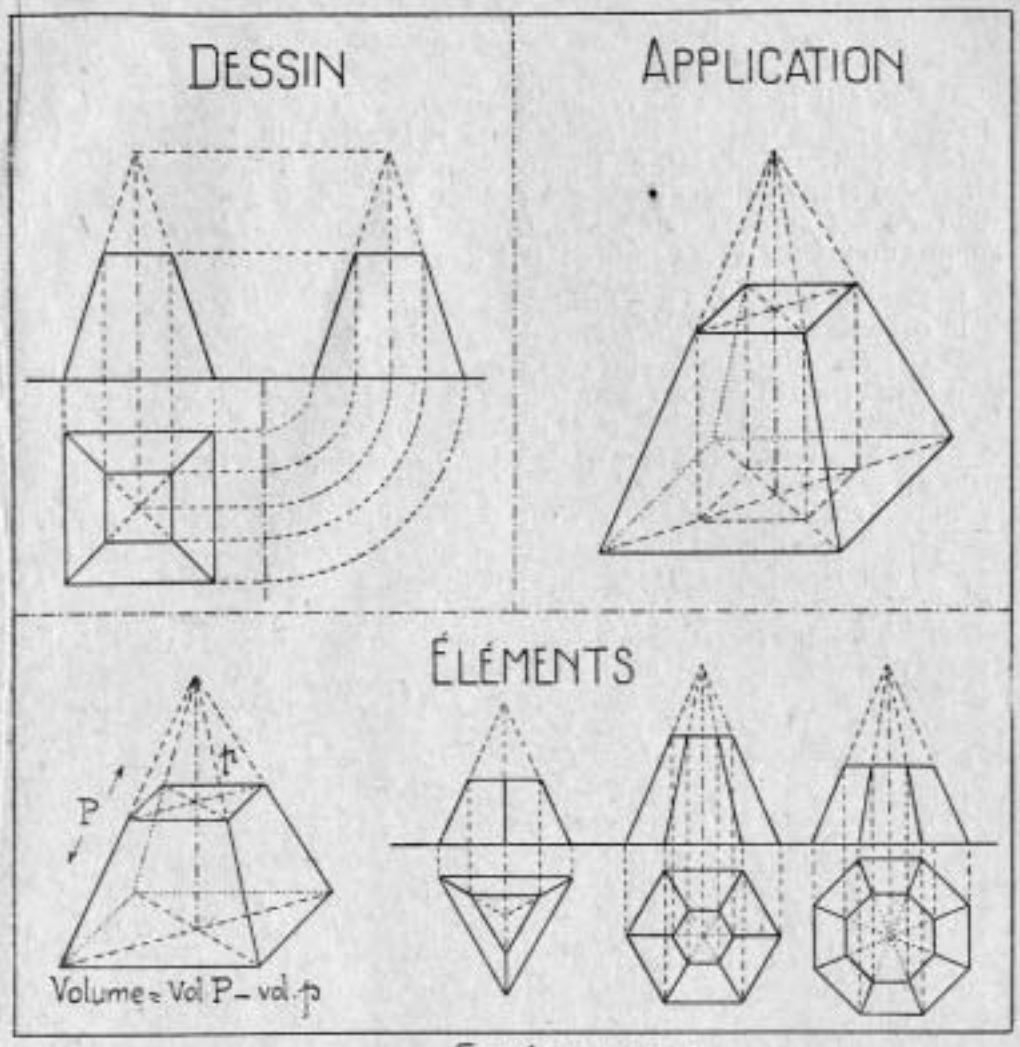
2° Tronc de pyramide hexagonale. Projection horizontale : deux hexagones concentriques ; projection verticale : un trapèze formé par la projection des 2 bases et des 2 arêtes extrêmes du solide. (Dans le croquis, 3 faces sont visibles et les 2 arêtes visibles forment elles-mêmes un trapèze avec la projection des bases). –

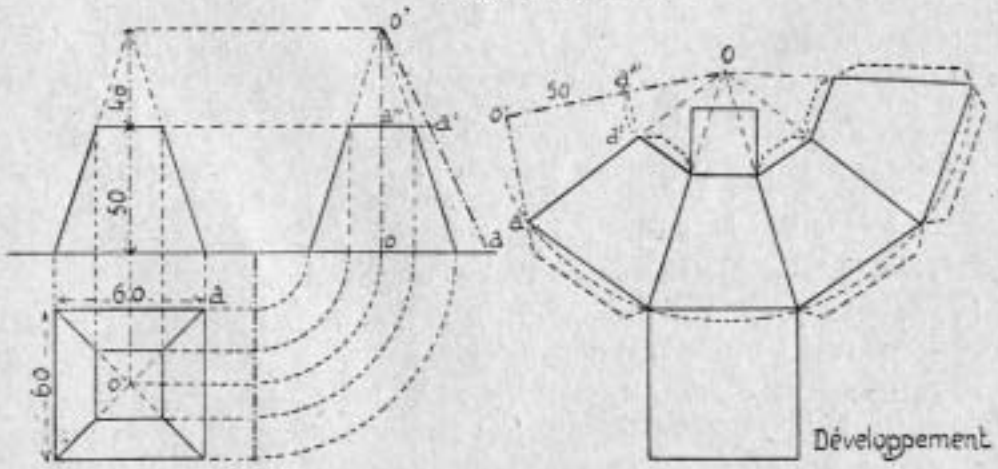
3° Tronc de pyramide octogonal. Projection horizontale : 2 octogones concentriques. Projection verticale : un trapèze. (Dans le croquis 3 faces seulement sont visibles, les deux faces latérales perpendiculaires au plan vertical se projetant selon des lignes droites qui se confondent avec les arêtes extrêmes du solide.) Ne pas oublier d'indiquer les arêtes sur le plan.

III. Dessin. - Projections du tronc de pyramide construit. Remarquer qu'élévation de face et de profil sont identiques.

IV. Application. - Dessin perspectif d'un tronc de pyramide rectangulaire. Construire la pyramide sur un carré en perspective (l'axe passe par l'intersection des diagonales), à une hauteur quelconque construire un 2e carré dont les côtés sont parallèles à celui de base et les sommets sur les arêtes de la pyramide.

V. Eléments. - Volume du tronc de pyramide; projections de 3 troncs de pyramides différents.


DESSIN
APPLICATION
ÉLÉMENTS
P
p
Volume = Vol P – vol p


EXÉCUTION
o'
40
50
60
60
a
o
a'
a''
o''
d''
d
Développement

JUIN. - 2e SEMAINE[22]

Les corps ronds: le cylindre.

Si l'on fait tourner un rectangle autour d'un de ses côtés, l'extrémité du côté opposé trace une circonférence et le côté lui-même engendre une surface courbe (constatation expérimentale). Le cylindre droit à base circulaire est le volume engendré par un rectangle qui tournerait autour d'un de ses côtés comme axe. On peut aussi considérer le cylindre comme un prisme d'un nombre infini de faces. (Définition des éléments.)

I. Travail manuel. - *Construire un cylindre droit à base circulaire.*

1° *Croquis coté.* - Projections du cylindre.

2° *Développement.*- D'après les données du croquis les élèves construiront le développement du cylindre, en s'aidant des indications du maître. Le cylindre comporte de part et d'autre du rectangle, développement de sa surface de tour, deux cercles de base. La hauteur du rect. est égale à celle du cylindre. Mais quelle est sa longueur ? - Sa longueur est égale à la longueur de la circ. de base, c'est-à-dire au produit $2\pi R$ Pour avoir la longueur exacte du rectangle on peut donc multiplier le diamètre du cercle de base du cylindre par 3,1416. On peut aussi procéder empiriquement de la façon suivante : partager la circonférence en 8 parties égales par exemple, reporter avec une ouverture de compas la corde qui sous-tend l'arc compris entre 2 divisions en ayant soin d'augmenter très légèrement cette longueur, puisque c'est en réalité la longueur de l'arc qu'on devrait porter.

3° Découper séparément le rectangle et les 2 cercles tracés sur une feuille de papier et une carte (sur le papier laisser les cercles accolés au rectangle). Pour assembler le cylindre, on peut ou ménager des attaches sur les grands côtés du rectangle ou coller avec des bandes de papier.

II. Observations. –

1° *Volume du cylindre.* - Le cylindre peut être considéré comme équivalent à un prisme d'un nombre indéfini de côtés; son volume est égal au produit de la surf. du cercle de base par la hauteur du cylindre ; soit $V = B \times h$ ou en remplaçant B par sa valeur $V = \pi R^2 h$

[22] Page 80

La surface latérale du cylindre a pour mesure le produit de la circonférence de base par la hauteur, soit 2 πRh.

2° *Projections du cylindre*.

- 1° Cylindre reposant par sa base sur le plan horizontal ; projection verticale, un rectangle; projection horizontale, un cercle.

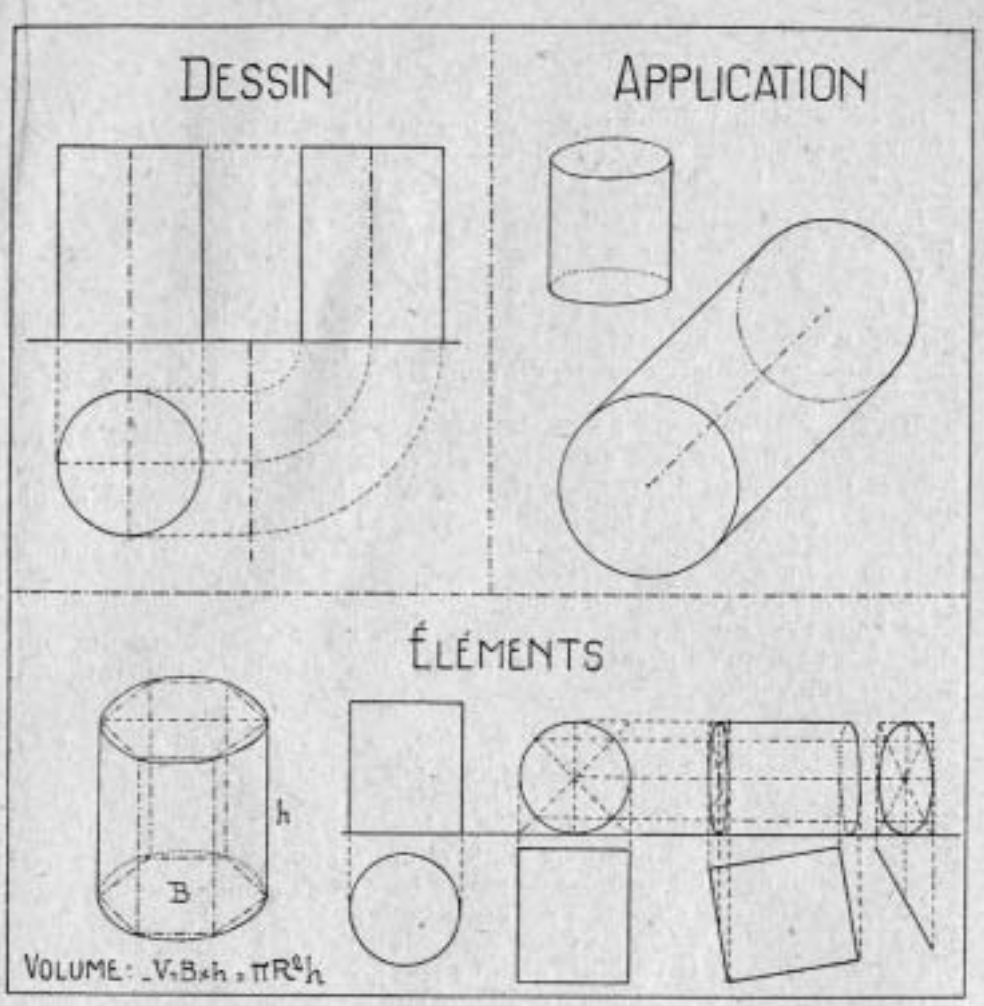
- 2° Cylindre tangent par une de ses génératrices au plan horizontal : figure inverse de la précédente.

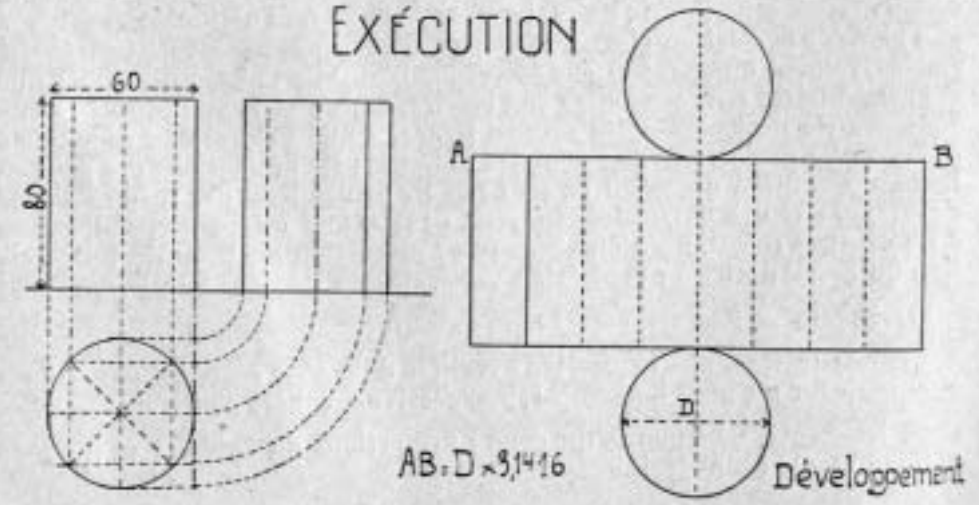
- 3° La génératrice de cylindre (ou l'axe) est oblique par rapport au plan vertical ; projection horizontale, un rectangle ; la projection verticale des cercles de base est elliptique. Noter que *la projection horizontale ou la projection d'un cercle est une ellipse lorsque ce cercle horizontal ou vertical est oblique à l'autre plan de projection ; la projection inverse est une droite égale au diamètre du cercle*. (Les fig. 3 et 4 montrent comment on détermine cette ellipse.)

III. Dessin. - Projections du cylindre construit.

IV. Application. - Perspective cavalière d'un cylindre reposant par sa base sur un plan horizontal et d'un cylindre couché sur ce plan.

V. Eléments.- Volume du cylindre (avec prisme hexagonal inscrit) projections d'un cylindre et d'un cercle vertical oblique au plan vertical.


DESSIN
APPLICATION
ÉLÉMENTS
h
B
VOLUME : V=B×h = πR²h


EXÉCUTION
60
80
A
B
D
AB=D×3,1416
Développement

JUIN. - 4e SEMAINE[23]

Corps ronds : le tronc de cône.

Le tronc de cône est le solide obtenu en coupant un cône suivant un plan parallèle au cercle de base ; la section est un nouveau cercle concentrique au premier. (Exemples : un seau, le corps d'un broc, etc.)

I. Travail manuel. - *Construire un tronc de cône à bases parallèles.*

1° *Croquis coté.* - Projections d'un tronc de cône (on représente ordinairement en pointillé la partie du cône retranchée pour obtenir le tronc de cône). La projection horizontale donne 2 cercles concentriques ; la projection verticale est un trapèze.

2° *Développement.* - Le développement est un secteur de couronne circulaire pour la surface latérale et deux cercles pour les bases. Le rayon de la grande circonférence du secteur est égal à la génératrice de contour apparent O*a* ; celui de la petite, à la différence O*a'* entre O*a* et *aa'*. Pour avoir la longueur de cette génératrice o*a* on construit le triangle rectangle OO'*a* tel que l'on ait dans ce triangle OO' = 90 mm. et O'*a* = 30 (données du croquis). Les diamètres respectifs des cercles de base sont donnés parle croquis.

3° Tracer le développement sur papier et sur carton et procéder comme précédemment pour 1'achèvement de l'exercice (coller tout de suite la base supérieure).

II. Observations. –

1° *Volume du tronc de cône.* - On peut calculer le volume du tronc de cône en calculant d'abord le volume du cône dont est issu ce solide et en retranchant le volume du petit cône enlevé pour obtenir le tronc.

La surface latérale du tronc de cône a pour mesure le produit de la demisomme des bases par la génératrice de contour apparent.

2° *Projections du tronc de cône* (croquis en perspective cavalière). Le croquis en perspective cavalière (Eléments) montre comment on obtient un tronc de cône à bases parallèles

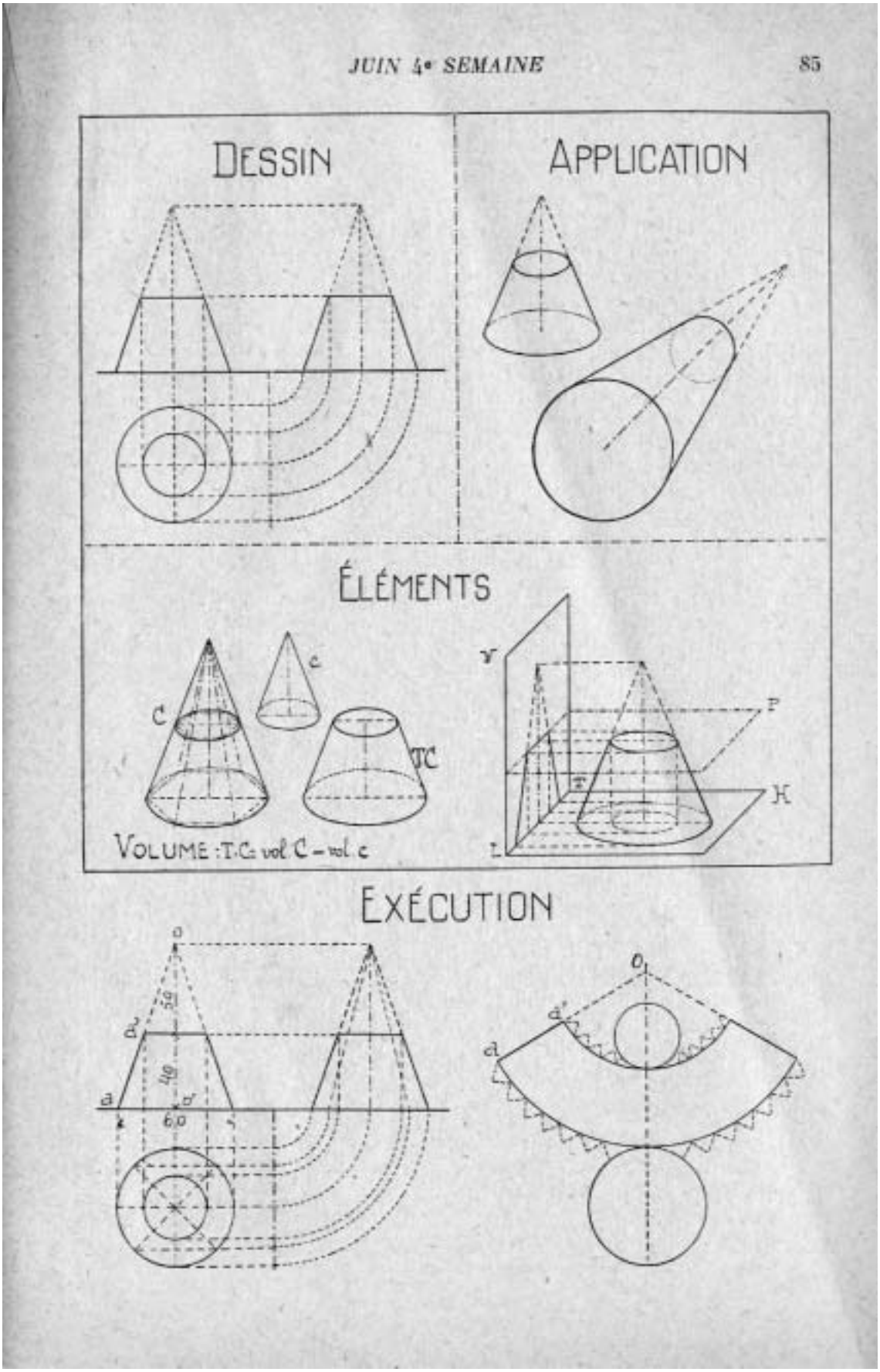
[23] Page 84

et quelles sont les projections de ce tronc. Le plan P parallèle au plan H, coupe le cône suivant un cercle qui se projette sur le plan horizontal suivant un cercle égal à la section et concentrique au cercle de base inférieur. En projection verticale, les deux cercles de base se projettent suivant des lignes droites, puisque l'un et l'autre sont tracés dans des plans projetants perpendiculaires au plan V (notion précédemment acquise). Les élèves reproduiront le dessin perspectif tracé au tableau. Pour rendre la démonstration plus concrète encore, on pourra procéder comme il a déjà été fait au cours de précédentes leçons : les plans de projection seront simulés par un livre ouvert à angle droit sur la partie horizontale duquel on placera le tronc de cône qui vient d'être construit. Un cahier fermé figurera le plan P et pourra également servir de plan projetant pour déterminer les projections verticales des génératrices de contour apparent.

III. Dessin. - Projections du tronc de cône construit.

IV. Application. - Perspective cavalière d'un tronc de cône reposant par sa base inférieure sur un plan horizontal ; perspective cavalière d'un tronc de cône placé de telle sorte que ses bases soient de front (c'est-à-dire verticales et parallèles au tableau).

V. Eléments. - Croquis perspectif à main levée pour rappeler le calcul du volume d'un tronc de cône et comment on obtient un tronc de cône et ses projections.


DESSIN
APPLICATION
ÉLÉMENTS
C
c
TC
V
P
H
VOLUME : T.C. vol C − vol c
EXÉCUTION
o
d'
d
40
60
o
d'
d

SUJETS DONNÉS AUX EXAMENS DU CERTIFICAT D'ÉTUDES[24]

I. - EXERCICES SUR LE CARRÉ

1. - Construire un carré de 12 cm. de côté ; du milieu de chaque côté comme centre avec un rayon de 3 cm. tracer deux demi-cercles; découper de manière à avoir une croix. (*Corrèze*).
2. - Construire et découper un carré de 14 cm. de côté. Joindre les milieux des côtés. On forme ainsi un autre carré. Découper les quatre triangles et les remplacer sur le carré. En déduire la surface du carré central par rapport à celui du premier carré. (*Yonne*).
3. - Découper un carré de 10 cm. de côté en papier. Y inscrire un cercle en papier de couleur différente. Inscrire dans ce cercle un deuxième carré d'une troisième couleur dont les angles reposent sur le milieu des côtés du premier carré. (*Ardennes*).
4. - Construire un carré de 14 cm. de côté. Sur le milieu de chaque côté construire une demi-circonférence de 7 cm. de diamètre. A l'intérieur du carré et sur les médianes, construire un autre carré de 3 cm. de côté. Découper le carré central et les demi-circonférences. (*Finistère*).
5. - Découper un carré de 12 cm. de côté. Plier suivant l'une des diagonales. Tracer trois plis équidistants de part et d'autre de cette diagonale. Même exercice sur l'autre diagonale. Déplier, hachurer pour représenter un carrelage. (*Allier*).

II. - EXERCICES SUR LE RECTANGLE, LE LOSANGE ET LE TRIANGLE

6. - Tracer sur une feuille de couleur, suivant le, dimensions du croquis, un losange inscrit dans un rectangle : découper d'abord le rectangle puis le losange : rassembler les restes du rectangle 1, 2, 3 et 4, puis former un nouveau losange. Vérifier que les losanges sont égaux et les coller ensuite à côté l'un de l'autre sur une feuille blanche. En déduire la règle qui permet de calculer la surface du losange. (*Ain*).
7. - Faire une enveloppe de 10 cm. sur 6 cm. (*Seine-et-Oise*).
8. - Découper deux losanges dont les diagonales mesurent 10 et 12 cm. Décomposer l'un deux en quatre triangles égaux en les découpant suivant ses diagonales ; disposer ces quatre triangles et les coller de manière à montrer que l'on obtient la surface d'un losange en multipliant l'une de ses diagonales par la moitié de l'autre. (*Yonne*).
9. - Avec des baguettes de 15 mm. de largeur, faire un cadre de photographie de 8 cm. sur 12 cm. à l'extérieur. Réaliser en papier de couleur et coller sur la feuille de composition (Assemblage des côtés selon un angle de 45°). (*Aveyron*).
10. - Découper un losange ayant pour grande diagonale 8 cm. et pour côté 5 cm.; mesurer la longueur de la petite diagonale et l'indiquer sur le croquis. (*Marne*).
11. -- Découper deux rectangles de 10 cm. sur 7 cm. (autant que possible dans des papiers de couleurs différentes). En joignant les milieux des côtés de l'un deux, découper quatre triangles rectangles, de manière à obtenir un losange. Coller le losange sur le rectangle. Indiquer le rapport des deux surfaces. Dire à quoi est égale la surface des quatre triangles enlevés, qui seront à part de manière à former un losange. (*Yonne*).

III. - EXERCICES SUR LE TRAPÈZE ET LES FIGURES ÉQUIVALENTES

12. - Découper un trapèze ayant 55 mm. de hauteur. La grande base aura 8 cm. et la petite base 6 cm. ; puis découper un triangle de même hauteur et de surface équivalente. Donner la longueur de la base. Coller les deux polygones. (*Charente*).

[24] Pages 94 à 96.

13. - Tracer et découper un parallélogramme de 10 cm. de base, 6 cm. de hauteur et 2 cm d'inclinaison. Tracer et découper un autre parallélogramme ayant même base et même hauteur, mais ayant une inclinaison de 3 cm. Quand les parallélogrammes seront découpés, en faire deux rectangles équivalents. Les coller sur papier blanc. (*Lot*).
14. Découper deux trapèzes : grande base 8 cm., petite base 6 cm., hauteur 55 mm. Coller l'un deux tel quel. Transformer l'autre en triangle de la manière suivante : marquer le milieu d'un des côtés non parallèles, le joindre au sommet formé par l'autre côté non parallèle à la petite base. Découper le triangle formé et le disposer de manière à obtenir un triangle. Donner la base et la hauteur de ce triangle, équivalent au trapèze. (La figure sera donnée.) (*Yonne*).
15. - Une cocotte de papier. - Au choix : pliage, modelage.
Pour le pliage, l'objet exécuté devra avoir exactement 8 cm. de hauteur.
Les candidats auront à déterminer les dimensions du carré de papier à employer. (*Vosges*).

IV. - EXERCICES SUR LE CERCLE, LES POLYGONES RÉGULIERS ET LES POLYGONES ETOILES

16. - Au centre d'un carré de 10 cm. de côté, découper un octogone régulier inscrit dans un cercle dont le diamètre sera égal à la moitié du carré. (*Yonne*).
17. - Tracer et découper un carré de 4 cm. de côté et quatre triangles équilatéraux pour placer autour de façon à former une étoile. (*Yonne*).
18. - Dans trois cercles de même rayon, découper un hexagone et deux triangles équilatéraux. Les superposer de façon à obtenir une étoile à six branches inscrites dans l'hexagone. (*Yonne*).
19. - Découper 2 triangles équilatéraux de 12 cm. de côté (papier différent). Rabattre au centre les angles de l'un d'eux, pour obtenir un hexagone. Découper cet hexagone et le coller sur l'autre triangle. (*Yonne*).
20. - Tracer un hexagone inscrit dans un cercle de 10 cm. de diamètre. Teinter les segments du cercle, tracer les apothèmes. (*Yonne*).
21. - Au centre d'un carré de 10 cm. de côté, découper un octogone régulier inscrit dans un cercle dont le diamètre sera égal à la moitié du carré. (*Creuse*).
22. - Construire une étoile à huit pointes. La découper. (*Charente*).

V. - EXERCICES SUR LES SOLIDES (développement et pliage).

1° Solides à faces planes.

23.- Découper la surface totale d'une boîte pour cartes de visite (parallélépipède rectangle). Dimensions : longueur 11 cm. ; largeur 6 cm. ; hauteur 2 cm. 1/2. Coller cette surface sur cette feuille. (*Loiret*).
24. - Dessiner un développement d'une boîte rectangulaire ayant 6 cm. de long, 4 cm. de large et 3 cm, de haut. (Découper et plier). (*Yonne*).
25. - Construire une boîte d'allumettes suédoises en papier. (*Eure-etLoir*).
26. - Construire une boîte rectangulaire ayant 7 cm. de longueur, 5 cm. de largeur et de hauteur telle que son volume soit de 105 centimètres cubes. (*Yonne*).
27. - Avec du papier fort ou du carton mince, construire avec son tiroir une boîte ayant 6 cm. de long, 4 cm. de large et 2 cm. de hauteur. (*Gironde*).
28. - Boîte en papier avec couvercle, destinée à être collée. Fermeture du couvercle au moyen de languettes. Dimensions 8 cm., 6 cm., 4 cm. (*Yonne*).
29. - Boîte rectangulaire en papier fort. Dimensions : longueur : 8 cm. ; largeur : 4 cm. ; hauteur : 3 cm. (Découpage et collage). Il sera laissé des onglets pour le collage. (*Seine-et-Oise*).
30. - Construction d'une boîte en papier (boîte de pâtisserie). (*Eure-etLoir*).
31. - Sur une feuille de papier dessiner le développement d'un cube de 0 m. 06 d'arête, puis plier de manière à construire ce cube. Calculez-en le volume en centimètres cubes. (*Alger*).

32.- Découper un parallélépipède de 8 cm. de long, 6 cm. de large et 4 cm. de haut. Orner une face avec un dessin ou un ornement découpé dans du papier de couleur. (*Cantal*).
33. - Sur une plaque de carton, dessiner le développement d'un cube de 4 cm. d'arête, puis plier de manière à construire ce cube. Calculer le volume en cm^3. (Haute-Garonne).
34. - Construire la boîte suivante avec couvercle. Longueur 6 cm., largeur 3 cm., hauteur 2 cm. En donner la surface totale et le volume en centimètres cubes. (Ain).
35. - Prisme triangulaire : base triangle équilatéral, 4 cm. de côté ; longueur 8 cm. (Yonne).
36. - Découper sur une feuille de papier deux triangles équilatéraux de 8 cm. de côté. Dans une autre feuille de papier, découper 3 rectangles de 8 cm. de base et de 12 cm. de hauteur. Coller sur une troisième feuille de papier le développement du prisme ainsi obtenu. (*Lot*).
37. - Pyramide à base carrée, 4 cm. de côté, 6 cm. d'arête. Ménager les onglets pour le collage. (*Yonne*).
38. - Construire un prisme de 10 cm. de haut ayant pour base un triangle dont les côtés aient respectivement 5 cm., 4 cm, et 3 cm. (*Yonne*).
39. - Construire une pyramide de 5 cm. de côté et à base triangulaire. (Loire-Inférieure).
40.- Développement d'un prisme hexagonal dont chaque face aura 3 cm. de base et 6 cm. de hauteur. (*Yonne*).

2° Corps ronds.

41. - Découper le développement d'un cylindre de 10 cm. de hauteur et dont la base a 3 cm. de diamètre (les deux bases restant adhérentes). (*Yonne*).
42. - Etablir le développement nécessaire pour construire une boîte cylindrique de 2 cm. de rayon de base et de 8 cm. de hauteur. Le découper. (*Charente*).
43. - Construire un cylindre droit de 2 cm. 5 de rayon et de 5 cm. de hauteur. Indiquer le volume en cm^3. (Ain).

Paris. – Imprimerie de la Bibliothèque d'Education