Œuvres de
MATILA C. GHYKA

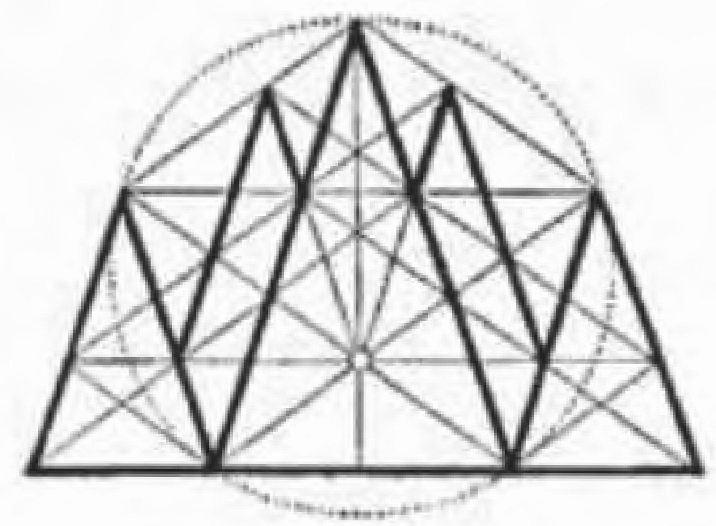
nrf

L'ESTHÉTIQUE DES PROPORTIONS DANS LA NATURE ET DANS LES ARTS.
LE NOMBRE D'OR (Rites et Rythmes pythagoriciens dans le développement de la civilisation occidentale).
Tome I : Les Rythmes.
Tome II : Les Rites.
ESSAI SUR LE RYTHME.
TOUR D'HORIZON PHILOSOPHIQUE.
SORTILÈGES DU VERBE (*préface de Léon-Paul Fargue*).

***

PLUIE D'ÉTOILES.

ESSAI
SUR
LE RYTHME



nrf

GALLIMARD
Septième édition

AVANT-PROPOS

Dans les deux ouvrages d'Esthétique que j'ai publiés avant celui-ci[1] j'ai examiné du point de vue mathématique le vieux problème des canons et tracés régulateurs grecs et gothiques ; ceci dans le cadre d'une esthétique générale des « arts de l'espace », spécialement de l'architecture. Ce faisant j'ai été amené à reprendre assez en détail la question de la Proportion en soulignant l'importance qu'avaient pour les créateurs de formes, l'étude de la Proportion en soi (dans le plan et dans l'espace), puis l'examen des surfaces et des corps réguliers et semi-réguliers du point de vue de leurs proportions.

Il m'est souvent arrivé d'employer pour les phénomènes esthétiques — créations ou perceptions — situés dans l'espace, un mot emprunté aux « arts de la durée » ; celui de rythme. L'exemple vient de fort loin ; à cause du rôle primordial que joua l'étude de l'harmonie musicale dans le développement de la Mathématique et de la Philosophie des Grecs (spécialement des Pythagoriciens qui furent les inspirateurs de l'esthétique platonicienne), et en vertu de la théorie symphonique, harmonique, du Cosmos, en laquelle ces deux disciplines se fondaient, leur conception de l'architecture et arts plastiques était gouvernée par des analogies et des préceptes tirés de la musique. Vitruve insiste beaucoup sur ces analogies et emploie du reste le terme d'*eurythmie* pour désigner un enchaînement de proportions « réussi », c'est-à-dire une *symmetria* ou

1. *L'Esthétique des Proportions*, 1 vol. *Le Nombre d'Or*, 2 vol. Gallimard

commodulation produisant un effet non seulement harmonieux mais aussi symphonique, organique.

Ayant au cours des essais mentionnés plus haut développé et autant qu'il m'a été possible approfondi les notions de proportion, de symétrie (au sens antique du mot [1]) et d'eurythmie dans l'espace, je fus tout naturellement amené à me retourner ensuite vers ce concept de rythme que je n'avais fait qu'effleurer ; ceci aussi bien pour contrôler si son extension aux créations artistiques dans l'espace était justifiable autrement que par métaphore, que pour l'aborder, l'explorer dans ses retranchements plus intimes, dans son essence même.

D'où le présent « Essai sur le Rythme ».

Comme dans mes essais d'esthétique « spatiale », je me suis étendu sur le côté mathématique de la question ; s'il me faut pour cela une excuse, il me suffira de rappeler que dans la langue de ceux de nos ancêtres spirituels qui se sont jadis occupés d'Esthétique avec le plus de succès, le mot ῥυθμός signifiait aussi bien Nombre que Rythme.

Pour ceux qui ne seraient pas au courant des hypothèses émises récemment sur la composition des tracés régulateurs grecs et gothiques, spécialement de l'interprétation due à Hambridge et à Moessel de la « symétrie dynamique » des anciens, j'exposerai rapidement dans les trois premiers chapitres de cette étude cette théorie de la symétrie dynamique, développement et couronnement de la théorie pythagoricienne des proportions, et qui fournit pour les arts de l'espace non seulement une voie d'accès logique, mais aussi un procédé mathématique de contrôle et de composition. Le chapitre II analyse en détail la notion de proportion qui, nous le verrons, se retrouve dans les « arts de la durée » ; les planches annexées au chapitre IV constituent un tableau des schémas géométriques dont la connaissance est utile pour la compréhension des tracés régulateurs grecs

1. *Symmetria* chez Vitruve (la συμμετρία des architectes et des philosophes grecs) signifie : commensurabilité entre un tout et ses parties, correspondance déterminée par une commune mesure entre les différentes parties de l'ensemble, et entre ces parties et le tout. C'est encore le sens que les architectes gothiques et ceux de la Renaissance donnent au mot de symétrie ; la signification (erronée) moderne, habituelle, ne s'introduit qu'à la fin du XVII^e siècle. En 1650 encore, Fréart de Chambray écrit : « Symétrie... union et concours général de toutes les parties d'un édifice... »

et gothiques, un répertoire de formes examinées sous l'angle de la « symétrie dynamique », c'est-à-dire de l'agencement harmonieux, symphonique, de surfaces reliées entre elles par une proportion caractéristique ou un enchaînement de proportions dérivées d'un même thème.

Les chapitres suivants attaquent les questions qui font plus spécialement l'objet du présent travail : notion du rythme, essentielle dans les arts de la durée, question des affinités et des divergences entre les concepts apparentés de rythme et de proportion (apparentés comme les concepts plus généraux de temps et d'espace).

On remarquera au cours des pages qui suivent que je cite souvent M. Pius Servien ; ses ouvrages [1], en effet, me paraissent constituer ce qu'on a écrit de plus remarquable sur le Rythme en musique et en prosodie depuis l'époque lointaine où le Père de l'Esthétique méditerranéenne établissait dans le *Timée* les intervalles de la Grande Gamme, de ce qu'il appelait le Rythme ou le Nombre de l'Ame du Monde.

1. *Essai sur les rythmes toniques du Français*. Les Presses Universitaires de France. — *Introduction à une connaissance scientifique des faits musicaux*. — *Les Rythmes comme introduction physique à l'Esthétique*. — *Lyrisme et structures sonores*. — *Principes d'Esthétique*. — Les trois derniers ouvrages édités par Boivin et C^{ie}.

CHAPITRE PREMIER

SCIENCE ET ESTHÉTIQUE

Je commencerai l'exposé succinct des théories développées dans mes deux ouvrages précédents par une affirmation d'ordre sociologique qui en résume à la fois les arguments et les conclusions : à savoir que le point de vue *géométrique* a caractérisé le développement mental aussi bien collectif qu'individuel de toute la civilisation que l'on peut appeler méditerranéenne (pour souligner en plus du rôle de la Grèce antique, celui de l'Égypte et des sémites hébreux et arabes) ou occidentale (pour embrasser l'apport très important de l'Amérique du Nord) ; ce sont la géométrie grecque et le sens géométrique tel que le définit Platon dans la « République » qui (de la façon prévue par Platon) donnèrent à la race blanche sa suprématie technique et politique ; c'est aussi cet esprit géométrique qui fit éclore et fleurir l'architecture grecque, l'architecture gothique et tout l'art de la Renaissance.

Le sens de la proportion, l'étude des rapports et des proportions, des enchaînements de proportions menant par la « symétrie » organisée à l'« eurythmie », sont à la base de l'esthétique grecque (les Égyptiens avaient déjà le sens de la géométrie, concevaient le plan d'une œuvre d'art comme une composition géométrique dirigée, mais ne nous ont pas laissé de commentaires explicites à ce sujet) ; on peut ajouter que ce sont la *mathématisation* de la musique par Pythagore, et l'étude géométrique et arithmétique des intervalles et des accords musicaux (Archytas et Platon) qui à leur tour de la musique ont fait refluer la conception harmonique, symphonique, dans l'architecture et les arts plastiques.

Citons ici Vitruve :

« La symétrie consiste en l'accord de mesure entre les divers éléments de l'œuvre, comme entre ces éléments séparés et l'ensemble... Comme dans le corps humain... elle découle de la proportion — celle que les Grecs appellent « analogia » — consonance entre chaque partie et le tout... Cette symétrie est réglée par le module, l'étalon de commune mesure (pour l'œuvre considérée), ce que les Grecs appellent le *Nombre*... Lorsque chaque partie importante de l'édifice est en plus convenablement proportionnée de par l'accord entre la hauteur et la largeur, entre la largeur et la profondeur, et que toutes ces parties ont aussi leur place dans la symétrie totale de l'édifice, nous obtenons l'eurythmie. »

Notons que cette symétrie organisée de Platon et de Vitruve n'a aucun rapport avec l'acception moderne du mot (symétrie statique, mécanique, répétition d'éléments identiques de part et d'autre d'un axe ou « plan de symétrie ») ; c'est au courant du XVIIe siècle que le sens ancien, encore en honneur chez les architectes gothiques, s'est perdu. Et avec le mot l'idée, l'esprit, le ressort créateur.

On sait que cette amplification de la composition géométrique en composition symphonique reflétait la conception pythagoricienne du Cosmos (mathématique et harmonique tout à la fois), et la mystique pythagoricienne du nombre ; celle que Platon exposa dans le *Timée*.

Voici dans le même ordre d'idées quelques lignes du néo-pythagoricien Nicomaque de Gérase qui éclairent parfaitement les phrases de Vitruve :

« Mais comme le Tout était une multitude illimitée... il fallait un Ordre... or, c'est dans la Décade que préexistait un équilibre entre l'ensemble et ses éléments. — C'est pourquoi de par sa Raison le Dieu ordonnant avec art se servit de la Décade comme d'un canon pour le Tout... et c'est pourquoi les ensembles et leurs parties ont leurs rapports de concordance basés sur elle et ordonnés d'après elle. »

La mention de la décade (dont la « perfection » est du reste aussi rappelée par Vitruve) évoque justement ces spéculations sur les « nombres purs » ou archétypes de nombres chères à la con-

frérie pythagoricienne[1] ; on peut supposer que c'est cette prééminence accordée à la décade et à la pentade (le « Cinq »), ainsi qu'à leurs symboles géométriques, décagone, pentagone et pentagramme, qui amènera les architectes grecs (puis gothiques) à manifester souvent leur préférence pour des tracés dérivant du partage en 10 ou 5 parties égales du cercle d'orientation, et à favoriser l'emploi des « symétries irrationnelles » dont nous parlerons plus bas.

En tout cas les réflexions de Platon (dans le *Timée* et le *Théétète*) sur la proportion (l'« analogia ») aussi bien entre éléments linéaires qu'entre surfaces et volumes, s'accordent clairement avec les développements de Vitruve sur la rigueur absolue avec laquelle doivent s'enchaîner les proportions, et nous laissent comprendre comment de ces corrélations, de ces correspondances voulues entre les éléments de l'œuvre et le tout, de ces jeux de récurrences des formes et des proportions, pouvait résulter la « symmetria » ou « commodulatio » définie plus haut.

Cette conception symphonique de l'architecture imposait d'un côté plus de conditions mathématiques, mais suggérait de l'autre plus de possibilités créatrices, un plus grand choix de solutions visibles, et par ces liens de « correspondance harmonique » entre l'ensemble et les parties aboutissait pour chaque plan à une création vraiment « organique »[2].

De plus ce principe de composition mathématique rigoureuse,

1. Ajoutons aussi que la décade en tant que tétractys (1 + 2 + 3 + 4, somme des 4 premiers nombres) évoquait, parmi les rapports numériques imaginables entre ses différents éléments, tout spécialement ceux qui représentaient les principaux accords caractérisant la gamme pythagoricienne $\left(\frac{4}{2}, \frac{4}{3}, \frac{3}{2}\right.$ octave, quarte, quinte$\left.\right)$, dans une lyre tétracorde ayant ses cordes proportionnelles à 1, 2, 3, et 4.

2. « Une œuvre d'art est anatomiquement, quoique non physiologiquement, un organisme. C'est une harmonie, une unité. »

Professeur I. Mac Murray. « *The Unity of Modern Problems* ».

« L'œuvre d'art est en premier lieu un être concret individuel imposant l'impression de posséder une individualité propre, comme une personne... son critérium est précisément l'unité qu'elle montre dans la variété de ses parties, son caractère organique, le fait de manifester un dessein.. »

S. Alexander, « *Philosophy and Art* ».

« L'Art est la faculté de créer des organismes vivants avec la pierre, l'argile, les couleurs, les tons, les mots... »

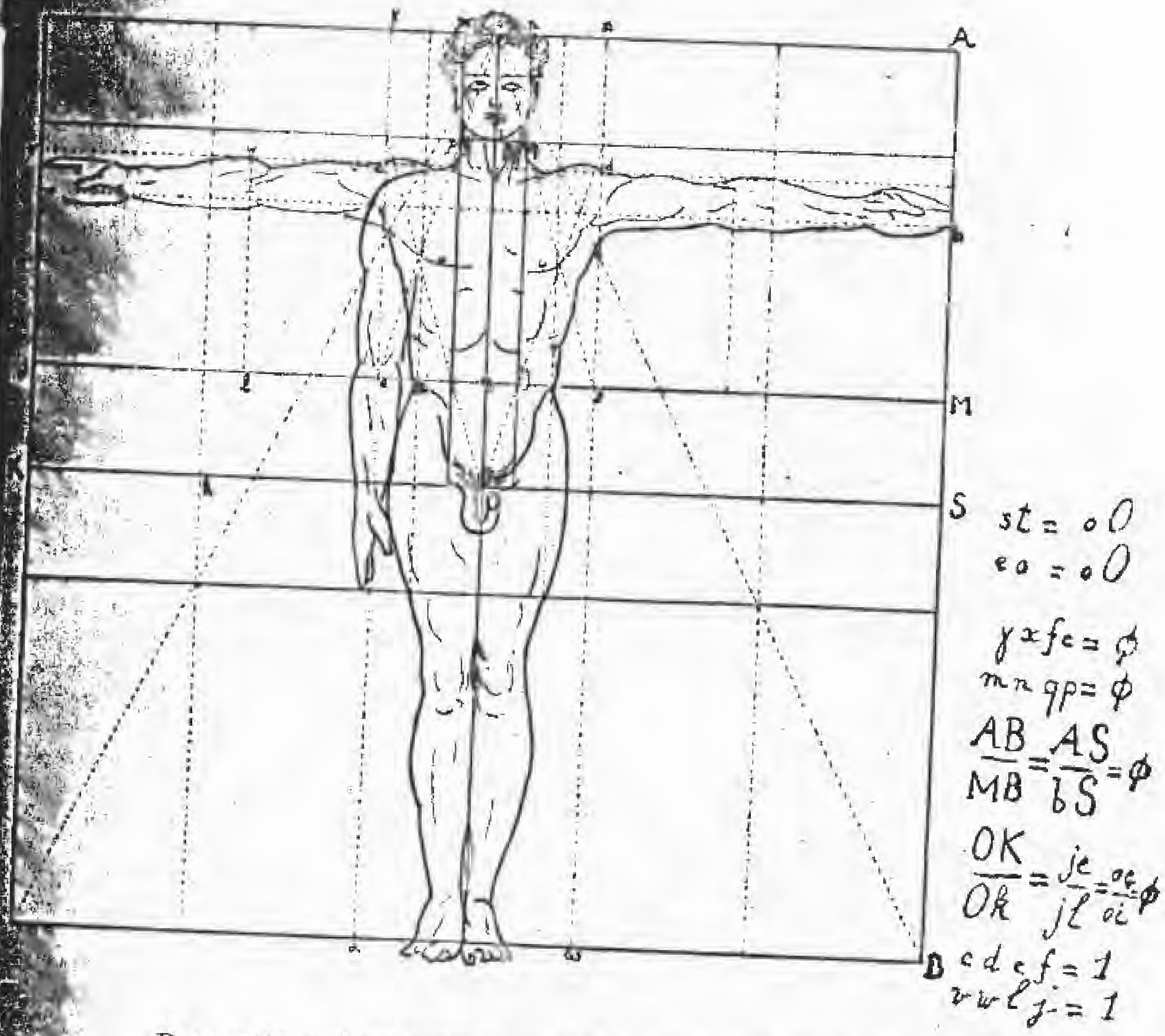
Professeur Schumacher. « *Handbuch der Architektur.* »

qui aurait pu aboutir à la pétrification, cristallisation, des plans architecturaux ou décoratifs, s'est trouvé dès la grande époque grecque vivifié par l'emploi, de préférence aux modules arithmétiques simples [1], de ceux que Platon appelait déjà « commensurables en puissance » [2], et Vitruve « géométriques », (pour les distinguer des premiers), c'est-à-dire des proportions découlant de rapports « irrationnels » (incommensurables), comme $\sqrt{2}$, $\sqrt{5}$, $\frac{\sqrt{5}+1}{2}$ (la section dorée), qui du reste livrent, comme l'a remarqué Jay Hambidge en montrant la justesse de l'expression employée par Platon, des enchaînements de rapports et de proportions commensurables, (et « eurythmiquement » ordonnés), entre les *surfaces* résultantes ; les proportions ainsi obtenues ont en plus l'avantage, sur les séries statiques, d'introduire automatiquement, au lieu de la simple répétition, des récurrences réglées par des lois de similitude « dynamique », analogues à celles qui gouvernent les pulsations de croissance des organismes vivants.

L'emploi des proportions irrationnelles, sur lesquelles les Egyptiens tombèrent empiriquement dès qu'ils eurent appris à diviser leur cercle d'orientation en 4, 8 et 16 parties égales (ce qui leur fournissait le module graphique $\sqrt{2}$, rapport de la diagonale au côté du carré), puis lorsqu'ils eurent trouvé la construction plus compliquée permettant de diviser ce cercle en 5 ou 10 parties égales (ce qui leur livra le jeu infiniment varié des proportions dérivées de la section dorée, rapport entre la diagonale et le côté du pentagone régulier, aussi entre le rayon du cercle et le côté du décagone régulier inscrit), fut stimulé chez les Grecs par l'idée des corres-

1. Les modules arithmétiques sont ceux dont les éléments dérivés s'obtiennent en les multipliant (ou en les divisant) par des nombres entiers (2, 3, 4, 5, etc.) C'est bien à tort que le nom de Vitruve est associé à ces canons « statiques »; celui-ci déclare au contraire que « les questions délicates se rapportant à la symétrie se résolvent par les rapports et méthodes géométriques (les proportions irrationnelles) ». De même, Pacioli, commentant ce passage, dit très clairement : « Car la proportion a un emploi beaucoup plus vaste dans le domaine des quantités continues que dans celui des nombres entiers... ». (*Divina Proportione*).

2. C'est l'américain Jay Hambidge qui dès 1919 (« Dynamic Symmetry », Yale University Press) avait relevé dans le « Théétète » de Platon l'expression « δυναμει συμμετροι » appliquée à des nombres ou à des dimensions linéaires incommensurables mais tels que les « nombres plans » c'est-à-dire les surfaces rectangulaires qui en dérivent soient reliés par des rapports commensurables.



Proportions d'un corps masculin (carré et section dorée).

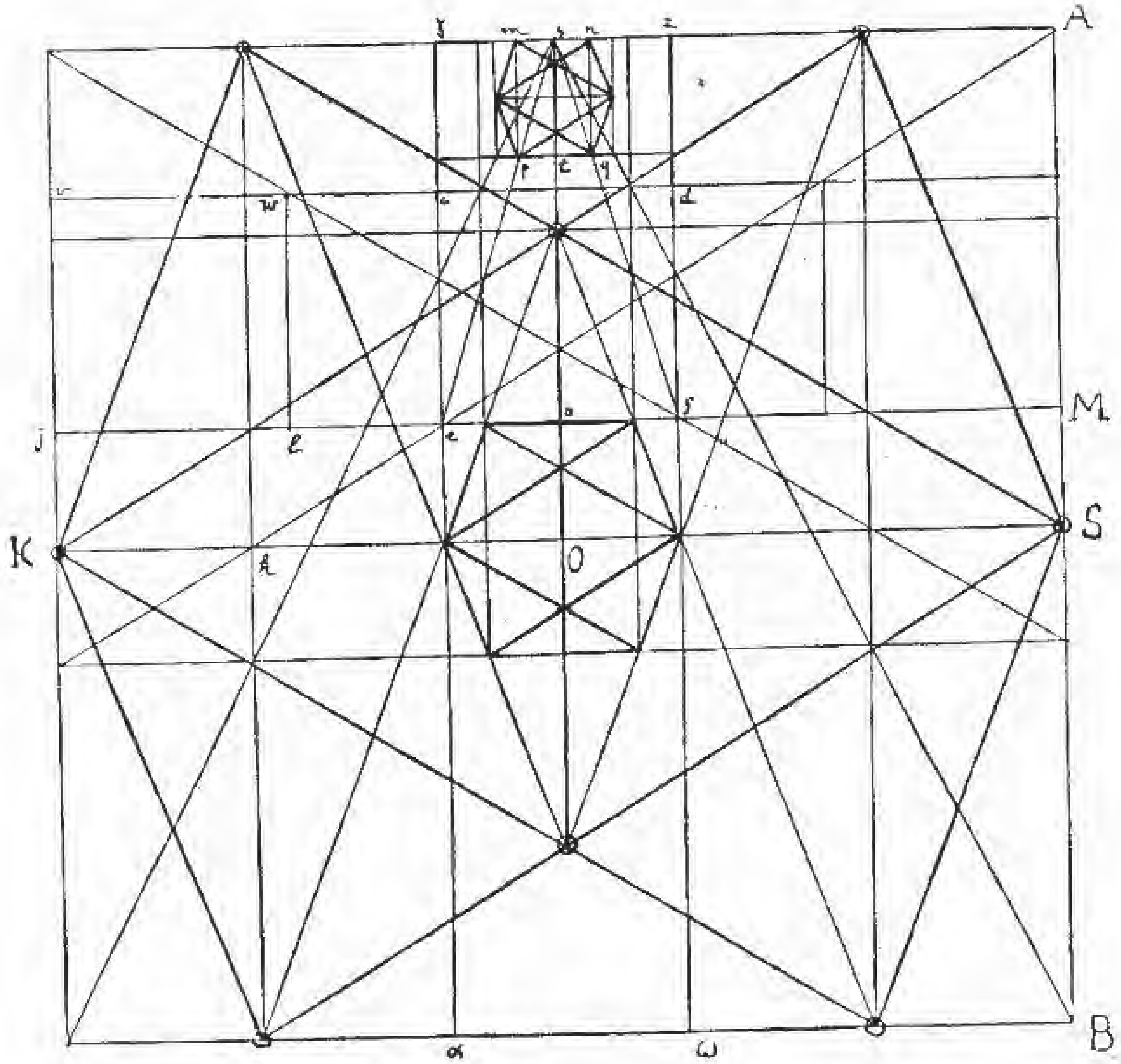


Schéma géométrique de la planche I.

pondances morphologiques et rythmiques entre le corps de l'homme et l'Univers (Platon, « Timée ») ; intermédiaire entre le « Macrocosme » et l'homme, le temple réfléchissait, accordait leurs « eurythmies » respectives. La correspondance harmonique Univers-Temple est déjà évoquée par les architectes égyptiens[1] ; l'accord analogique Temple-Corps humain (celui-ci sera bientôt appelé « microcosme » par les néo-pythagoriciens et leurs héritiers excentriques, gnostiques et Kabbalistes, puis par les bénédictins platonisants contemporains des premiers architectes gothiques) a été érigé en principe par les architectes grecs ainsi qu'il ressort des passages très précis de Vitruve à ce sujet.

Or, dans le corps humain, qui représente, en effet, une symphonie de proportions très complexe mais (pour chaque corps) très unitaire, on sait que la section dorée et les proportions apparentées (spécialement $\sqrt{5}$) reviennent en leitmotiv constant[2].

Le corps humain, ou microcosme, fut ainsi très tôt symbolisé par le pentagramme (pentagone étoilé), qui donne une série récurrente indéfinie et « pulsante » des puissances de la section dorée, $\left(\varnothing = \frac{\sqrt{5}+1}{2} = 1{,}618...\right)$, et qui avait été le signe de ralliement des pythagoriciens comme symbole de la Vie et de l'harmonie dans la santé[3].

Les planches I, II, III et IV montrent des schémas graphiques

1. « Ce temple est comme le Ciel, en toutes ses dispositions ». Inscription sur un fragment du temple de Ramsès II, au Musée du Caire.

2. L'explication scientifique de la présence de la section dorée dans les proportions du corps humain (et de celui de beaucoup d'êtres vivants) et dans la morphologie des plantes a été donnée au cours des dernières années ; il s'agit d'un côté des conditions mécaniques de la croissance, de l'autre des propriétés mathématiques spéciales de certaine série additive (la série de Fibonacci 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89...), des affinités algébriques et géométriques entre cette série et la série géométrique de raison Ø (section dorée), puis entre la série Ø, le pentagone, et certaines spirales logarithmiques.

Cf. : F. M. Jaeger, « Lectures on the Principle of Symmetry », d'Arcy Thompson, « Growth and Form », et mon « Nombre d'Or, » (N. R. F. éd.).

3. Ce choix intuitif se trouve justifié après coup pour les raisons résumées dans la note précédente, et aussi parce que les symétries pentagonales, dominantes dans le monde organique, ne se rencontrent pas (et ne peuvent pas se rencontrer) dans les systèmes inorganiques, en cristallographie par exemple, où ne paraissent que les symétries hexagonales et cubiques. L'explication géométrique est ici très simple, et ceux qu'elle intéresse la trouveront dans les ouvrages cités à la fin de la note précédente.

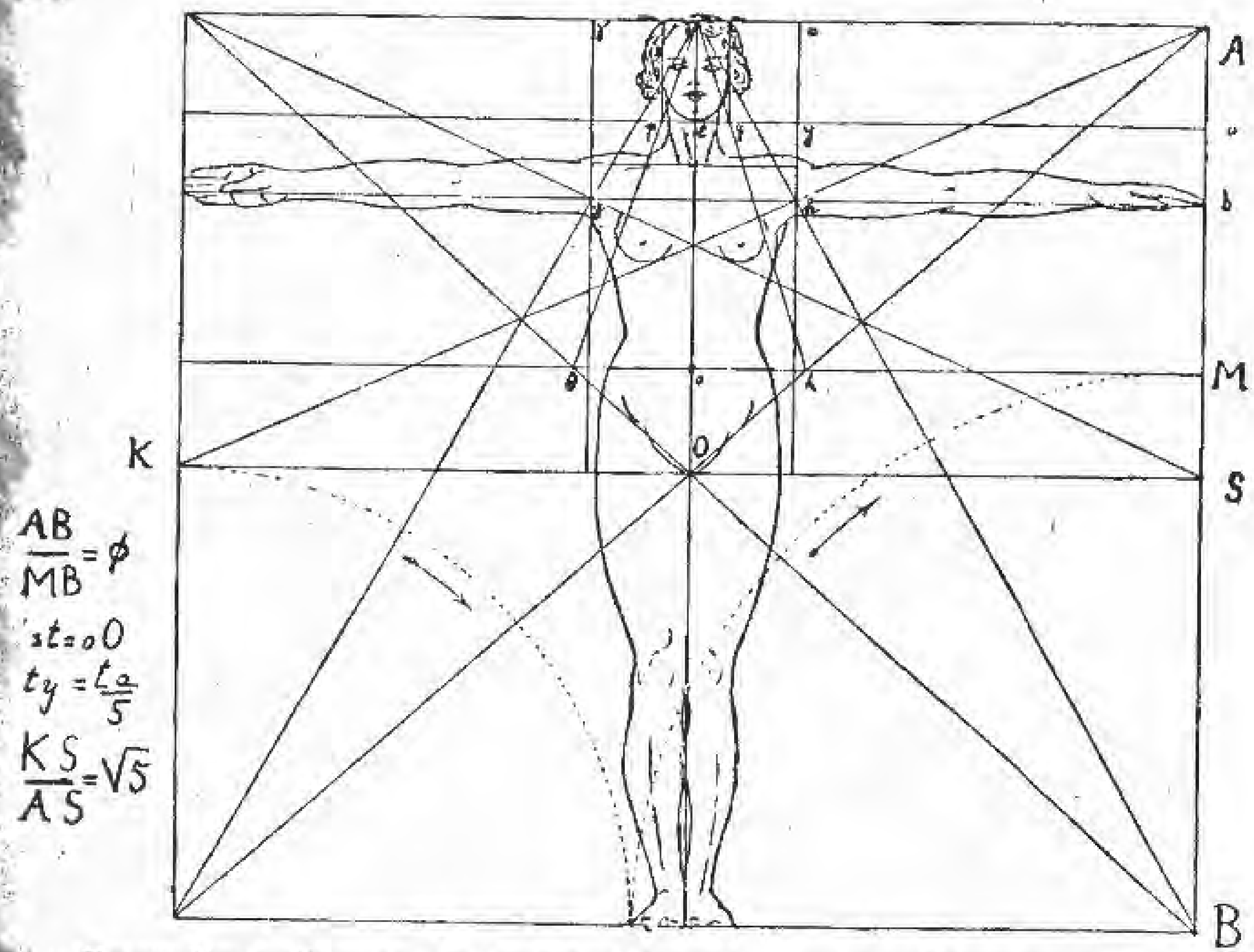
se rapportant à trois corps humains différents mais ayant leurs proportions gouvernées par le thème de la section dorée. Le schéma du corps (athlète viennois) figuré sur la planche I est encadré par un carré (la planche II ne fait que reproduire l'armature abstraite très remarquable de la planche I) ; les deux autres (III et IV) sont encadrés par un rectangle $\frac{\sqrt{5}}{2}$ (deux rectangles $\sqrt{5}$ superposés horizontalement) ; dans les deux premiers exemples (I et III) le nombril partage le corps verticalement dans le rapport de la section dorée, dans le troisième (IV) dans le rapport $\frac{8}{5}$. Dans les trois cas la hauteur de la tête est égale à la distance verticale entre le nombril et le milieu du corps (fourche).

On ne sera donc pas étonné de la faveur accordée aux tracés dérivant d'un cercle directeur partagé en cinq ou dix parties égales, évoquant les symboles respectifs du microcosme (pentade) ou du macrocosme (décade), et aboutissant aux mêmes symétries « irrationnelles » ayant la section dorée comme thème dominant.

Là encore Platon, au moins pour le rapport majeur de la correspondance « Univers-Temple-Corps humain », nous livre dans le « Timée », le « rébus fondamental », cette fois géométrique, en signalant le dodécaèdre comme symbole mathématique de l'harmonie du Cosmos ; le dodécaèdre, en effet (corps régulier inscriptible à 12 faces pentagonales), représente parmi les 5 corps réguliers l'amplification en trois dimensions du pentagone, et comme tel livre dans l'espace (spécialement sous ses deux formes étoilées, transposition en 3 dimensions du pentagramme) le jeu le plus riche imaginable de proportions « dynamiques » dérivées de la section dorée.

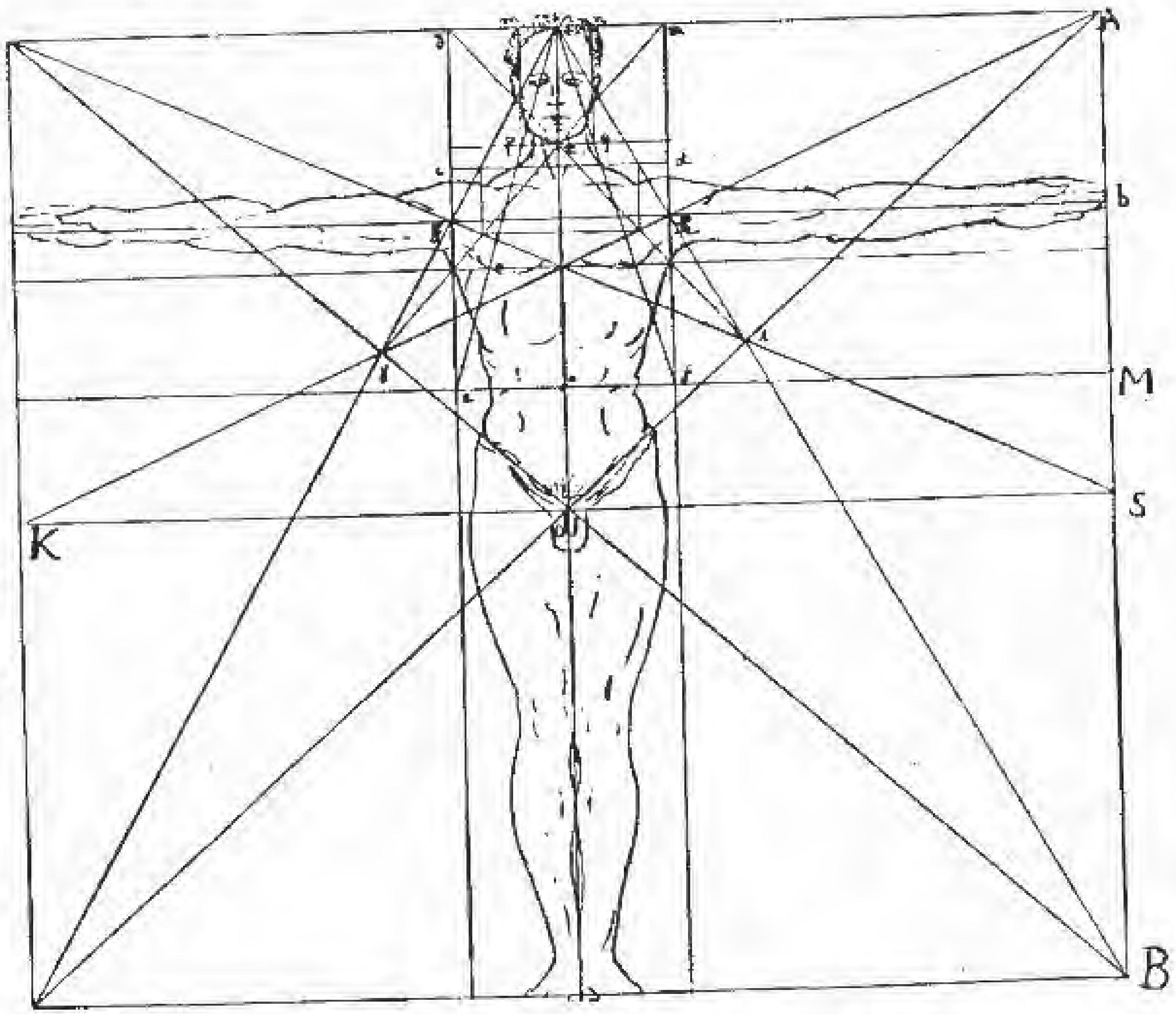
L'importance, pour l'établissement d'eurythmies géométriques abstraites ou architecturales, de l'étude des 5 corps réguliers (ou corps platoniciens), spécialement de celui sur lequel Platon avait ainsi attiré l'attention [1], et des proportions qui résultent de leurs combinaisons projectives ou autres, resta à l'ordre du jour pen-

[1] La planche II, qui donne le schéma géométrique du corps masculin figuré sur la planche I (reproduisant les proportions d'une photographie d'athlète parue dans mon « Nombre d'Or », tome I), montre en projection un jeu de dodécaèdres étoilés reliés « harmoniquement ».



Proportions d'un corps féminin (deux rectangles $\sqrt{5}$ horizontaux superposés et section dorée).

Planche IV



$1\,x = \frac{{}_5A}{5}$

$st = {}_oU = \frac{{}_2U}{4}$

$\frac{KS}{AS} = \sqrt{5}$

Proportions d'un corps masculin $\left(\text{deux rectangles } \sqrt{5} \text{ horizontaux superposés et rapport } \frac{5}{8}\right)$.

dant tout le moyen âge, avec l'emploi conséquent déjà discrètement recommandé par Vitruve, des proportions irrationnelles, particulièrement de la section dorée.

Nous en avons la preuve dans la phrase lapidaire par laquelle Campanus de Novare (XIIIe siècle) rend hommage à la section dorée (« proportionem habentem medium duoque extrema ») comme étant la proportion qui « en une symphonie irrationnelle » (c'est-à-dire une symétrie « dynamique », à rapports irrationnels, mais « commensurables en puissance ») accorde de la façon la plus rationnelle les proportions des corps platoniciens.

Mais à l'époque des architectes gothiques cette science de l'espace, de la géométrie dans l'espace comme base non seulement pratique mais idéologique, conceptuelle, de tout tracé architectural[1] se transmettait quasi ésotériquement dans les corporations et loges de bâtisseurs, comme du reste dans l'antiquité (Vitruve seul pour nous rompit le silence, et Vitruve sut rester suffisamment obscur pour les profanes) ; ce fut au début de la Renaissance que Luca Pacioli di Borgo donna pour la première fois, du point de vue de la théorie de la Forme en général, et de la composition esthétique en particulier, l'interprétation de l'éloge du dodécaèdre par Platon, et ce à la lumière de la phrase même de Campanus évoquée plus haut, dans le traité sur la « Divine Proportion » illustré par les magnifiques épures de Léonard de Vinci.

A la même époque Pier della Francesca publiait son traité « De Quinque Corporibus » consacré également à l'étude des cinq corps platoniciens et des proportions qui les caractérisent.

Après Palladio, on peut dire que, avec l'exception de quelques réactions locales[2] et temporaires, l'étude de la Mathématique pure,

1. « Ars sine Scientia Nihil », dira le maître architecte Jean Vignot de Paris, appelé en consultation par les architectes milanais qui ne peuvent s'accorder sur la continuation du Dôme (ceci en 1398).

2. Parmi les manifestations de ces réactions locales citons ici l'ouvrage trop peu connu de l'architecte C. E. Briseux, paru en 1752 à Paris sous le titre de :

« Traité du Beau Essentiel dans les Arts appliqué particulièrement à l'Architecture, avec un Traité des Proportions Harmoniques ».

La lecture de cet intéressant travail montre qu'en France la lutte entre les ennemis et les partisans des tracés régulateurs « symphoniques » n'a jamais cessé ; Briseux accuse Perrault (qui, dit-il très justement, n'a rien compris à Vitruve) d'être le père des agéomètres empiriques, l'un des auteurs de la décadence de l'architecture en France. Briseux au contraire, comme il ressort du « Traité des Proportions Harmode la Science de l'Espace, tomba à peu près en désuétude comme ressort de la création architecturale ou plastique ; le sens même du mot symétrie est oublié ; la composition architecturale devient une juxtaposition académique d'éléments « classiques » avec plaquage arbitraire de motifs-clichés également classiques ; les proportions ne survivent que dans l'emploi empirique de modules et de rapports arithmétiques simples.

Ce n'est que récemment que le problème du plan abstrait et rigoureux[1], du tracé régulateur géométrique, est revenu à l'ordre du jour, en même temps que la controverse plus générale : composition rigoureuse opposée à l'inspiration ; les artistes, les architectes qui pendant deux cents ans avaient décalqué et juxtaposé avec plus ou moins de bonheur des clichés structuraux ou décoratifs, tournent de nouveau leurs regards vers la géométrie.

Les ingénieurs ont évidemment beaucoup contribué à réintroduire les mathématiques dans l'architecture ; il ne s'agit cependant pas ici des mathématiques pratiques et utilitaires (calculs de résistance, etc.), quoiqu'elles suffisent parfois pour imposer des formes parfaitement belles, mais de la connaissance méditée de la science abstraite de l'espace, de la géométrie de la Forme et de la Proportion (celle que Platon recommande dans la « République »). Pour développer la comparaison : de même qu'un Pier della Francesca, un Alberti, un Vignola, un Léonard, un Dürer (sous l'influence de Pacioli) avaient poussé jusqu'au bout l'étude des mathématiques pures connues de leur temps, de même un architecte ou même un peintre « complet » devrait (conformément au point de vue examiné ici) *en plus* de l'étude approfondie de la proportion, des proportions sur le plan et dans l'espace (en particulier l'étude des corps réguliers et semi-réguliers telle qu'elle était précisément pratiquée par ces maîtres), s'assimiler tout ce que la mathématique moderne a ajouté à la science de la Forme et des proportions[2].

niques » qui fait partie de son ouvrage et de ses commentaires sur Palladio, a gardé vivante la tradition platonicienne, la conception géométrique et symphonique de l'architecture qui avec Gabriel jettera en France un dernier éclat.

1. Comme point de départ ; ce tracé abstrait pourra toujours, s'il s'agit d'un plan architectural, être modifié à cause des conditions pratiques imposées à l'exécution par les données spéciales afférentes au cas considéré : topographie, matériaux, résistance, coût, règlements municipaux

2. Notons ici qu'un architecte de New-York, M. Claud Bragdon, s'est servi de tracés empruntés à l'étude des corps réguliers à 4 dimensions (les « hypercorps », dont les spécifications et les projections dans notre espace sont connues) pour établir certains de ses schémas décoratifs

Cette question de la composition rigoureuse (non pas empirique, mais géométrique et symphonique au sens où l'entendaient les Grecs) ne se pose pas du reste seulement pour les « arts de l'espace », mais a été portée dans les domaines entre autres de l'art prosodique, dans lequel il s'agit de rythmes « dans la durée », irréversibles ; nous touchons à la fameuse controverse suscitée par quelques boutades de Paul Valéry (« l'enthousiasme n'est pas un état d'âme d'écrivain », etc.). Je crois que tout le monde est à peu près d'accord sur le vrai caractère de cette pseudo-antinomie ; comme l'a dit quelque part Lucien Fabre, « ce que condamne Valéry, ce n'est pas cette espèce de feu intérieur qui alimente l'intelligence et l'imagination créatrices et leur expression, mais le manque de contrôle, l'absence de gardien ou de vestale capables d'empêcher ou d'éliminer les scories et les fumées ».

Sans ce « feu intérieur », en effet, sans la passion qui anime le rythme interne de l'artiste, il n'est de puissance créatrice ni dans les arts de l'espace ni dans ceux de la durée[1].

Ce qui n'empêche que pour l'architecture en tout cas, créatrice de surfaces et de volumes ordonnés en rythmes et en harmonies qui au lieu de se dérouler successivement dans le temps, sont perçus et contrôlés *à la fois* dans toutes leurs corrélations, la sentence de l'architecte gothique reste, me semble-t-il, sans appel : « Ars sine Scientia Nihil ».

A la base de cette conception géométrique et harmonique de l'architecture, de l'art d'agencer conformément à une symétrie, une commodulation organisée, lignes, surfaces et volumes, se trouve la théorie de la proportion ; nous allons, pour ceux qu'un peu d'arithmétique et de logique élémentaires n'effraie pas, tâcher dans le chapitre suivant d'en présenter l'essentiel.

1. Il est assez intéressant de remarquer ici, (et cela pourra aider à faire comprendre le point de vue de Valéry), que Beethoven professait le plus profond mépris pour l'émotion sentimentale comme état d'âme d'auditeur : M. Romain Rolland, dans son livre sur Gœthe et Beethoven, nous apprend (d'après Bettina von Arnim qui présenta l'un à l'autre les deux grands hommes) que le musicien se brouilla pour ainsi dire avec le poète parce que celui-ci, au cours de leur rencontre à Teplitz, eut les larmes aux yeux en écoutant Beethoven jouer pour lui.

CHAPITRE II

LA PROPORTION

La notion de proportion[1] est, aussi bien en logique qu'en esthétique, une des plus élémentaires, des plus importantes, et des plus difficiles à préciser ; elle est tantôt confondue avec celle de rapport, qui lui est logiquement antérieure, tantôt (spécialement lorsque l'on parle des proportions au pluriel) avec celle d'un ensemble, d'un enchaînement de rapports caractéristiques reliés par un module, un sous-multiple commun aux éléments de ces rapports ; c'est alors la notion plus complexe, mais fondée sur l'idée de proportion, que les Grecs et Vitruve appelaient « Symmetria » et les architectes de la Renaissance « Commodulatio » ou « Concinnitas ».

Les Anciens poussèrent très loin l'étude de la proportion ; la théorie grecque de la musique, développée spécialement par l'école pythagoricienne, dans laquelle les intervalles entre les notes sont figurés par les rapports entre les longueurs des cordes correspondantes de la lyre, et l'application d'analogies musicales à tous les arts, spécialement à l'architecture, ont fait que l'étude des proportions était devenue pour les Grecs, spécialement pour Platon et son école, une discipline à la fois logique, esthétique et métaphysique.

L'influence de cette esthétique platonicienne fondée sur la con-

1. Les pages qui suivent sont en partie empruntées à l'article sur « La Proportion dans les Arts Plastiques » paru sous ma signature dans le volume « Arts et Littératures » de l'*Encyclopédie Française*.

ception symphonique de l'univers se retrouve dans l'architecture grecque et hellénistique, ensuite, de par l'influence, explicite (Boèce et ses commentateurs) ou occulte, néo-platonicienne au moyen âge, dans l'architecture gothique, puis à cause du renouveau platonicien dans la deuxième moitié du xv[e] siècle, dans l'architecture de la première Renaissance. On peut dire d'une façon sommaire que le concept de proportion a été en esthétique l'apport caractéristique des Grecs, ou si l'on veut, de la civilisation méditerranéenne *lato sensu*.

DÉFINITIONS

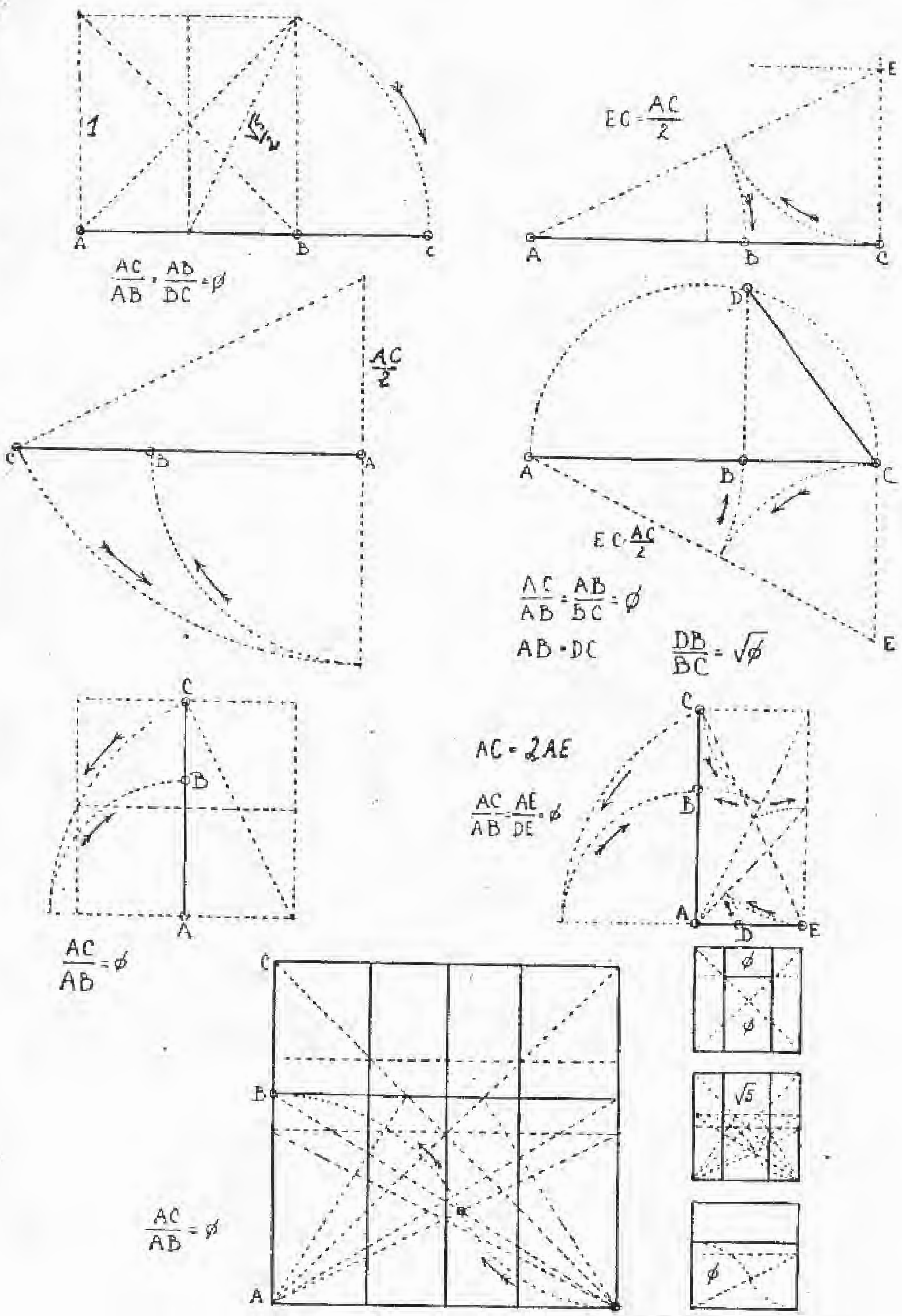
A) *Le Rapport*. — L'opération mentale donnant naissance au rapport est la comparaison quantitative entre deux grandeurs de même espèce[1]. S'il s'agit par exemple de segments de ligne droite, le rapport entre deux segments AC et CB sera symbolisé par $\frac{AC}{CB}$, ou $\frac{a}{b}$, si a et b sont les longueurs de ces segments mesurés avec la même unité. On voit que ce rapport $\frac{a}{b}$, qui a non seulement l'aspect mais toutes les propriétés d'une fraction, est aussi la mesure du segment $AC = a$ si l'on prend $CB = b$ comme unité de longueur.

B) *La Proportion géométrique*. — Une fois cette notion de rapport établie, celle de proportion en découle immédiatement. On peut commencer par la définition d'Euclide :

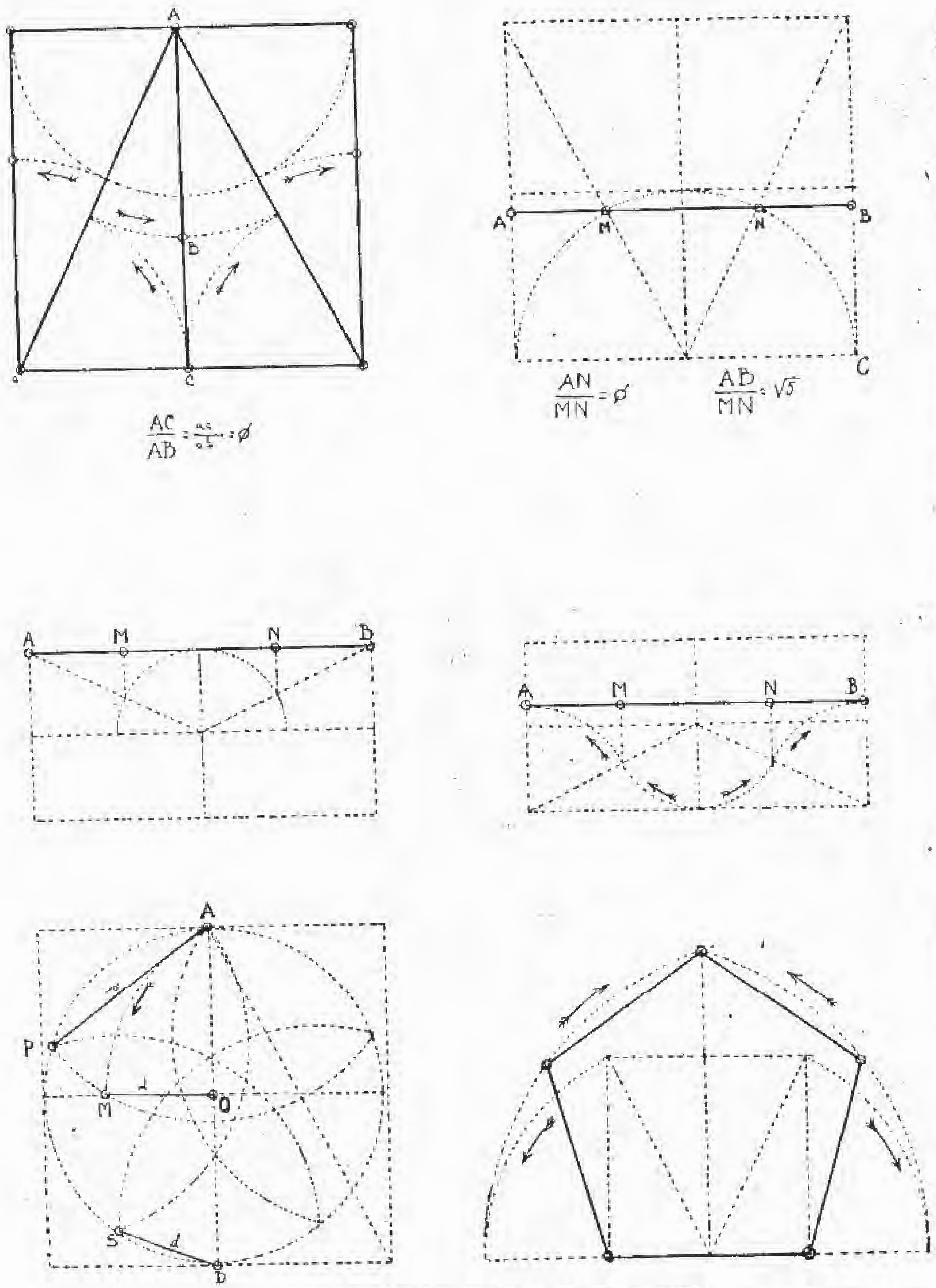
« La Proportion est l'équivalence de deux rapports. »

Si on a établi deux rapports $\frac{A}{B}$, $\frac{C}{D}$, entre les deux grandeurs

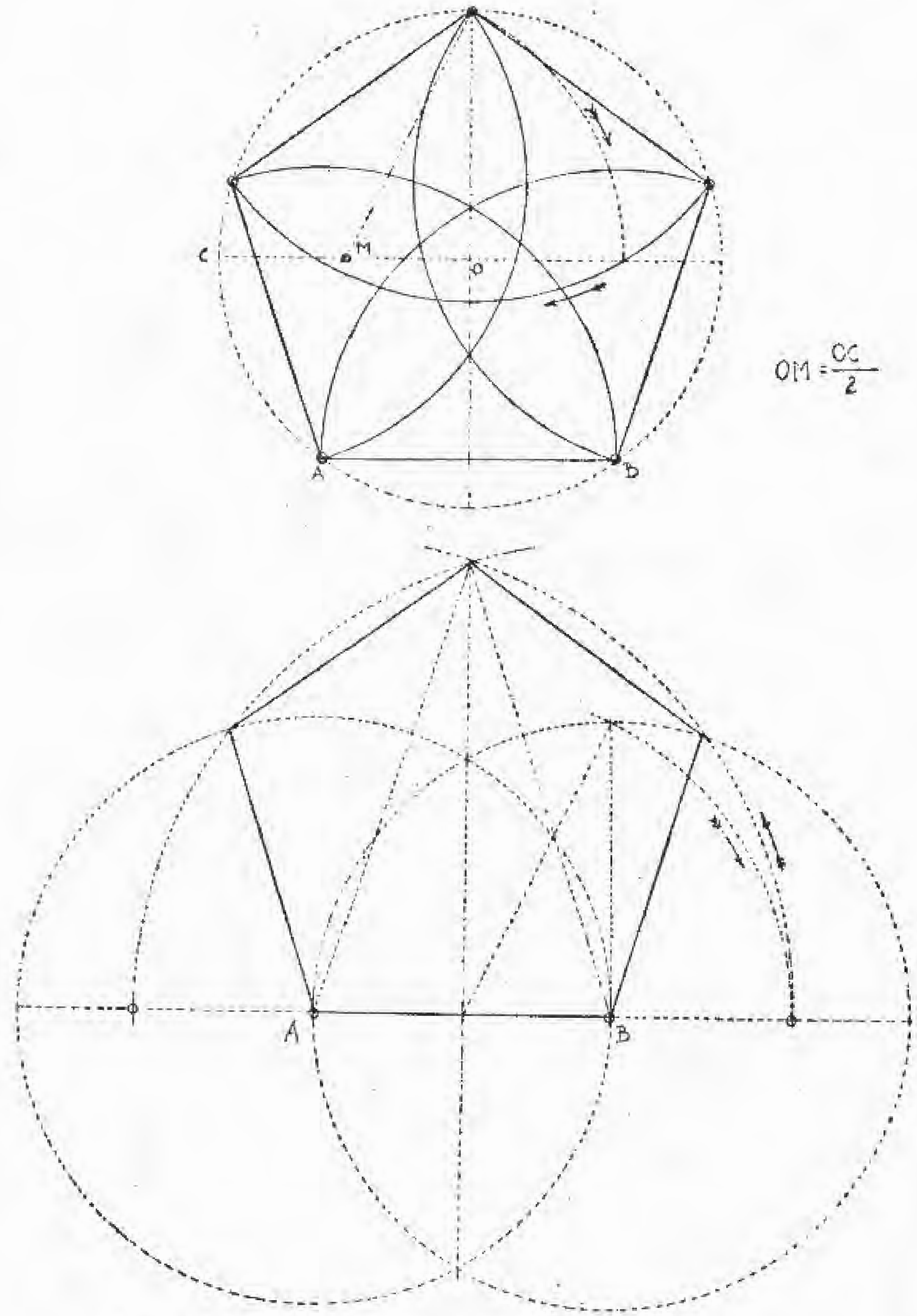
1. C'est un cas particulier du jugement, opération-type de l'intelligence. Le jugement comprend : 1° la perception d'une relation fonctionnelle ou d'une hiérarchie de valeurs entre deux ou plusieurs objets de la connaissance et 2° le discernement de la relation ou la comparaison des valeurs, qualitatives ou quantitatives. Lorsque cette comparaison aboutit à une « pesée » quantitative nette, son résultat est le rapport.



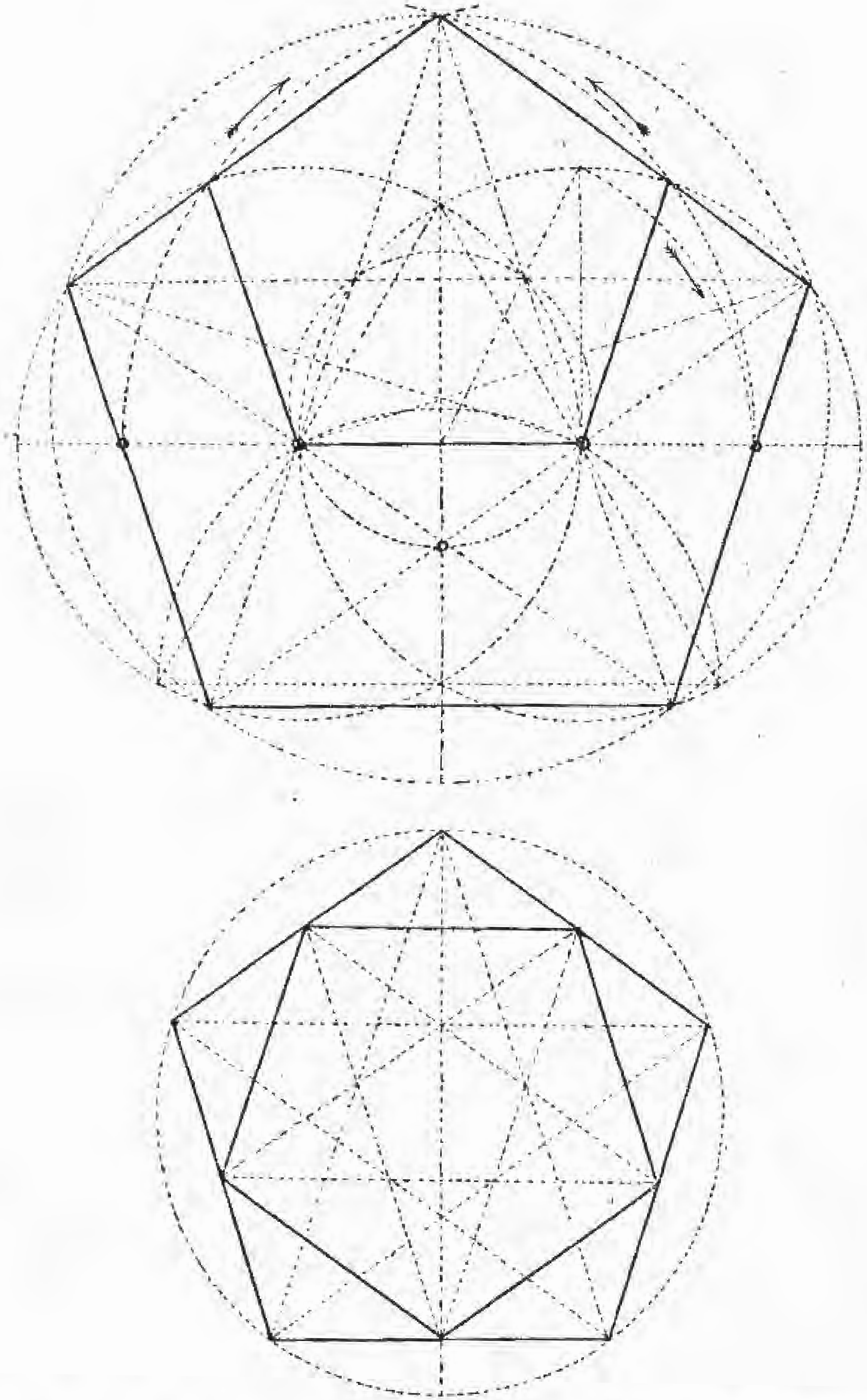
La section dorée, constructions élémentaires.



Section dorée, pentagone, décagone.



Inscription du pentagone dans un cercle donné.
Construction du pentagone de côté donné A B.



Amplification de la construction précédente. Pentagone et pentagramme.

homogènes A et B d'un côté, et les deux grandeurs homogènes C et D de l'autre, l'égalité $\frac{A}{B} = \frac{C}{D}$, qui s'énonce « A est à B comme C est à D », signifie que les 4 grandeurs A, B, C, D sont reliées par une proportion ; cette proportion est figurée par l'égalité des deux rapoprts $\frac{A}{B}$ et $\frac{C}{D}$. Si les grandeurs A, B, C, D, sont des segments de droites, mesurés par les longueurs a, b, c, d, nous avons entre ces mesures numériques, ces nombres, l'égalité $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$; c'est la proportion géométrique, appelée proportion *disjointe* dans le cas général où a, b, c, d, sont des nombres différents, et proportion *continue* si deux de ces nombres sont identiques. La proportion continue type est donc $\frac{a}{b} = \frac{b}{c}$, ou $b^2 = ac$; on dit que $b = \sqrt{ac}$ est la moyenne géométrique (ou proportionnelle) entre a et c. C'est la proportion géométrique, disjointe ou continue, qui est généralement envisagée en esthétique et spécialement en architecture.

L'équation de proportion peut avoir du reste un nombre quelconque de termes, $\frac{a}{b} = \frac{c}{d} = \frac{e}{f} = \frac{h}{g}$, etc., ou $\frac{a}{b} = \frac{b}{c} = \frac{c}{d} = \frac{d}{e}$, etc.; il s'agit toujours de la *permanence* d'un rapport caractéristique. La seconde série d'égalités représente la proportion continue proprement dite, série ou progression géométrique, comme par exemple 1, 2, 4, 8, 16, 32, etc.

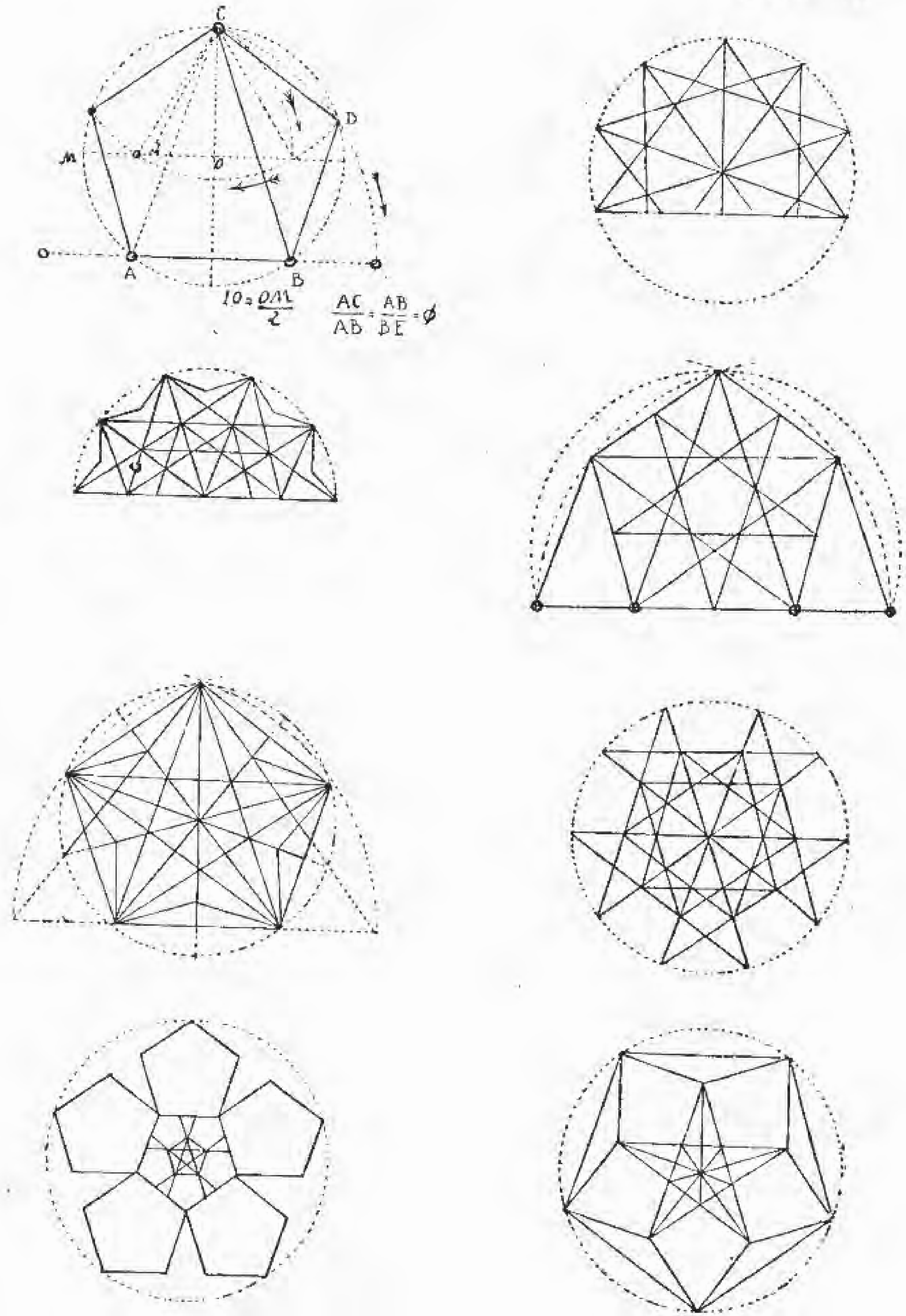
LE PARTAGE ASYMÉTRIQUE LE PLUS SIMPLE ET LA PROPORTION CONTINUE CORRESPONDANTE : LA SECTION DORÉE

Les Anciens avaient déjà remarqué que, puisqu'une proportion exprimait l'égalité de deux rapports, trois termes au moins sont nécessaires pour écrire une proportion ; c'est le cas de la proportion continue en général, $\frac{a}{b} = \frac{b}{c}$. On peut essayer de simplifier encore, de se contenter de deux termes, en posant $c = a + b$. Par exemple si a et b sont deux segments de droite composant à eux deux le segment c, la proportion continue devient $\frac{a}{b} = \frac{b}{a+b}$, ou $\left(\frac{b}{a}\right)^2 = \left(\frac{b}{a}\right) + 1$.

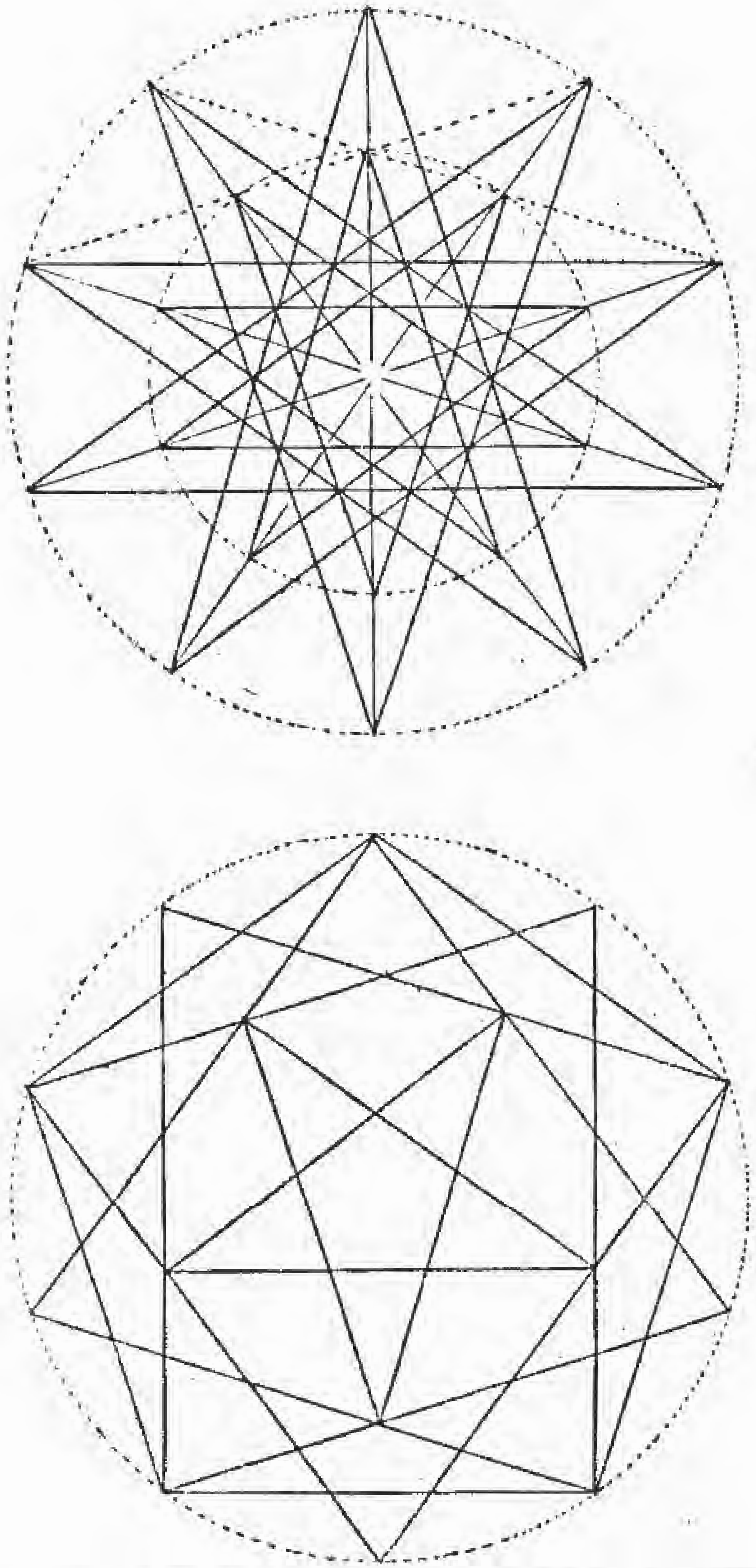
Si l'on pose $\frac{b}{a} = x$, on voit que x, racine de l'équation $x^2 = x + 1$, est égal à $\frac{1+\sqrt{5}}{2}$ (c'est la racine positive, l'autre étant $\frac{1-\sqrt{5}}{2}$). C'est le rapport connu sous le nom de « section dorée » ou « nombre d'or » ; lorsque ce rapport existe entre les deux parties d'un tout (par exemple entre les segments a et b dont la somme correspond au segment c) il détermine entre le tout et ses parties une proportion telle que : « le rapport entre la plus grande des deux parties et la plus petite est égal au rapport entre le tout (la somme des deux grandeurs considérées) et la plus grande ». La traduction algébrique de cet énoncé est, en effet, $\frac{a+b}{b} = \frac{b}{a}$, même équation que plus haut. Cette proportion qui correspond donc à la coupe la plus simple d'une grandeur en deux parties inégales, au partage asymétrique le plus logique, est appelée en géométrie élémentaire « partage en moyenne et extrême raison ». Elle a des propriétés remarquables en algèbre aussi bien qu'en géométrie, et se retrouve comme proportion récurrente en tout schéma basé sur le pentagone, le décagone et les corps réguliers qui leur correspondent dans l'espace, dodécaèdre et icosaèdre[1]. A

1. Cette parenté entre le rapport de la section dorée et tout schéma graphique à symétrie pentagonale dérive algébriquement du fait que, comme nous l'avons vu plus haut, le rapport de la section dorée, $\varnothing$, est égale à $\frac{\sqrt{5}+1}{2}$. Or ce nombre est aussi égal au rapport entre la diagonale du pentagone régulier et son côté, et entre le rayon d'une circonférence et le côté du décagone régulier inscrit.

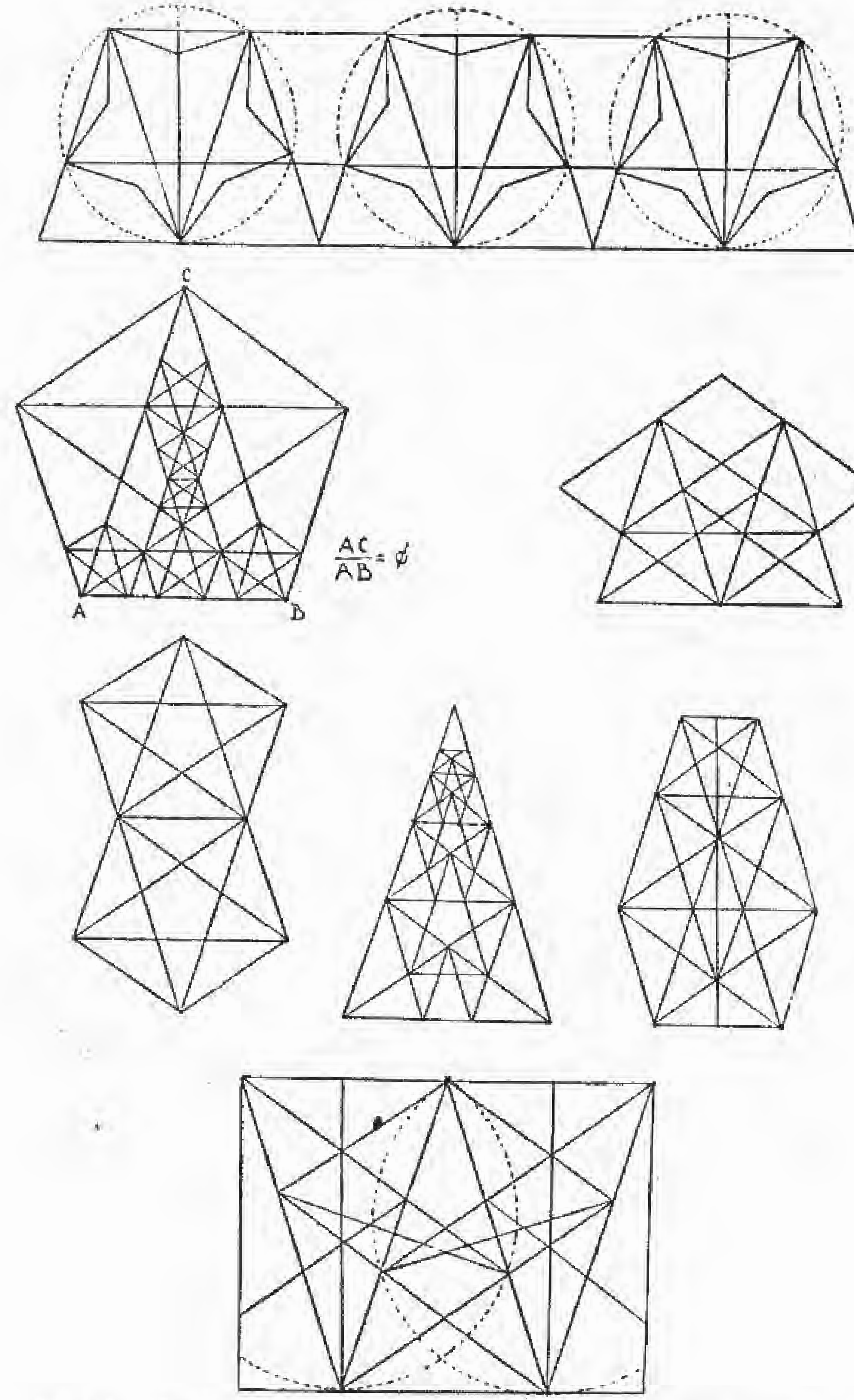
Les planches V et VI rappellent les constructions élémentaires concernant la section dorée ; les planches VII, VIII, IX et X montrent des schémas graphiques apparentés aux précédents, mais basés plus spécialement sur le pentagone et le décagone ; les planches XI à XIV illustrent les propriétés génératrices d'homothéties du triangle isocèle ayant pour grand côté la diagonale, et pour base le côté du pentagone régulier, qui sont l'un par rapport à l'autre dans le rapport $\varnothing$ de la section dorée.



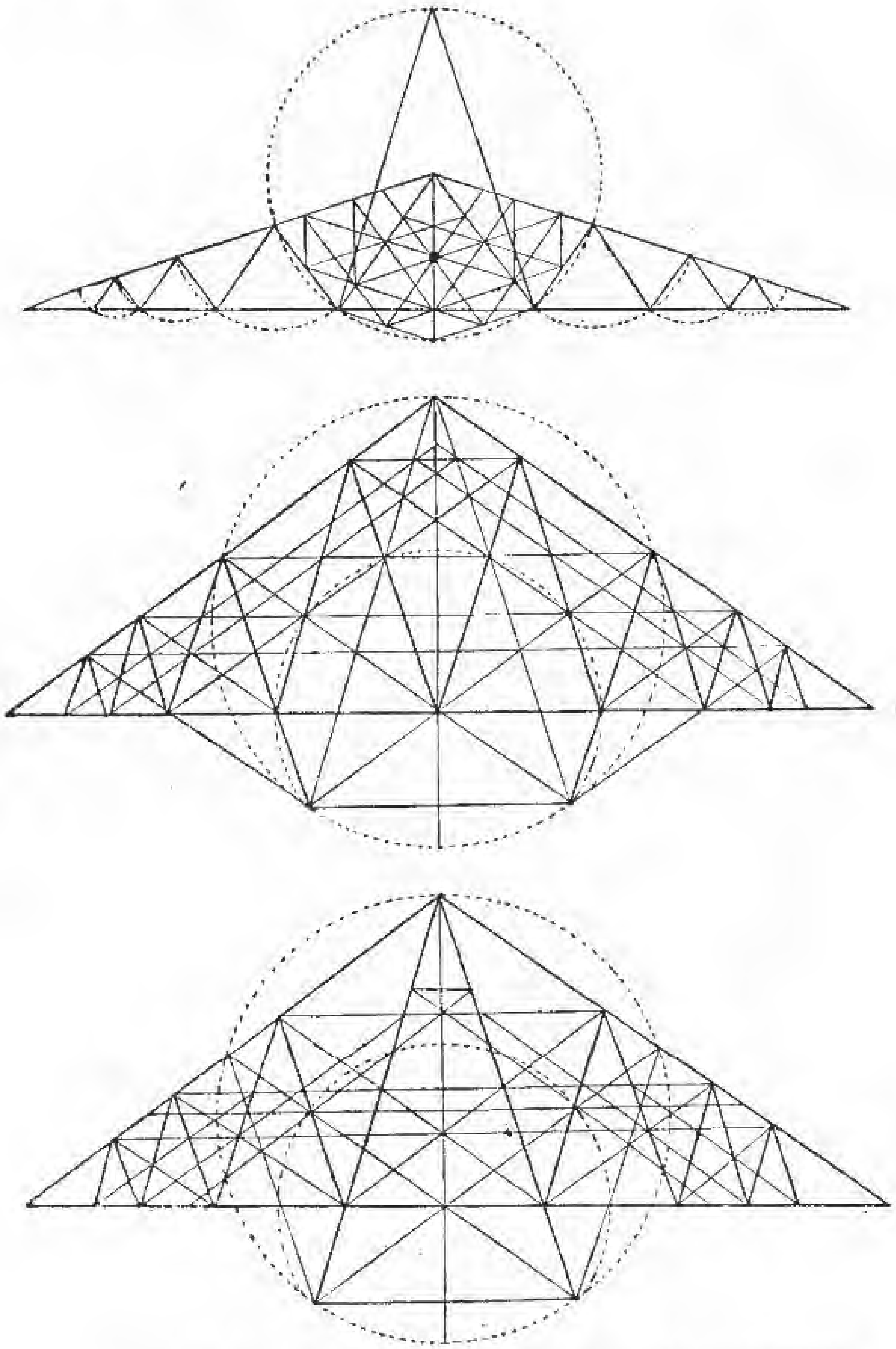
Pentagone, décagone, section dorée.



Pentagrammes. Pentagone, décagone étoilé et pentagramme.



Le triangle du pentagramme (constructions harmoniques).



Le triangle du pentagramme (constructions harmoniques).

cause de cette corrélation avec la symétrie pentagonale (prédominante dans la morphologie des plantes et de beaucoup d'organismes marins) et de sa parenté avec la série de Fibonaci dont il sera question plus loin, ce rapport de la section dorée se retrouve dans les courbes de croissance des êtres vivants, spécialement en phyllotaxie (partie de la botanique qui étudie la disposition des branches, des feuilles, des semences) et dans les proportions du corps humain. Le moine bolonais Luca Pacioli releva l'importance de ce rapport dans l'étude morphologique des polyèdres réguliers (en particulier dans le dodécaèdre), l'intitula « La Divine Proportion », et lui consacra un traité imprimé à Venise en 1509, illustré par son ami Léonard de Vinci.

Notons ici que le rectangle ayant comme proportion, comme rapport caractéristique (rapport entre son grand et son petit côté) celui de la section dorée, jouit aussi de propriétés géométriques remarquables qui l'ont souvent fait choisir, consciemment ou inconsciemment, soit comme rectangle d'encadrement, soit comme élément de surface, en architecture, en peinture, dans les arts appliqués, voire dans les objets usuels ; sa propriété la plus intéressante est que si l'on découpe un carré dans ce rectangle (par rabattement du petit côté par exemple) on a comme reste un petit rectangle semblable au rectangle initial. Ce qui permet d'obtenir par les manipulations graphiques de cette figure des applications variées de la transformation homothétique, du « Principe d'Analogie », et, suivant l'expression de Timerding, « l'impression rassurante de ce qui reste semblable à soi-même dans la diversité de l'évolution ».

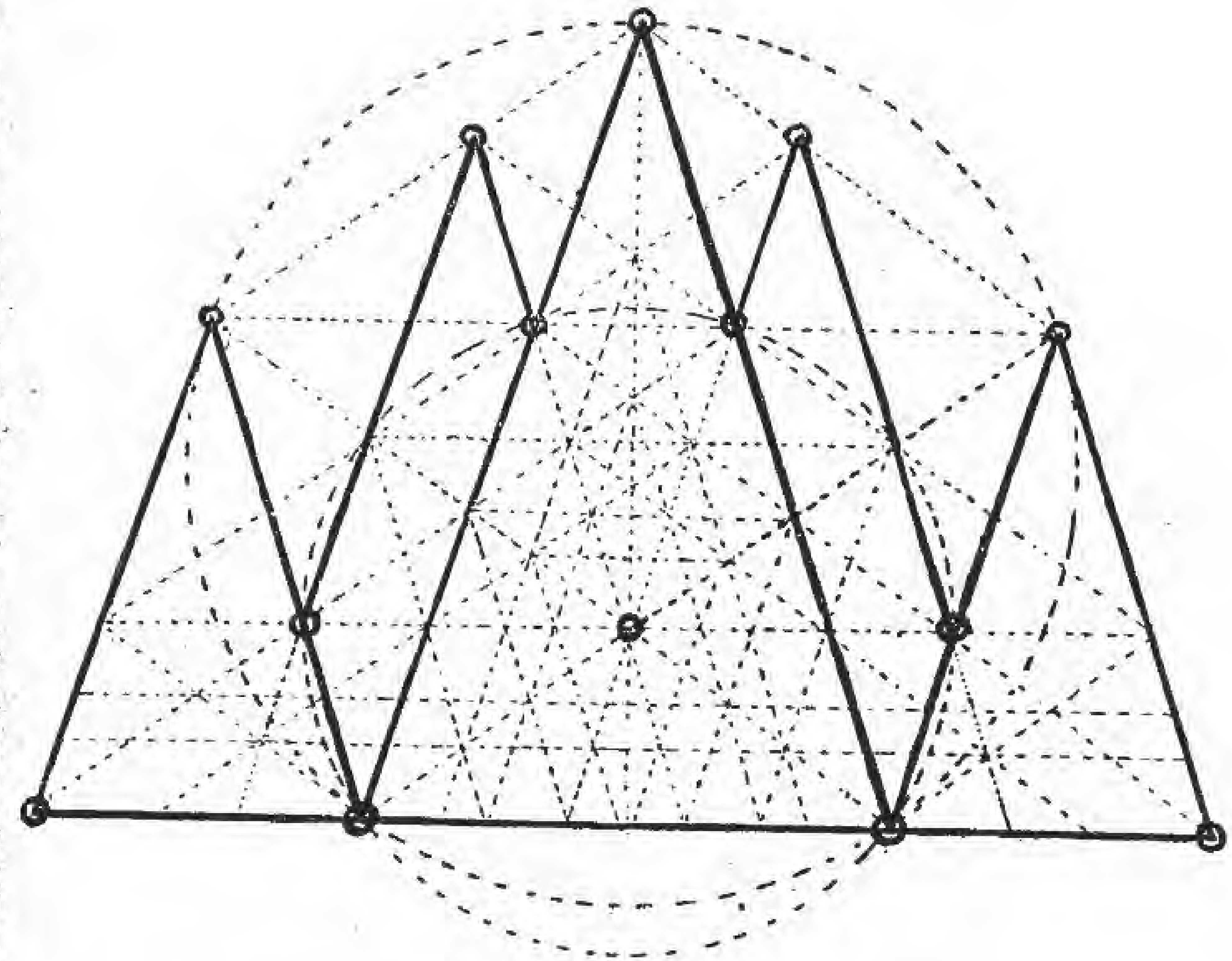
DISTINCTION ENTRE LES NOTIONS DE RAPPORT ET DE PROPORTION

Les concepts de rapport et de proportion sont souvent confondus du fait que la proportion géométrique est déterminée par l'équivalence de deux ou plusieurs rapports, par la persistance, la permanence d'un rapport constant dans les diverses combinaisons possibles entre trois ou plusieurs grandeurs ; et ce rapport qui caractérise une proportion, ou un enchaînement de proportions, est en général considéré comme étant la proportion même. C'est une confusion naturelle et qui n'offre aucun danger, car ce rapport caractéristique est bien l'attribut essentiel de la proportion. Si l'on veut cependant préciser la distinction en logique, on peut remarquer que le rapport $\frac{A}{B}$ entre deux grandeurs homogènes, ou $\frac{a}{b}$ entre leurs deux mesures respectives, est du point de vue du sujet percevant, de l'observateur, une simple comparaison en deux étapes : 1° la constatation que ces deux grandeurs peuvent être comparées l'une à l'autre, estimées, mesurées l'une en fonction de l'autre ; 2° l'évaluation de l'une de ces grandeurs par rapport à l'autre, la mesure, la « pesée » proprement dite.

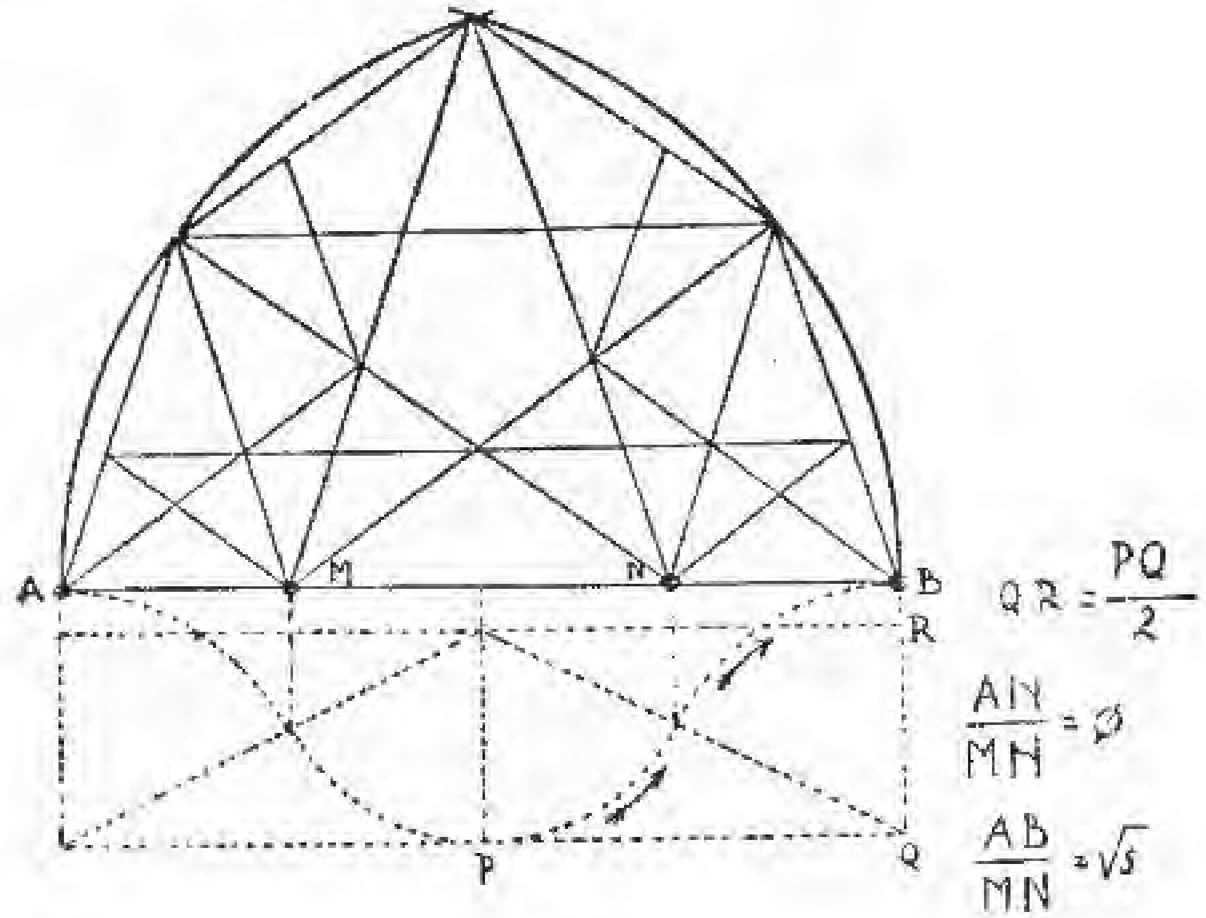
Dans le concept de proportion nous percevons l'égalité de deux (ou plusieurs) rapports, et nous introduisons ainsi en plus de la simple mesure l'idée d'une nouvelle qualité qui subsiste, qui se transmet d'un rapport à l'autre, qui *gouverne* les relations de dimension entre les 3, 4 ou *n* grandeurs considérées ; c'est cette qualité permanente, cet invariant analogique, qui en plus de la mesure introduit un ordre, un lien de corrélation entre ces différentes grandeurs et leurs mesures respectives, qui est la proportion.

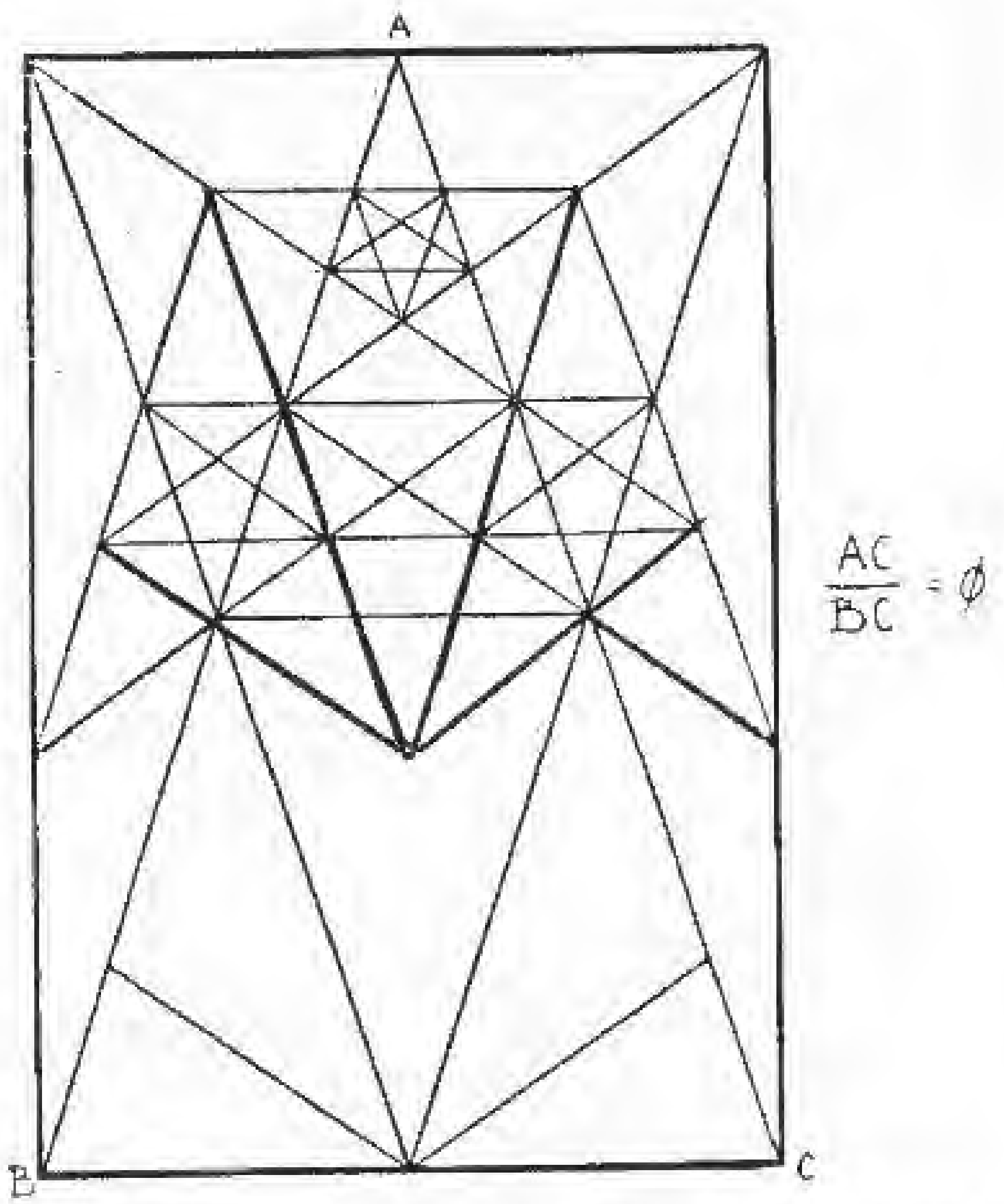
GÉNÉRALISATIONS DU CONCEPT DE PROPORTION
PROPORTION ARITHMÉTIQUE ET PROPORTION HARMONIQUE
LES DIX TYPES DE PROPORTIONS

La proportion géométrique (qui résulte de l'égalité de deux ou plusieurs rapports) n'est qu'un cas particulier d'un concept plus général ; la définition de la proportion *lato sensu* étant : « une combinaison ou corrélation entre deux ou plusieurs rapports ». Les proportions les plus usuelles, en plus de la proportion géométrique étudiée plus haut, sont : 1° la proportion arithmétique, dans



Le triangle du pentagramme (constructions harmoniques).





Le triangle du pentagramme (ogive et portail gothique, d'après MOESSEL).

laquelle le moyen terme (si l'on prend trois termes, le minimum nécessaire pour établir une proportion) dépasse le premier d'une quantité égale à celle dont il est lui-même dépassé par le dernier ; on a alors (si les trois termes sont a, b, et c) $\dfrac{c-b}{b-a} = 1$ (exemple : 1, 2, 3), et 2° la proportion harmonique, dans laquelle le moyen terme dépasse le premier d'une fraction de celui-ci égale à la fraction du dernier terme dont il est lui-même dépassé par ce dernier ; l'équation de proportion est alors $\dfrac{c-b}{b-a} = \dfrac{c}{a}$ (exemple : 2, 3, 6 ou 6, 8, 12).

Il y a en tout dix types de proportions, établis et étudiés par les néo-platoniciens et les néo-pythagoriciens ; voici leurs équations avec les exemples numériques correspondants :

$\dfrac{c-b}{b-a} = \dfrac{c}{c}$	(1, 2, 3)	$\dfrac{b-a}{c-b} = \dfrac{c}{b}$	(1, 4, 6)
$\dfrac{c-b}{b-a} = \dfrac{c}{b}$	(1, 2, 4)	$\dfrac{c-a}{b-a} = \dfrac{c}{a}$	(6, 8, 9)
$\dfrac{c-b}{b-a} = \dfrac{c}{a}$	(2, 3, 6)	$\dfrac{c-a}{c-b} = \dfrac{c}{a}$	(6, 7, 9)
$\dfrac{b-a}{c-b} = \dfrac{c}{a}$	(3, 5, 6)	$\dfrac{c-a}{b-a} = \dfrac{b}{a}$	(4, 6, 7)
$\dfrac{b-a}{c-b} = \dfrac{b}{a}$	(2, 4, 5)	$\dfrac{c-a}{c-b} = \dfrac{b}{a}$	(3, 5, 8)

Les trois premières équations correspondent à la proportion arithmétique, la proportion géométrique et la proportion harmonique. La dixième correspond à la série additive à deux temps, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, etc... ; cette série, appelée aussi série de Fibonaci ou série de Lamé, joue un rôle très important en botanique. C'est la série régulatrice type des courbes de croissance, du fait qu'elle est d'un côté additive (chaque terme est égal à la somme des deux termes précédents) et qu'elle tend de l'autre à se rapprocher d'une série géométrique (donnant une croissance homothétique) parce que le rapport entre deux termes consécutifs tend très rapidement vers le rapport de la section dorée, 1, 618..., (on a en effet

$$\frac{8}{5} = 1{,}6 \quad \frac{13}{8} = 1{,}625 \quad \frac{21}{13} = 1{,}615... \quad \frac{34}{21} = 1{,}619.....\Big)^{1}.$$

PROPORTIONS ENTRE VOLUMES

Nous avons vu que les proportions d'un rectangle (ou plutôt sa proportion, son rapport caractéristique), étaient livrées par le rapport $\frac{a}{b}$ entre son grand et son petit côté ; cet élément de proportion ou module rectangulaire qui permet de comparer immédiatement les formes de deux ou plusieurs rectangles joue un rôle capital dans l'établissement des tracés régulateurs plans en architecture et dans les arts graphiques et plastiques en général. Les Grecs ont étudié aussi les proportions entre volumes ; ici le volume élémentaire est

1. Briseux, dans le « Traité des Proportions Harmoniques » faisant partie de l'ouvrage mentionné au cours du chapitre I, introduit rapports et proportions de la façon suivante :

La comparaison de deux nombres, ou de deux quantités de même espèce, est appelée rapport. Si l'on compare deux nombres par soustraction, on forme un rapport arithmétique, comme 8 moins 5 égale 3, ou 20 moins 4 égale 16. Si l'on compare deux nombres par division, on forme un rapport géométrique, comme 8 divisé par 4 égale 2.

Il n'y a que ces types de rapports : le rapport arithmétique et le rapport géométrique. L'union de deux rapports équivalents forme une proportion.

Proportion arithmétique ; 8 surpasse 5 comme 6 surpasse 3 ou $8 - 5 = 6 - 3$.

Proportion géométrique ; 15 contient 5 comme 18 contient 6 ou $\frac{15}{5} = \frac{18}{6}$.

Ce sont les proportions *discrètes* ; nous obtenons des proportions continues lorsque deux des quatre éléments sont égaux (ex : proportion arithmétique continue $12 - 10 = 10 - 8$, proportion géométrique continue $\frac{48}{12} = \frac{12}{3}$).

La combinaison de ces deux types de rapports permet de trouver tous les autres types de proportions, entre autres la proportion harmonique : lorsque trois nombres, a, b, c, sont tels que le premier a est au dernier c comme le second b, moins le premier a, est au troisième c, moins le second b ; on a $\frac{a}{c} = \frac{b - a}{c - b}$ (cette définition de la proportion harmonique aboutit à la même équation que celle, habituelle, que j'ai donnée plus haut, mais elle permet de mieux saisir la combinaison des deux types de rapports, arithmétique et géométrique, en un nouveau type de proportion).

le parallélipipède droit rectangle. Si ses dimensions sont a, b et c, deux rapports, $\frac{a}{b}$ et $\frac{b}{c}$ par exemple, suffisent pour établir ses proportions. Les Grecs se servirent pour l'étude des proportions dans le plan et dans l'espace d'une discipline mathématique très féconde, la théorie des nombres figurés, plans ou solides. C'est elle qui permit à Platon de démontrer le théorème sur les proportions entre volumes qu'il énonce dans le « Thééthète » :

« Tandis qu'une seule médiété (moyenne géométrique) suffit à lier en une proportion deux nombres plans (de la forme $a \times b$), deux médiétés sont nécessaires pour lier deux nombres solides (de la forme $a \times b \times c$. »

Les commentaires du néo-pythagoricien Nicomaque de Gérase montrent que les deux volumes considérés sont des cubes a^3 et b^3, a et b étant premiers entre eux. Les deux médiétés cherchées sont alors les volumes ou nombres solides $a \times a \times b$ et $a \times b \times b$, car

$$\frac{a^3}{a^2 b} = \frac{a b^2}{b^3}.$$

LA PROPORTION ET LE PRINCIPE D'ANALOGIE

Les Grecs appelaient la proportion géométrique ἀναλογία ; c'est aussi le nom que lui donne Vitruve, en en faisant l'élément principal de la composition, de ce qu'il appelle la « symmetria », le jeu de proportions reliant tous les membres de la création architecturale. Lorsque, dit-il, cet enchaînement de proportions (cette commodulation comme diront ses commentateurs de la Renaissance) traduit de par le choix judicieux du module, de l'étalon de mesure, un accord convenable des membres entre eux, et la correspondance de chaque partie avec l'ensemble, « comme on le voit dans le corps humain », l'architecte obtient l'eurythmie, la réussite harmonieuse analogue à celle que cherche le musicien dans la composition d'une symphonie.

L'emploi de la proportion géométrique, qui introduit au point de vue numérique la persistance ou la récurrence d'un rapport donné, introduit au point de vue géométrique et morphologique la similitude ou l'homothétie récurrente des formes (triangles et rectangles semblables). Ce reflet morphologique d'un concept cher à l'esthétique et à la philosophie platonicienne, celui de « l'identité dans la variété », est une illustration particulière d'une loi esthétique dégagée et formulée au XIX[e] siècle par Thiersch (*Die Proportion in der Architektur*) sous le nom de Principe d'Analogie :

« Nous avons trouvé en observant les œuvres les plus réussies de tous les temps que dans chacune de ces œuvres, une forme fondamentale se répète, et que les parties forment, par leur composition et leur disposition, des figures semblables. L'harmonie ne résulte que de la répétition de la figure principale de l'œuvre dans ses subdivisions[1]. »

Ce principe d'analogie qui contribue à donner à l'œuvre d'art son unité organique se retrouve du reste en musique :

« Il n'est pas exagéré de dire que la répétition systématique sous une forme ou sous une autre est le plus important principe de structure musicale. » (W. R. Spalding, Manuel d'analyse musicale.)

Et : « Partout dans le domaine musical on aperçoit des éléments se répondre comme des images... La musique qui apaise apparaît donc cyclique... Il y a des transformations qu'une figure musicale peut subir sans cesser d'être reconnue pour elle-même. » (P. Servien, Introduction à une connaissance scientifique des faits musicaux, A. Blanchard, éd., 1929.)

Nous avons donné plus haut la définition mathématique de la proportion (l'égalité de deux rapports, ou plutôt : la qualité qui résulte de l'égalité de deux rapports). On trouve aussi en esthétique une définition à la fois elliptique et vague ainsi conçue : « Rapport qui existe entre les diverses parties d'un tout », ou encore « Rapport des parties entre elles et avec leur tout ». On voit qu'ici les notions

1. Je trouve dans Alberti (*De Re Aedificatoria*) deux passages qui paraissent se rapporter à ce Principe d'Analogie : « Certissimum est naturam in omnibus sui esse persimilem », et
« Neeque habet lineamentum in se ut materiam sequatur, sed est hujusmodi ut eadem plurimis in aedificiis esse lineamenta sentiamus, ubi una, atque eadem in illis spectetur forma. »
Il s'agit des fameux « lineamenta » qui d'après le contexte pourraient se traduire soit par « tracés régulateurs » soit par « lignes régulatrices »

de rapport, de proportion et de commodulation (enchaînement de proportions dérivant de l'emploi d'un module commun) sont effectivement confondues. En esthétique, comme dans le langage courant, on emploi du reste en général le pluriel : les proportions d'un temple, d'une statue, d'une colonne, d'un vase, d'un corps humain ; on entend évidemment par là l'ensemble, le jeu de proportions caractérisant la forme considérée, décelées par elle, ce jeu de proportions se réduisant en fait à un ou plusieurs rapports remarquables.

S'il s'agit des proportions d'une colonne, elles se résument en général en un seul rapport remarquable, celui que l'on peut établir entre la hauteur de la colonne et son diamètre moyen, ou encore (comme le faisaient les anciens) entre la hauteur et le demi-diamètre de base ; on a pris, dans ce dernier cas, le demi-diamètre de base comme module, (comme étalon commun de mesure, le ποσότης de Vitruve, qui permet d'établir les spécifications et les proportions de l'ensemble d'un édifice) ; on pourra dire alors qu'une colonne dorique a 13 ou 14 modules de hauteur, une colonne ionique 15 ou 16, une colonne corinthienne 18 à 20. Ce rapport entre la plus grande dimension de la colonne et le module détermine les proportions de la colonne, ou si l'on veut, la proportion essentielle. De même on peut parler en termes généraux des proportions d'un corps humain, mais lorsqu'on veut préciser cette idée, on en arrive toujours à citer un rapport, ou plusieurs rapports essentiels, par exemple le rapport entre la hauteur totale du corps et la hauteur du nombril (distance verticale au sol), rapport qui oscille entre $\frac{8}{5} = 1{,}6$ et $\frac{13}{8} = 1{,}625$ et dont la valeur moyenne, (pour un grand nombre d'observations) est égale au rapport de la « section dorée »,

$$\frac{\sqrt{5}+1}{2} = 1{,}618\ldots,$$

Pareillement les proportions d'un rectangle (ou la proportion caractéristique d'un rectangle) seront livrées par le rapport entre le grand côté et le petit côté de ce rectangle ; comme dans le cas de la colonne, ce rapport devient une proportion du fait que l'un de ses éléments est la plus grande dimension de l'objet, de la figure considérée ; c'est ainsi que s'éclaire le sens de la définition elliptique citée plus haut, qui appelait proportion « le rapport des parties entre elles et avec leur tout ». Lorsque l'un des éléments d'un rapport est la dimension principale d'un ensemble, et représente ainsi quantitativement l'ensemble, le « tout » lui-même, ce rapport, devenu caractéristique, peut, en effet, représenter « la proportion » de cet ensemble.

Ayant ainsi examiné sous toutes ses faces utiles ce concept de proportion qui est le point de départ et fournit l'élément, la monade, de la composition plastique ou architecturale, nous allons au chapitre suivant tâcher d'exposer comment les Grecs se sont servis de la « symmetria », de la commodulation mentionnée par Vitruve, pour lier, ordonner en tracés régulateurs harmoniques les cellules esthétiques fournies par les proportions élémentaires.

CHAPITRE III

LA SYMÉTRIE DYNAMIQUE

On a pu constater à la lecture de ce qui précède combien les anciens avaient approfondi l'étude des proportions et son application pratique aux arts, en particulier à l'architecture. Nous avons vu aussi que cette étude, reprise au début de la Renaissance (Piero della Francesca, Alberti, Luca Pacioli, Léonard de Vinci, Dürer) tomba peu à peu en désuétude.

Ce n'est qu'à partir du milieu du XIX^e siècle (Zeysing, Viollet-le-Duc, Choisy) que les recherches sur les canons de proportions et les tracés grecs et gothiques ont progressivement remis en honneur au point de vue théorique d'abord, puis comme applications à des problèmes actuels, des procédés raisonnés de mise en proportion et de « composition harmonique ».

Les recherches de Choisy, de l'Américain J. Hambidge, du Norvégien Lund et de l'architecte allemand Moessel (les ouvrages de ces trois derniers ont paru après la guerre), l'examen attentif du texte de Vitruve à la lumière des concepts platoniciens et néo-platoniciens de proportion et de symétrie (commodulation) ont d'abord montré que loin de prôner la simple multiplication du module, de l'étalon de mesure, par des nombres entiers ou fractionnaires, afin d'obtenir les dimensions des divers éléments du plan, Vitruve déclare explicitement que les questions délicates de mise en proportion doivent se traiter par des procédés non pas arithmétiques mais géométriques (*difficilesque symmetriarum quaestiones geometricis rationibus et methodis inveniuntur*). Ce que Pacioli, en 1509, commentera tout aussi clairement dans son « Divina Proportione » :

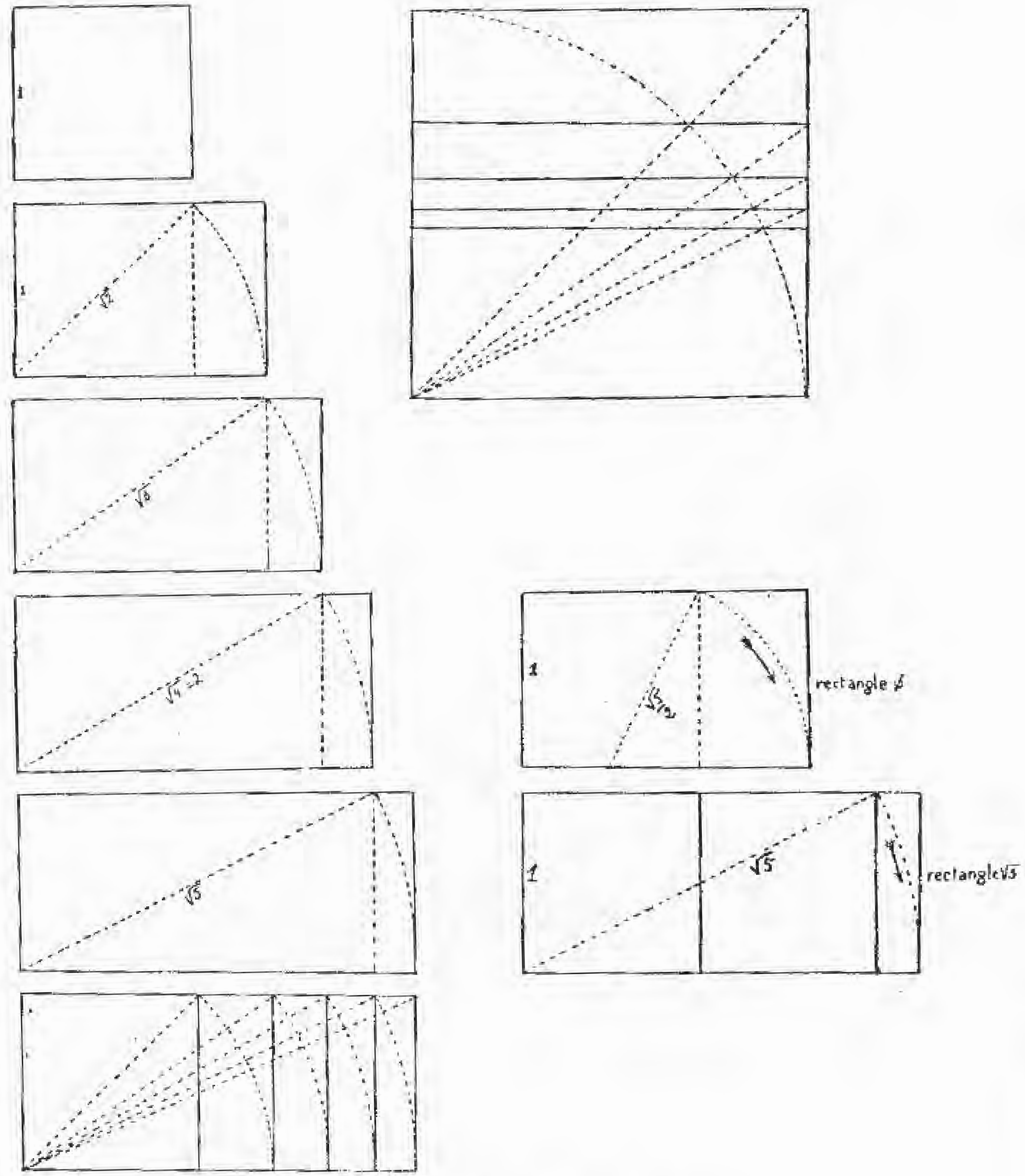
« Lorsque ce n'est pas le cas d'employer des symétries simples, $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{3}{4}, \frac{2}{3}$, etc., et que vous tombez dans le domaine des proportions irrationnelles — par exemple celle déterminée par la diagonale et le côté du carré — vous vous servirez du niveau et du compas pour placer les points importants dans votre dessin ; en effet, même si une proportion ne peut être exprimée en nombres, cela n'empêche pas de la fixer au moyen de lignes et de surfaces, car la Proportion peut s'étendre beaucoup plus loin dans le domaine des quantités continues (irrationnelles) que dans celui des grandeurs discontinues (entières). »

J. Hambidge (*Dynamic Symmetry*, Yale University Press) et l'architecte allemand Moessel (*Die Proportion in der Antike und Mittelalter*, C. H. Beck, éd., Münich), après avoir étudié les plans et les proportions des temples grecs et des églises gothiques, ont réussi à imaginer des procédés géométriques de mise en proportion analogues ou identiques à ceux qu'ont dû employer les architectes grecs et gothiques, et qui permettent en tout cas d'obtenir des tracés régulateurs satisfaisant aussi bien au « Principe d'Analogie » de Thiersch qu'à l'idéal, redevenu actuel , de la composition symphonique, organique, de l'œuvre d'art.

Ceux qui désirent une exposition détaillée des méthodes de Hambidge (rectangles *dynamiques*) et de Moessel (tracés fournis par la segmentation du cercle d'orientation, devenu cercle directeur), la trouveront dans leurs ouvrages cités plus haut[1] ; je n'en donnerai ici qu'un résumé succinct.

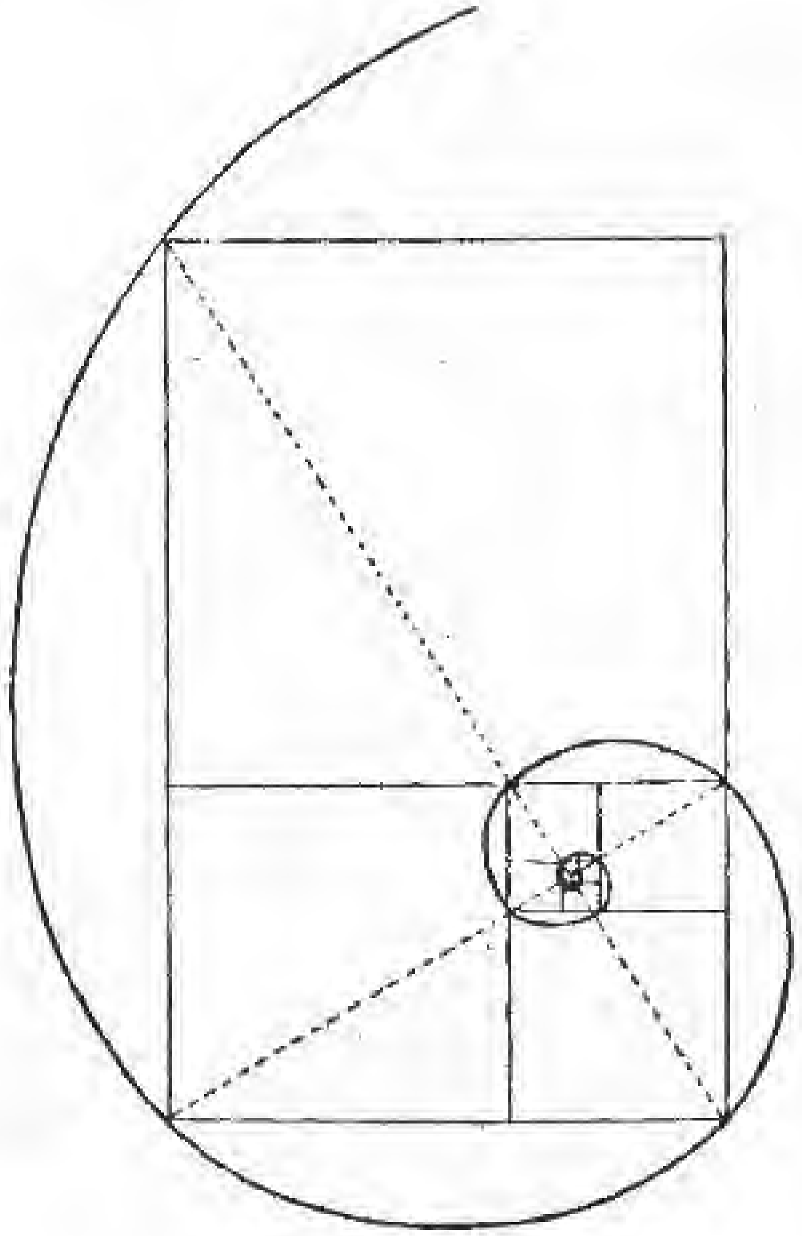
Hambidge, après avoir prouvé que les rectangles à proportions irrationnelles ou « dynamiques » (termes empruntés au *Théétète* de Platon), c'est-à-dire tels que leur rapport caractéristique $\frac{a}{b}$ soit égal par exemple à $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{5}$, ou $\frac{\sqrt{5}+1}{2}$ (le rectangle de la sec-

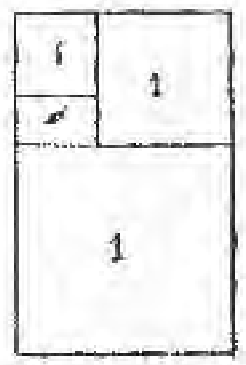
1. Aussi dans mon *Esthétique des Proportions* (Gallimard, éd.) et dans mon *Nombre d'Or* (2 vol., Gallimard).



Les rectangles dynamiques.

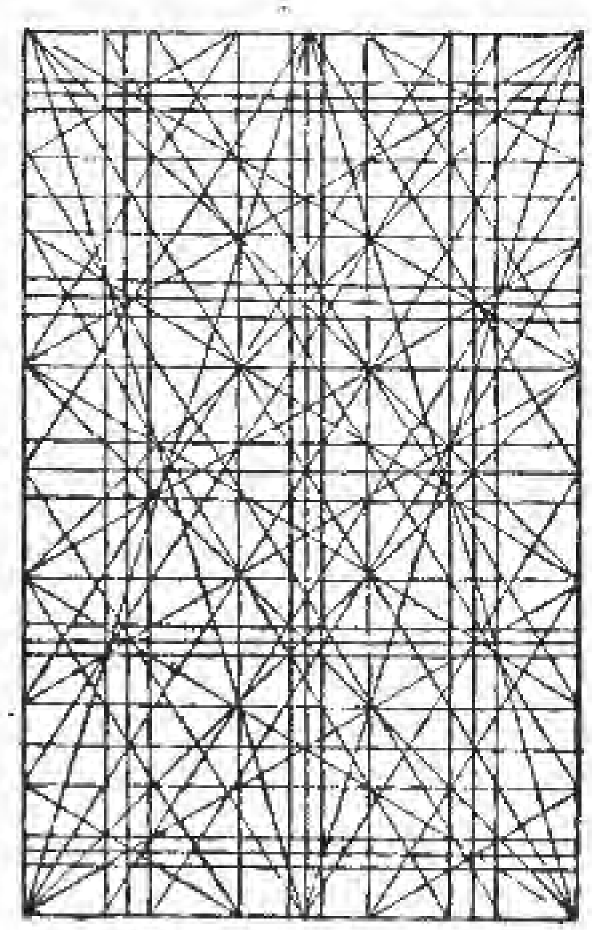
PLANCHE XVI





ø

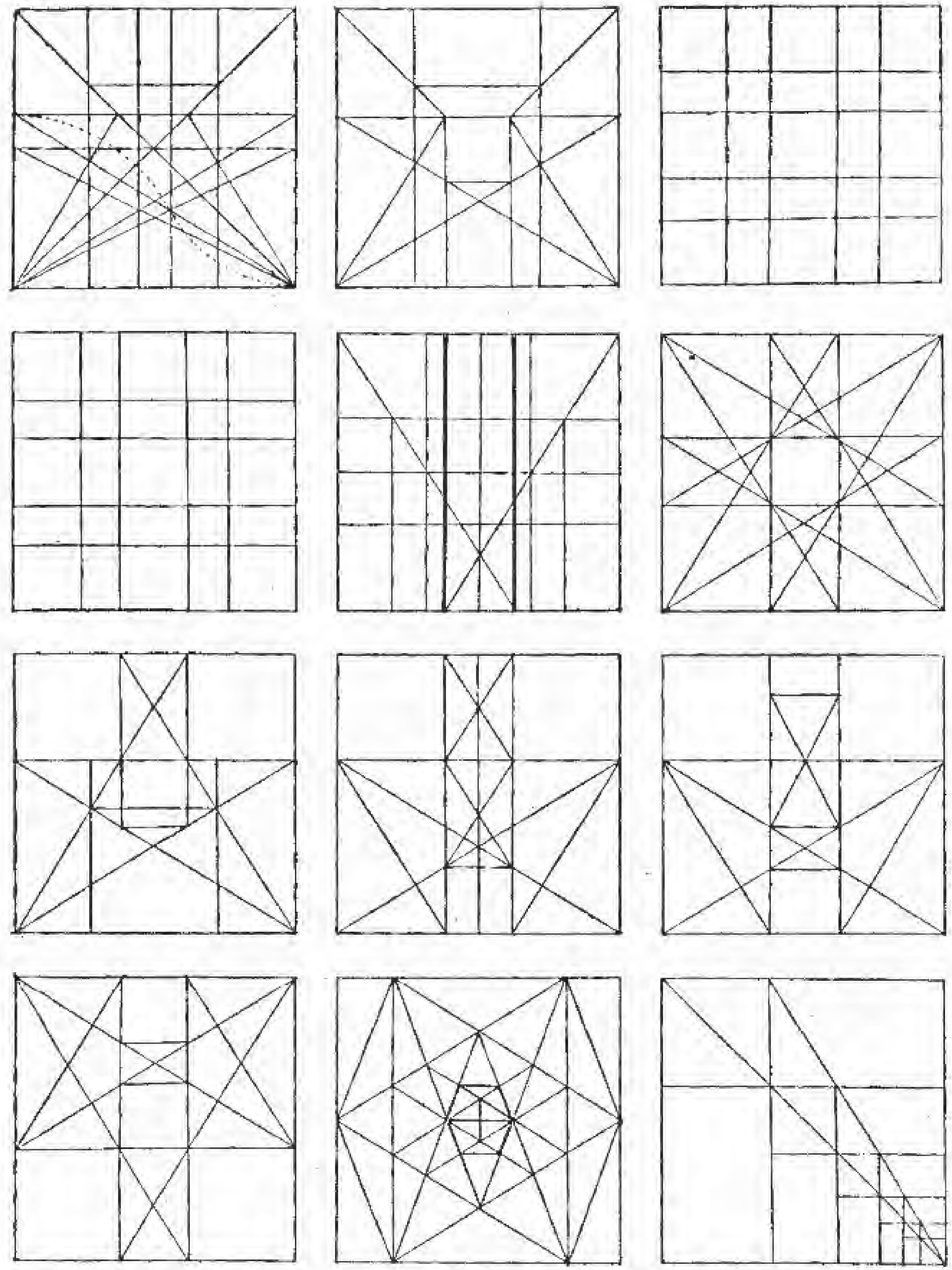
SPIRALE ø



RECTANGLE ø

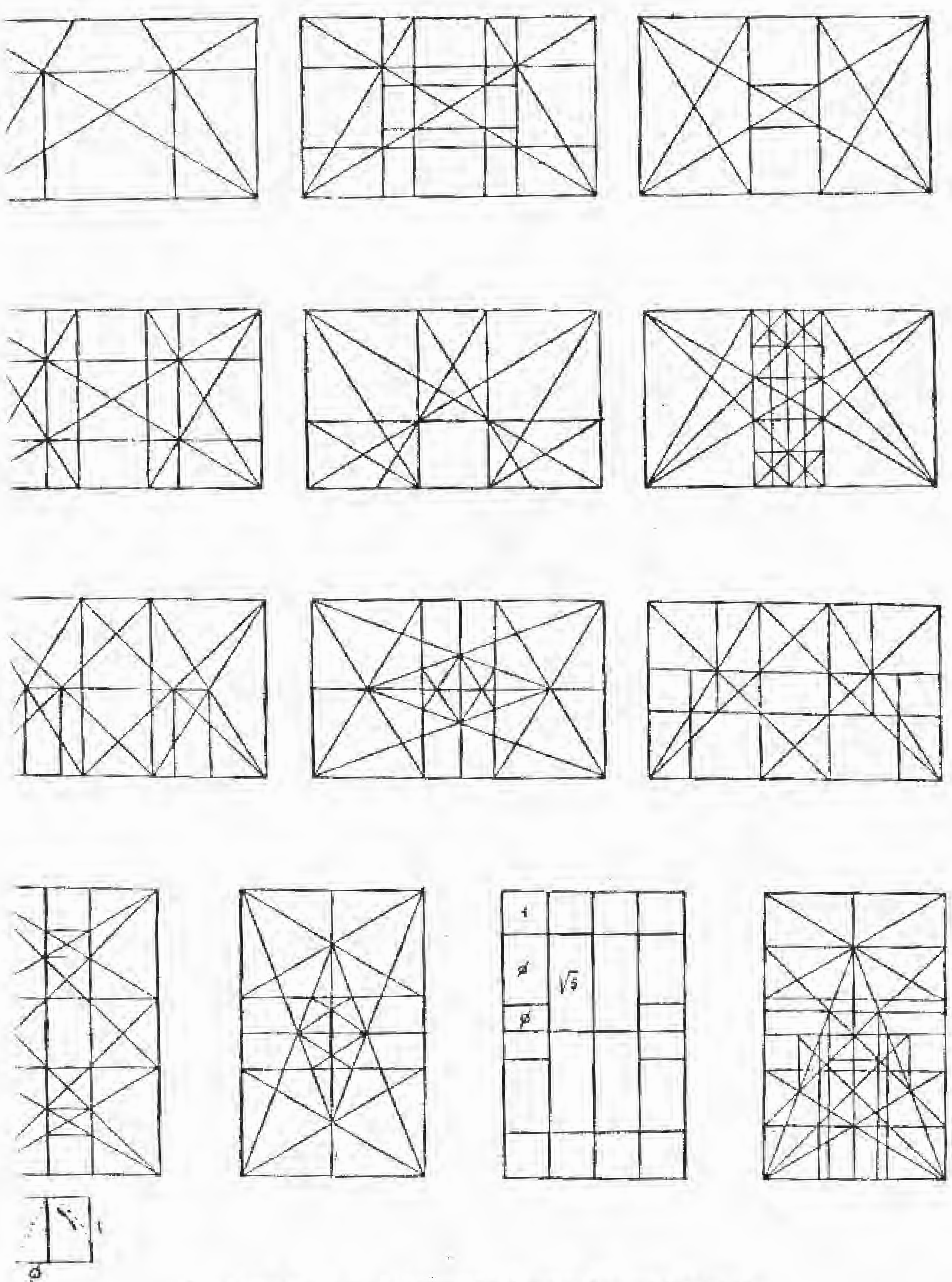
Spirale ø. Rectangle ø.

PLANCHE XVII

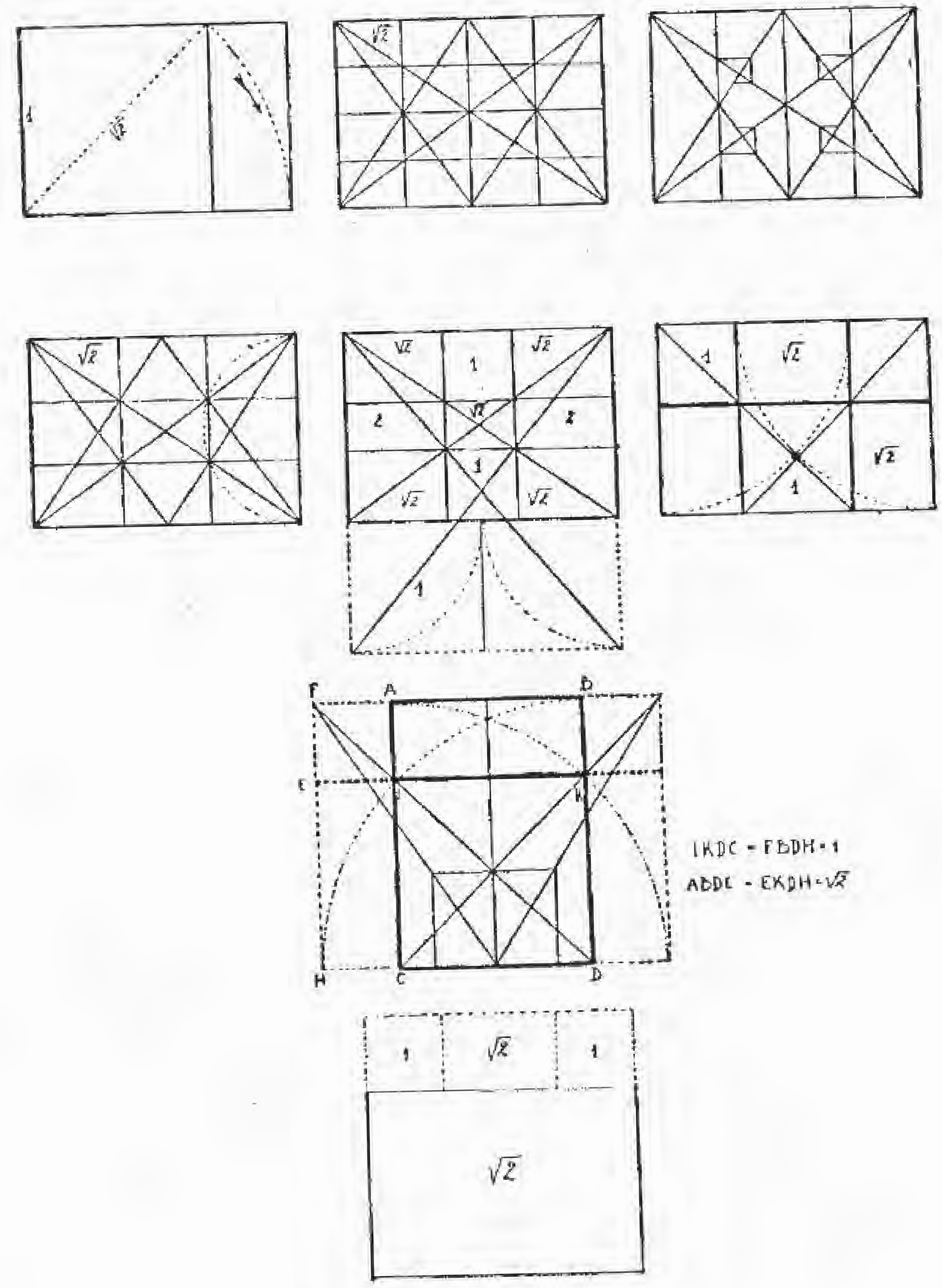


Le carré : décompositions harmoniques en ø.

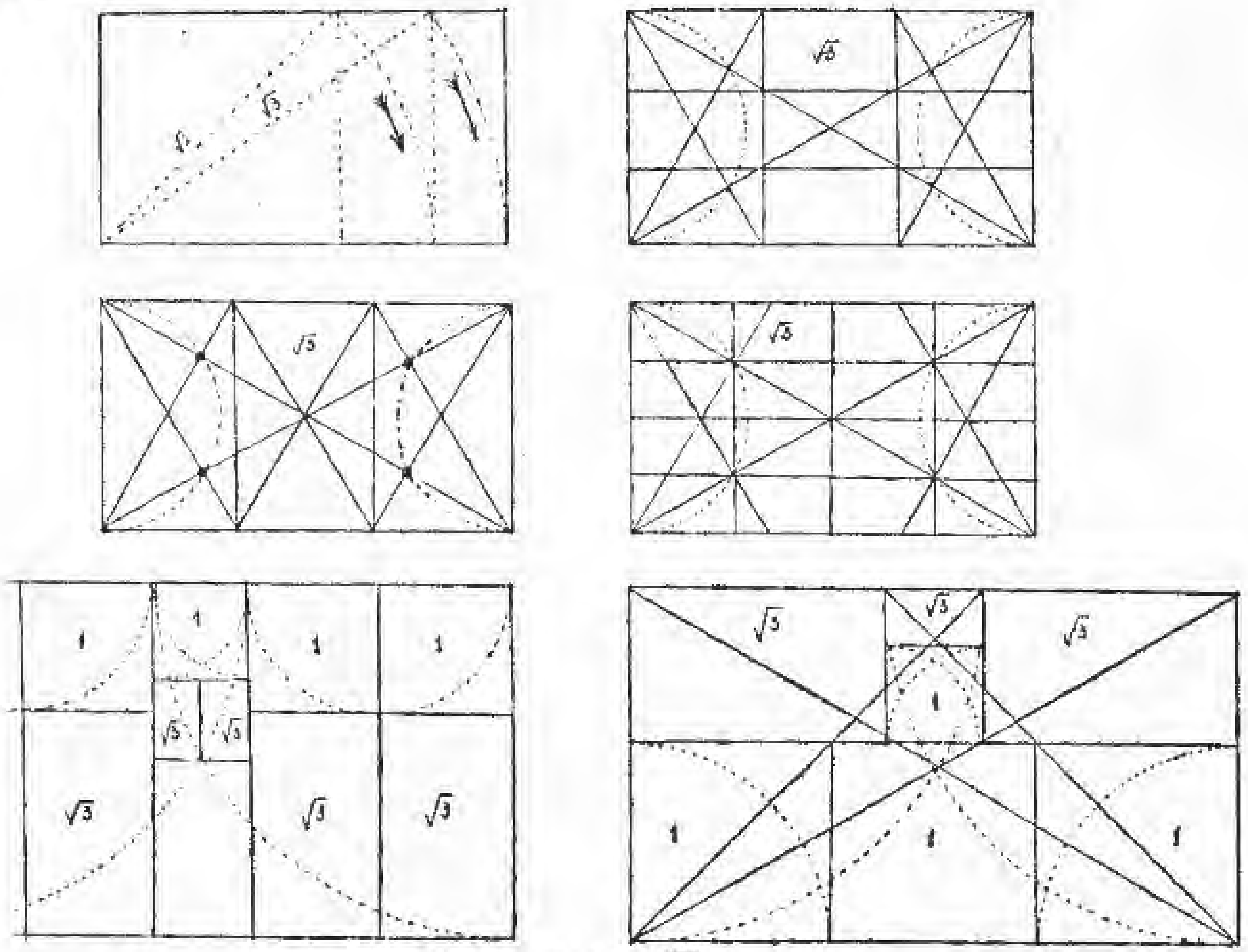
PLANCHE XVIII



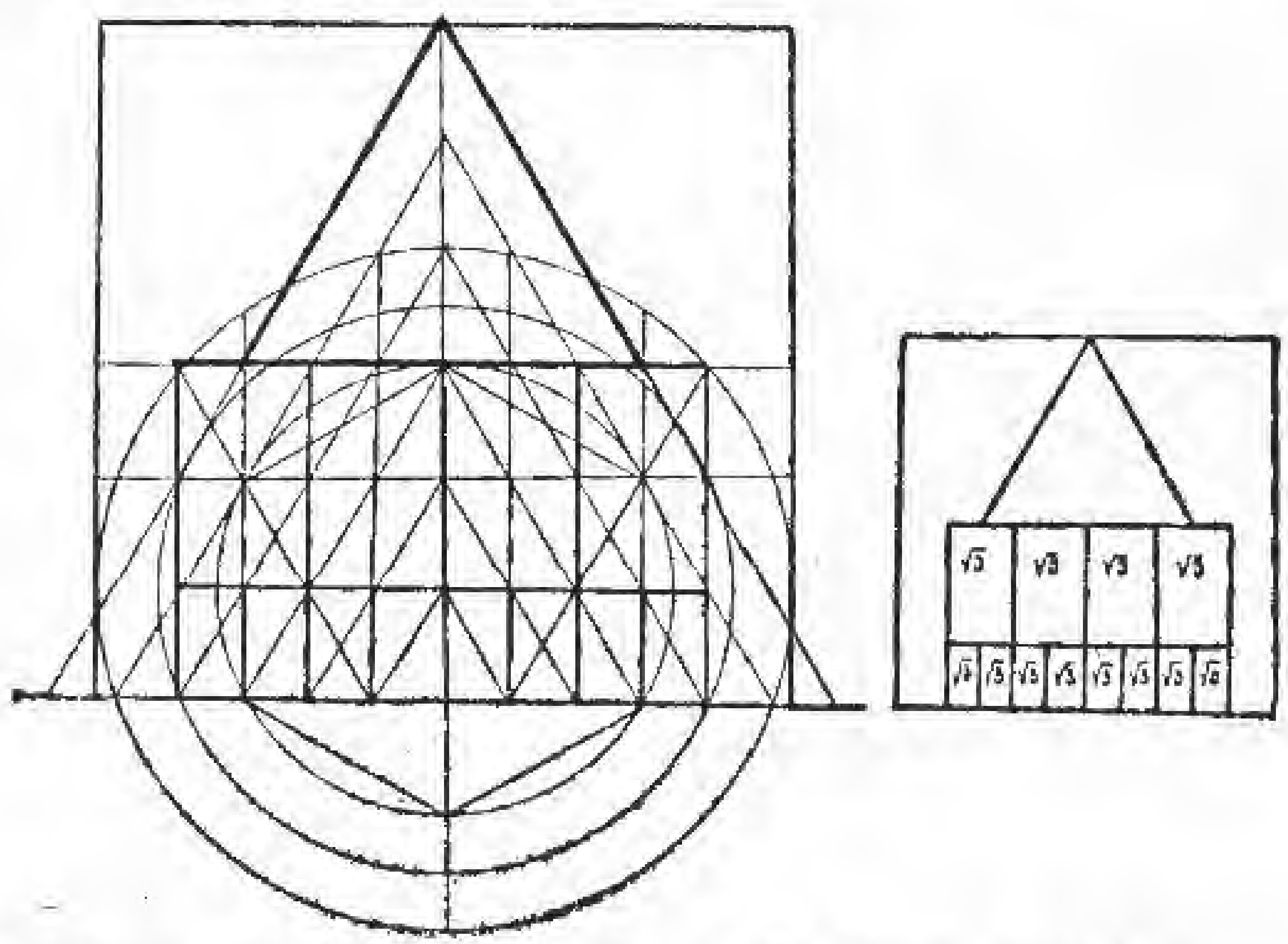
Rectangle ø : décompositions harmoniques.



Le rectangle $\sqrt{2}$.



Le Rectangle $\sqrt{3}$



rectangle $\sqrt{3}$. Tracé régulateur gothique en $\sqrt{3}$. (Dôme de Milan).

tion dorée, apparenté au précédent), offrent des possibilités d'emploi beaucoup plus fécondes que les rectangles « statiques » 2, 3, 4, 5, etc., montre comment l'on peut effectuer la subdivision « harmonique » de ces rectangles, ou du carré, en surfaces rectangulaires de différentes grandeurs reliées entre elles par un enchaînement continu de proportions ; il obtient en général cette création récurrente de subdivisions reliées par le même « thème » morphologique par le simple tracé des diagonales, des perpendiculaires abaissées sur celles-ci des sommets du rectangle d'encadrement, et des parallèles aux côtés de ce dernier ainsi qu'aux diagonales menées des différents points d'intersection. Les rectangles à rapport caractéristique $\sqrt{4} = 2$ (le double-carré) et $\sqrt{1} = 1$ (le carré), font partie aussi bien de la série des rectangles « dynamiques » que de celle des rectangles « statiques ».

Les planches XV à XXV donnent un certain nombre d'exemples de rectangles « dynamiques » traités harmoniquement d'après le procédé de Hambidge. Je ne donne ici que des schémas abstraits de rectangles dynamiques simples (carrés, $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{5}$, $\varnothing$) ou complexes. Pour les analyses de plans de temples, de tracés de vases grecs, etc., je renvoie le lecteur à mes ouvrages précédents et à ceux de Hambidge.

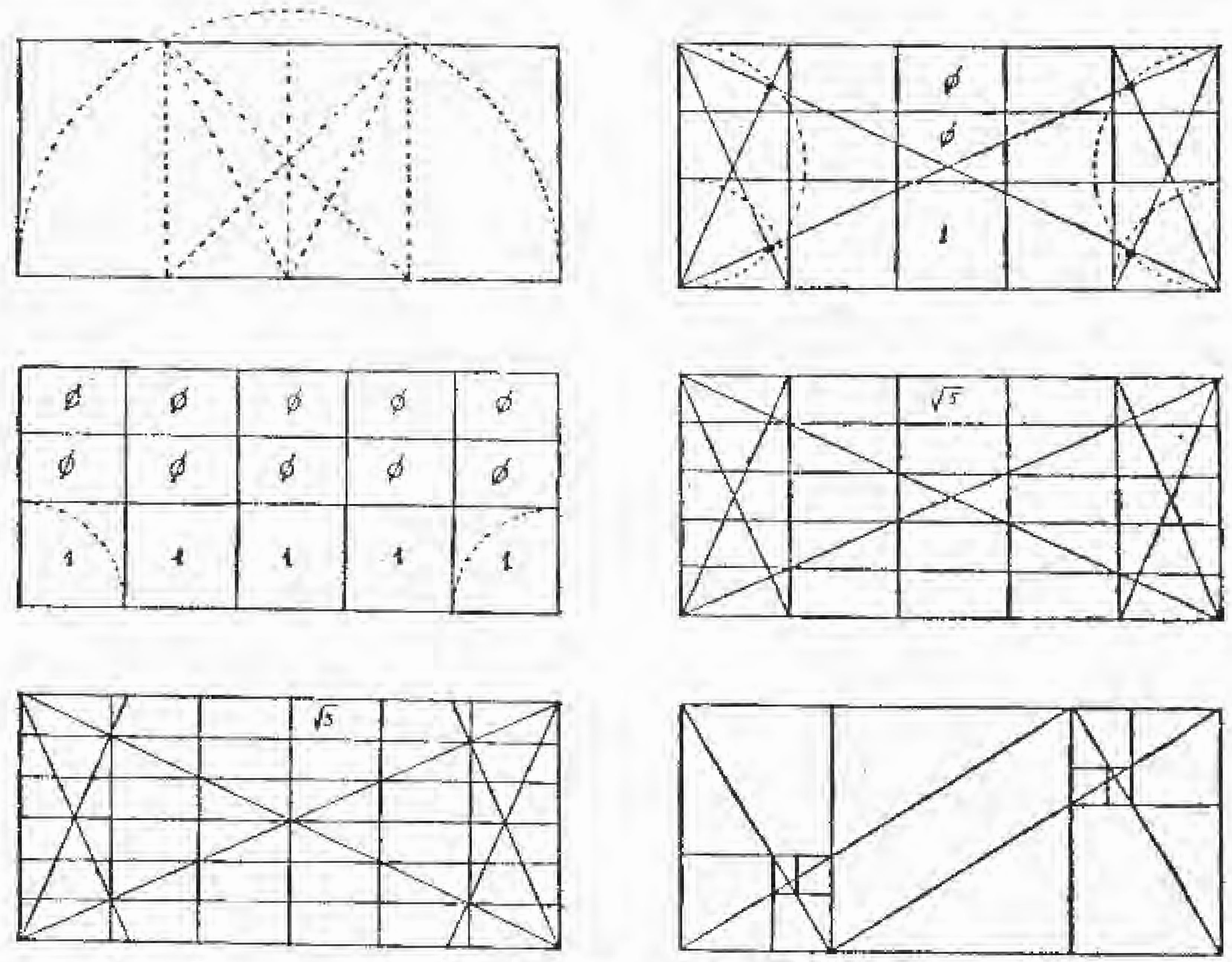
M. Moessel, par contre, obtient ses diagrammes régulateurs par la segmentation d'un cercle directeur soit en 8 ou 16, soit en 5, 10 ou 20 parties égales, et par le tracé des polygones réguliers, convexes ou étoilés, correspondants. Les tracés les plus fréquents, aussi bien dans les plans grecs que dans les plans gothiques reconstitués, sont ceux où le cercle directeur est divisé en 5, 10 ou 20 parties égales ; ils livrent tous (à cause de l'affinité entre le pentagone et la section dorée), des jeux de proportions où paraissent la section dorée ou des rapports apparentés à celle-ci.

Les planches XXVI à XXVIII sont des illustrations schématiques de la théorie de Moessel. La planche XXVI donne la segmentation type du cercle directeur du tracé (à l'origine le cercle d'orientation du temple ou de l'église) en 5 et en 10 ; les projections sur deux axes latéraux perpendiculaires donnent deux échelles de proportions en $\varnothing$ dans lesquelles paraissent le rayon et les côtés des pentagones et décagones convexes et étoilés inscrits. La variante de la planche XXVII représente un tracé directeur abstrait du type de ceux que Moessel attribue aux architectes gothiques. La planche XXVIII enfin donne deux tracés gothiques types (le diagramme inférieur place le plan et la façade dans le même réseau régulateur).

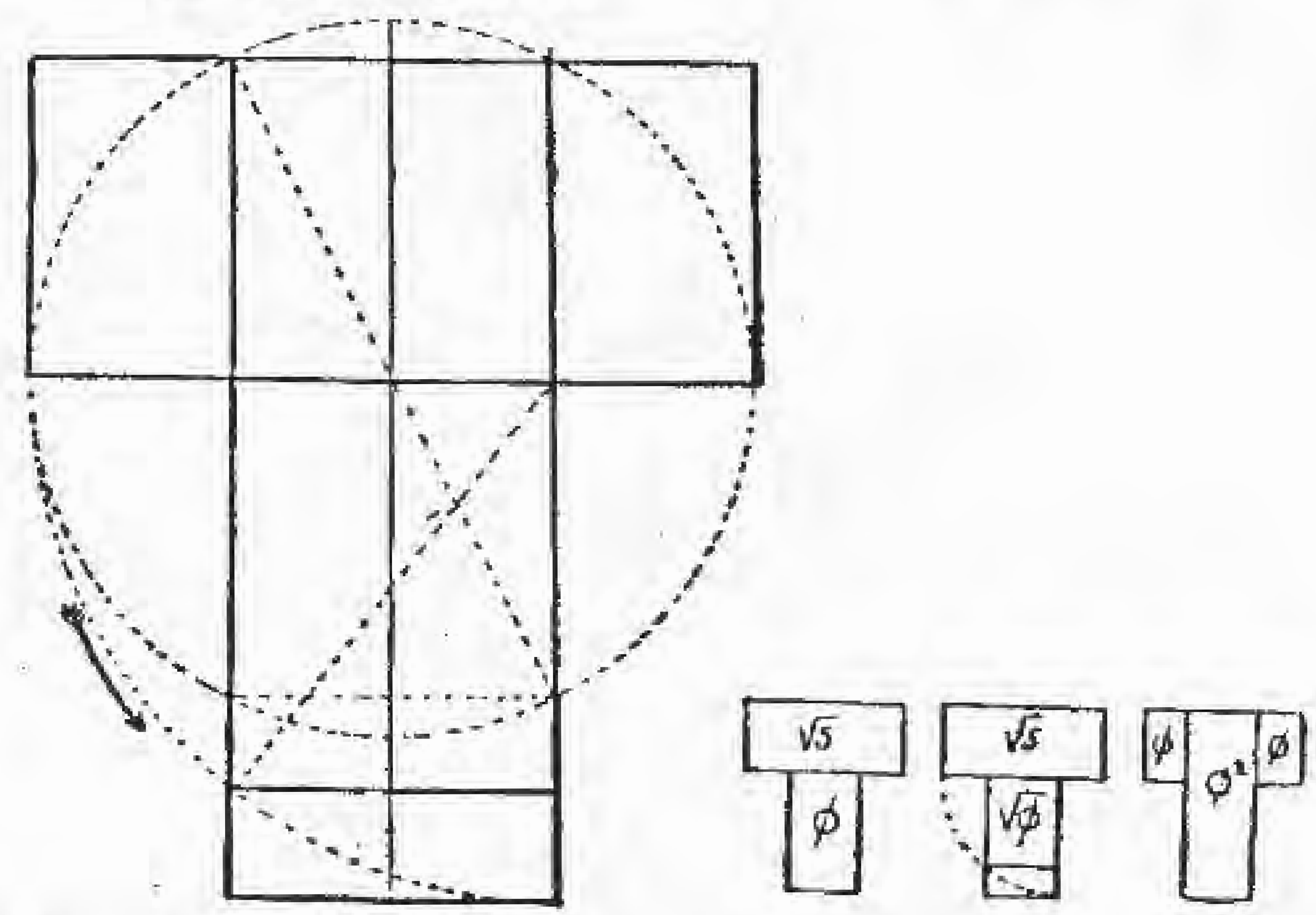
Hambidge était (pour les plans grecs analysés d'après sa méthode) arrivé à la même constatation : prépondérance de la section dorée et des thèmes apparentés. Chez lui ce sont les rectangles d'encadrement et leurs subdivisions qui livrent les proportions caractéristiques du tracé ; et ces rectangles sont très souvent soit les rectangles dynamiques simples à rapport caractéristique $\varnothing$ $\left(\text{section dorée} = \frac{\sqrt{5}+1}{2} = 1{,}618\ldots\right)$, $\sqrt{5}$, $\varnothing^2 = 2{,}618\ldots$, etc., soit des rectangles complexes issus des précédents par multiplication, division, juxtaposition, etc., toutes ces combinaisons fournissant des rapports et séries de rapports apparentés à $\sqrt{5}$ et à la section dorée.

La manipulation des rectangles dynamiques de Hambidge (comme celle des cercles directeurs de Moessel) montre du reste qu'il n'y a en pratique que trois thèmes de proportions[1], trois « symétries dynamiques » remarquables, soit au point de vue de l'étude critique des plans anciens, soit au point de vue de la création de tracés régulateurs nouveaux ; ce sont $\sqrt{2}$ (rapport entre la diagonale du carré et son côté, rapport caractéristique de toutes les symétries dérivées du carré, du cube, de l'octogone, etc., prépondérant dans les plans byzantins et les motifs de décoration musulmans), $\sqrt{3}$ (rapport caractéristique des symétries dérivées du triangle équilatéral et de l'hexagone), et $\varnothing = \frac{\sqrt{5}+1}{2}$ (section dorée, aussi rapport caractéristique de toutes les symétries dérivées du pentagone, du décagone, et dans l'espace du dodécaèdre et de l'icosaèdre). Ce troisième thème (on peut indifféremment choisir pour le représenter le rapport $\varnothing$ ou le rapport $\sqrt{5}$ qui participent de la même « symétrie ») est le plus souple, et fournit le plus grand nombre de combinaisons

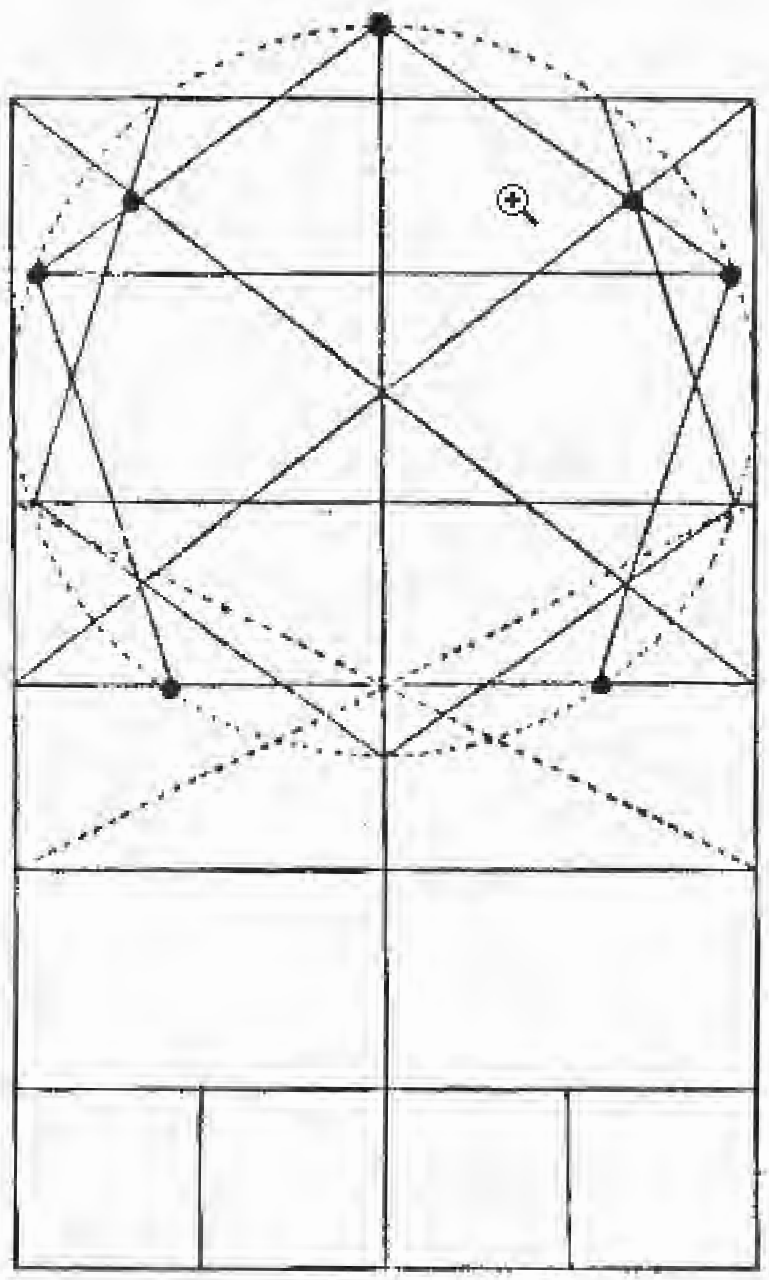
1. Ceci comme règle générale ; M. Texier, dans sa « Géométrie de l'Architecte » (Vincent, éd.) montre des cas particuliers (dans des relevés de plans gothiques) où le cercle directeur a été divisé en 7 ou 11 parties. La division en 6 ou 12 parties retombe dans la symétrie $\sqrt{3}$.



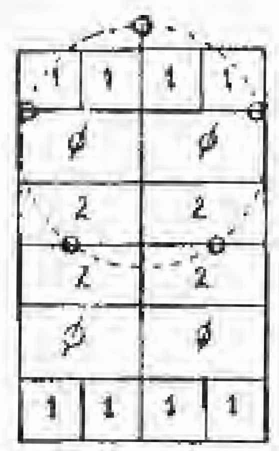
LE RECTANGLE $\sqrt{5}$



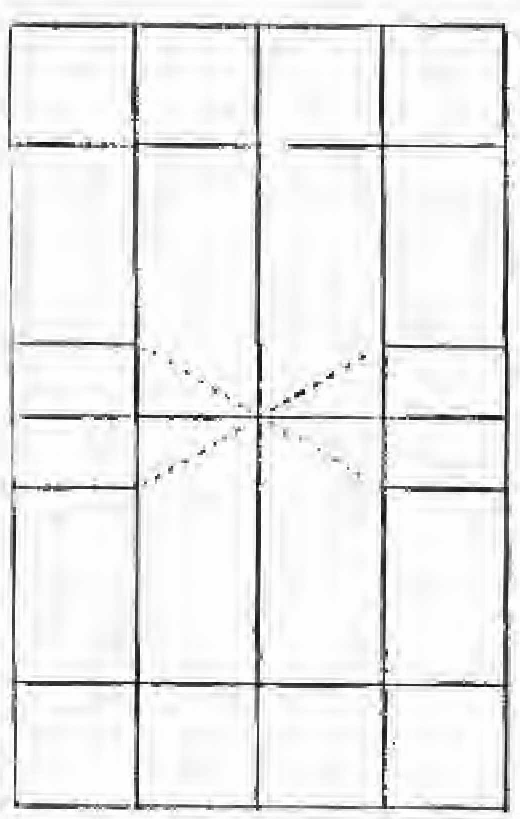
Rectangle $\sqrt{5}$. Relations entre les rectangles $\sqrt{5}$, $\sqrt{\varnothing}$, $\varnothing$, $\varnothing^2$.

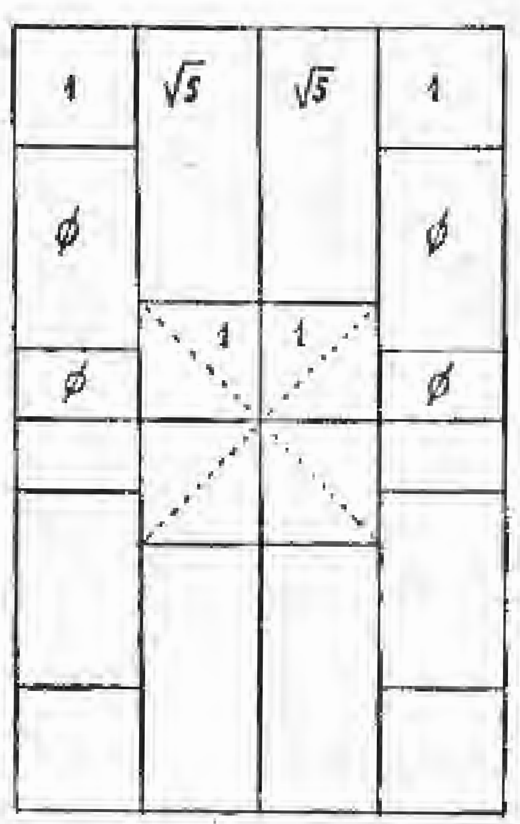


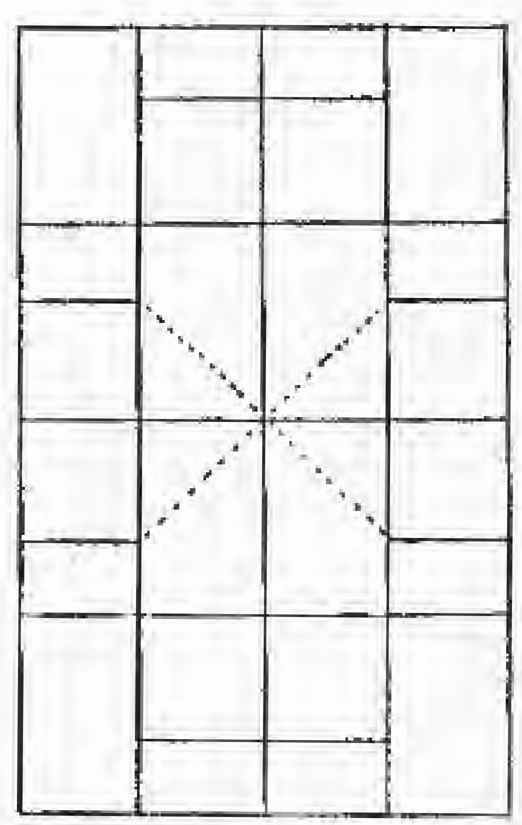
Rectangle φ



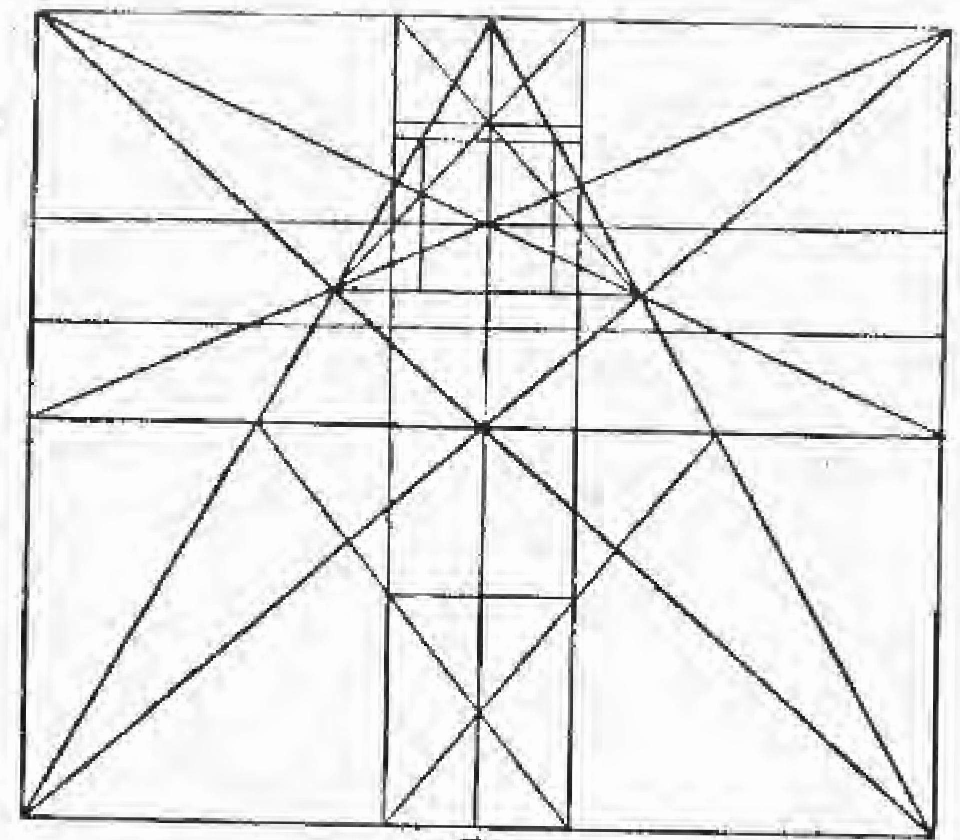
R. φ



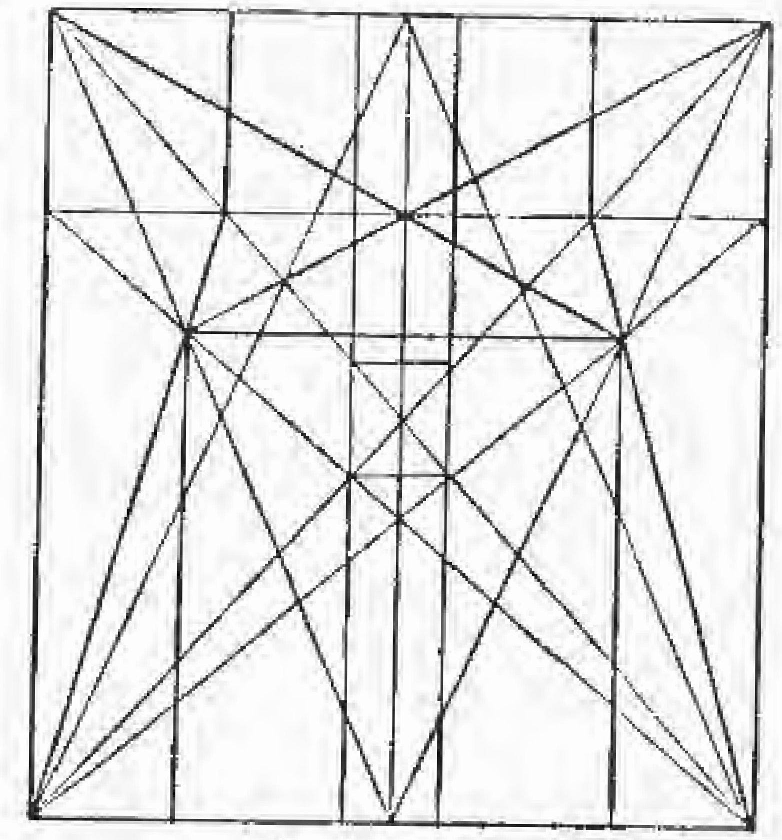




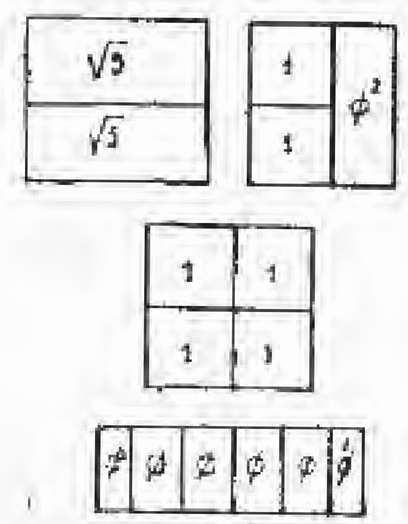
Rectangle φ et pentagone. Trois variations sur le rectangle φ.



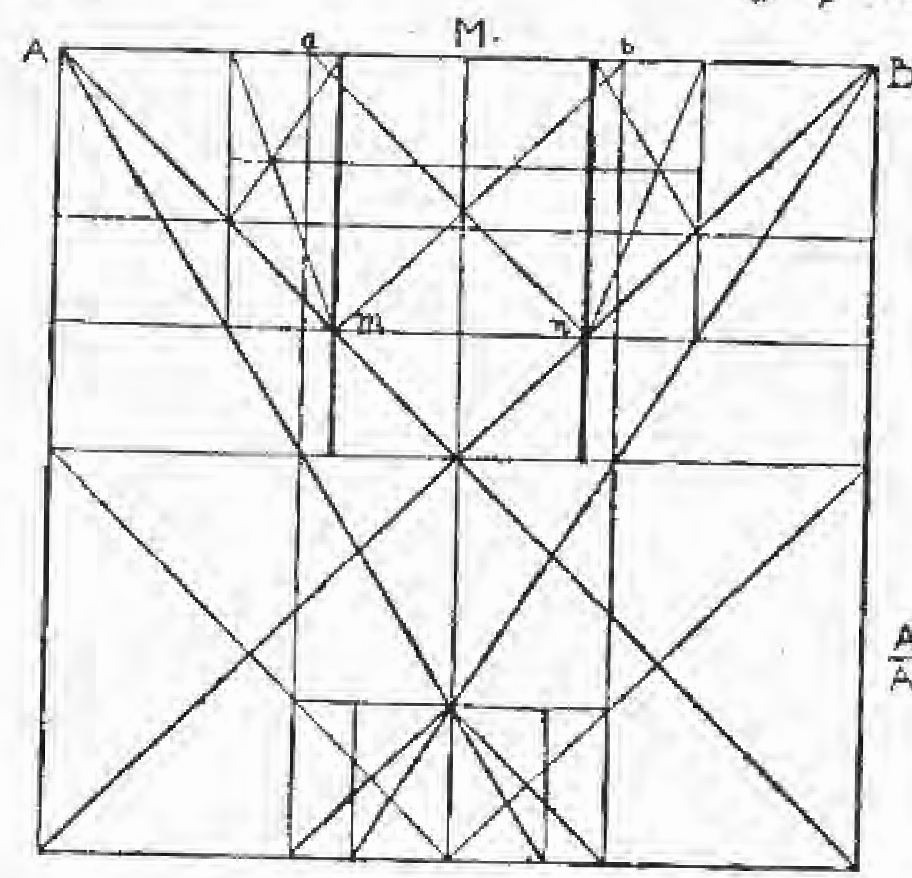
$\frac{\sqrt{5}}{2} = 1,118$



$\frac{1}{2} + \frac{1}{\varphi^2} = 0,882$

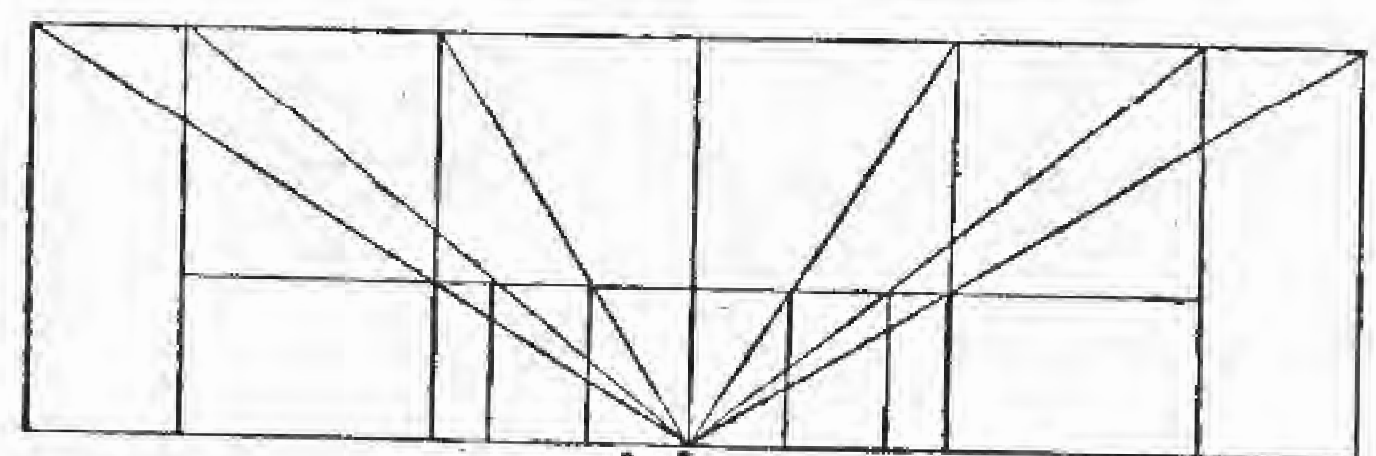


2φ



carré

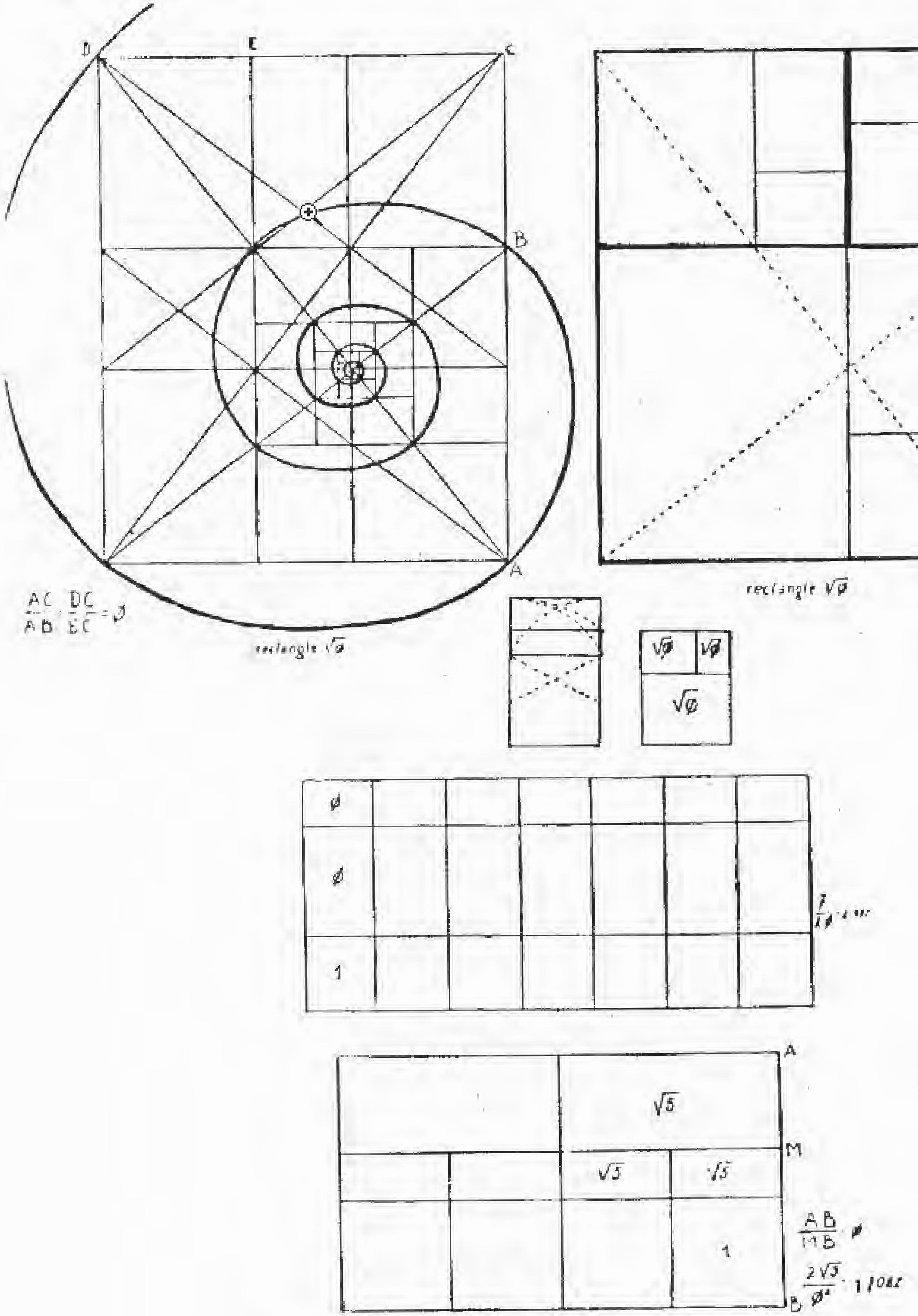
$\frac{AM}{Aa} = \frac{BM}{Db} = \varphi$.



2φ

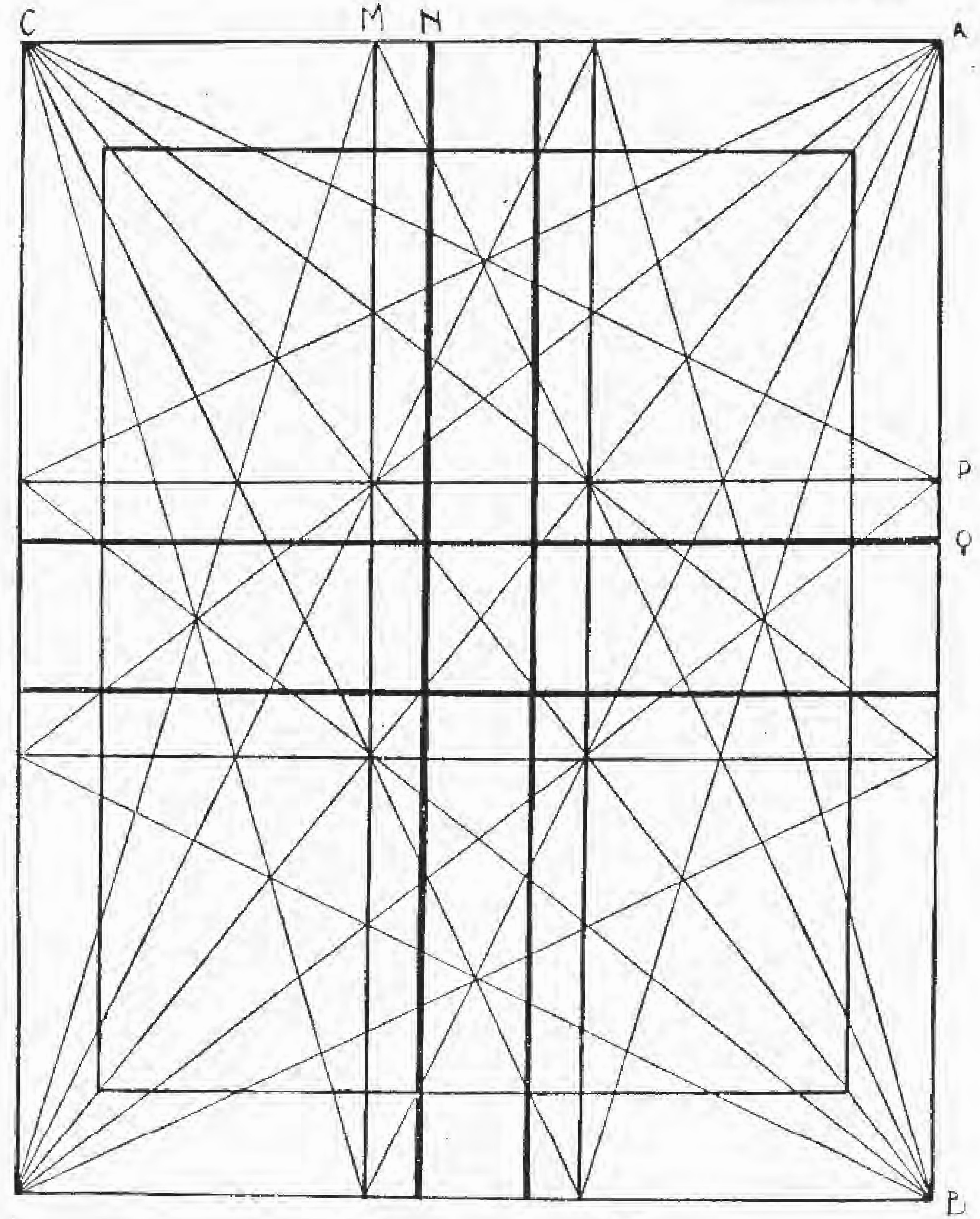
Rectangles complexes.

PLANCHE XXIV



Rectangle $\sqrt{\phi}$. Rectangles complexes.

PLANCHE XXV

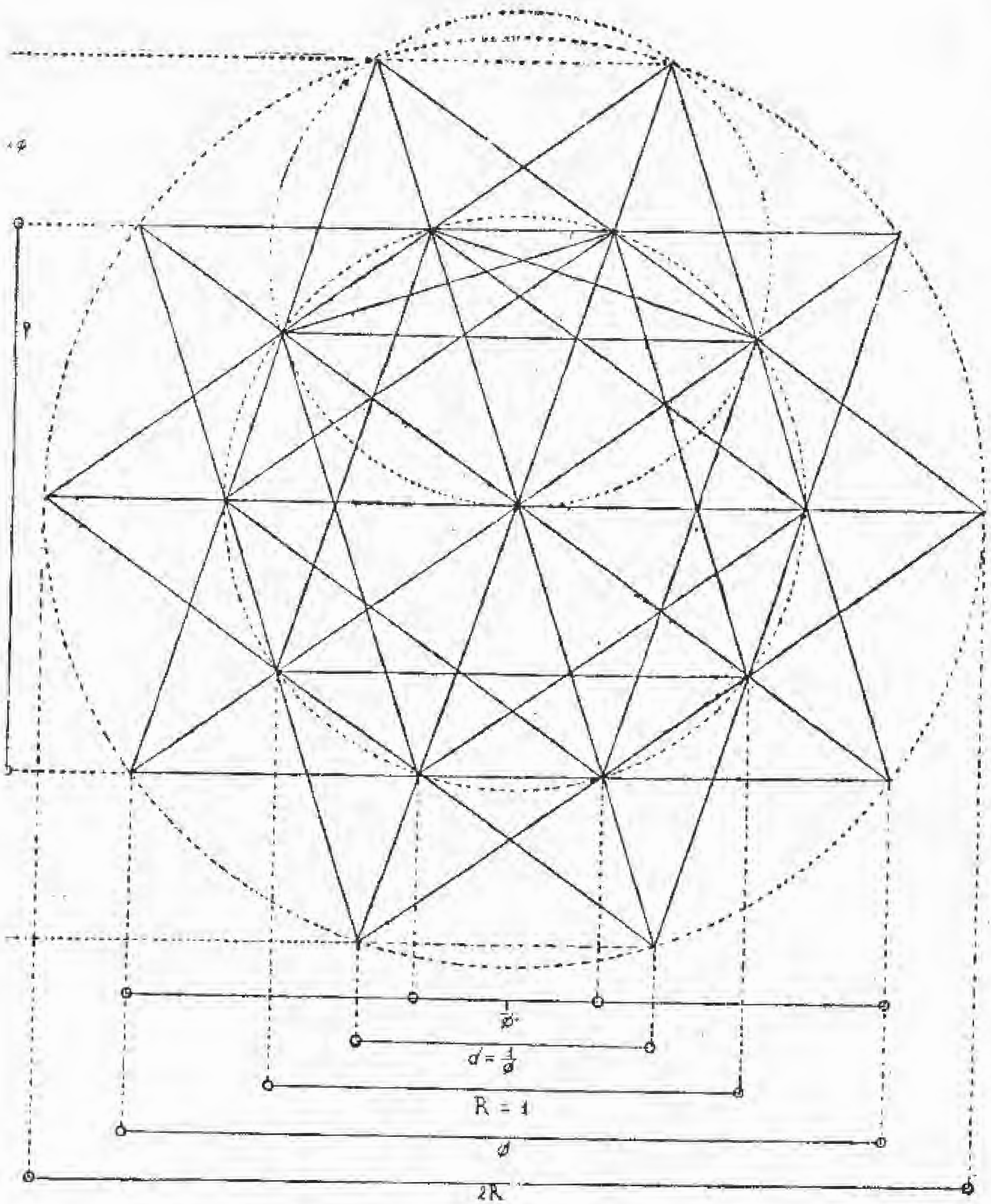


RECTANGLE $\sqrt{\phi}$

$$\frac{AB}{AC} = \frac{AN}{NC} = \frac{BQ}{QA} = \sqrt{\phi}$$

$$\frac{AM}{MC} = \frac{BP}{PA} = \phi$$

Rectangle $\sqrt{\phi}$ (thèmes ϕ et $\sqrt{\phi}$).



Décagone, pentagone, section dorée. Diagramme des proportions, d'après MOESSEL.

possibles, tant à cause des propriétés remarquables du nombre $\varnothing$ comme invariant algébrique[1], qu'à cause de celles du rectangle $\varnothing$, du pentagone et du pentagramme (pentagone étoilé) comme tracés géométriques.

Nous avons déjà vu (chap. Ier) que ce thème de la section dorée et les thèmes apparentés fournissent les proportions qui se retrouvent le plus fréquemment dans le corps humain et dans la plupart des organismes vivants, en particulier en botanique (où dominent les symétries pentamères ; celles-ci par contre ne se trouvent jamais dans la matière non organisée, par exemple en cristallographie, où règnent exclusivement les symétries $\sqrt{2}$ et $\sqrt{3}$).

Insistons encore une fois sur le fait que la symmetria ou commodulation des anciens et des artistes de la première Renaissance n'a aucun rapport avec l'acception moderne du mot imaginée par ignorance au XVIIe siècle, à l'époque où Perrault introduisait en architecture le mépris de la géométrie et des tracés régulateurs symphoniques[2].

Bien plus, la « symétrie dynamique », celle qui, pour employer les termes de Vitruve, résout les questions délicates par l'emploi des proportions irrationnelles, qui introduit un rythme vivant, une

1. $\varnothing = \frac{\sqrt{5}+1}{2}$ est la racine positive de l'équation $x^2 = x + 1$.

On a donc entre autres $\varnothing^2 = \varnothing + 1$

$$\varnothing = 1 + \frac{1}{\varnothing} \quad \text{et en général} \quad \varnothing^n = \varnothing^{n-1} + \varnothing^{n-2},$$

ceci quel que soit n.

On a aussi $\frac{1}{\varnothing} + \frac{1}{\varnothing^2} + \frac{1}{\varnothing^3} + \ldots + \frac{1}{\varnothing^n} + \ldots = \varnothing$

$$\varnothing = 1 + \text{limite} \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \ldots}}}}$$

$$\varnothing = \text{limite} \sqrt{1 + \sqrt{1 + \sqrt{1 + \sqrt{1 + \ldots}}}}$$

2. Voici, d'après Briseux (*op. cit.*), la phrase de Perrault qui fut le manifeste des agéomètres :

« Les raisons qui font admirer les beaux ouvrages n'ont point d'autres fondements que le hasard et le caprice des ouvriers, qui n'ont point cherché des raisons pour se conduire à déterminer des choses dont la précision n'est d'aucune importance. »

Comme contraste, Briseux cite la conclusion de Vignole qui après avoir étudié soigneusement les mesures et les proportions des plus beaux édifices antiques de Rome, trouve qu'ils ont une harmonie et une correspondance telles que « par les moindres moulures on peut exactement mesurer les plus grandes ».

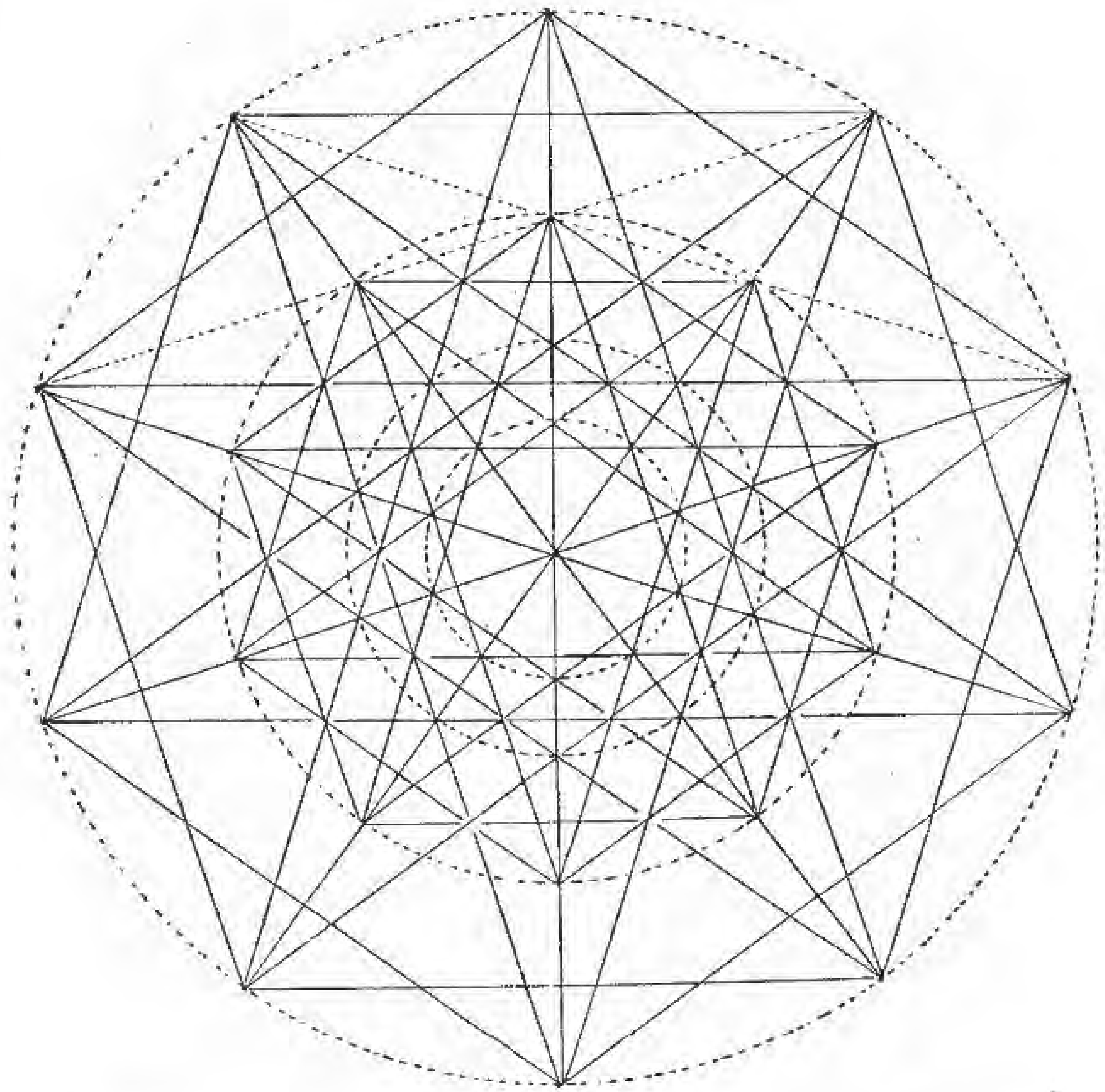
pulsation asymétrique[1] (ici au sens moderne du mot), semblable à celles de la croissance organique, est en antithèse directe avec la symétrie au sens moderne, qui implique l'idée de répétition identique, mécanique, de trame homogène, comme dans les arrangements réguliers des systèmes cristallins. C'est une distinction analogue que nous verrons entre le rythme et le mètre, la cadence, dans les arts situés dans la durée (musique et prosodie) ; on peut même dire que cette notion grecque et vitruvienne de la *symmetria* est jusqu'à un certain point la correspondante pour les arts de l'espace de la notion de rythme.

La méthode de « décomposition harmonique » de Hambidge (fondée principalement sur le tracé, dans un rectangle « dynamique » simple ou complexe, des diagonales et des perpendiculaires à ces diagonales menées par les sommets disponibles) a aussi l'avantage d'imposer automatiquement l'importante « loi du non-mélange des thèmes », déjà mentionnée dans un passage d'Alberti[2].

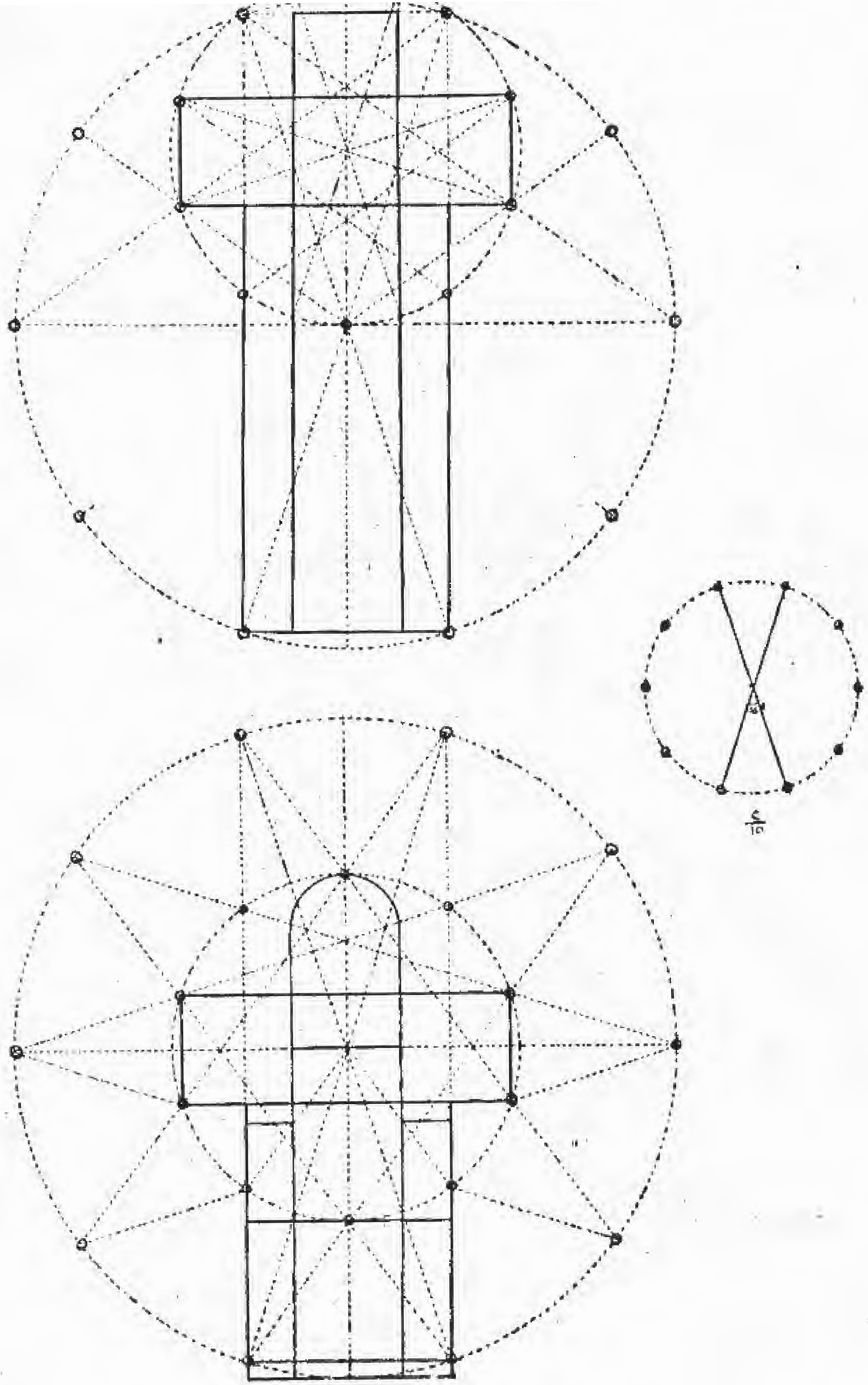
En effet, les thèmes $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{5}$, (ou $\varnothing$) ne doivent pas se rencontrer dans un même tracé ; ils sont antagonistes, dissonants. Or, la décomposition harmonique par les perpendiculaires aux diagonales exclut automatiquement toute commodulation étrangère au « thème » du rectangle. On peut aussi du reste, dans la méthode de Hambidge, « attaquer » directement un rectangle en divisant l'un de ses côtés suivant un rapport choisi, mais dans ce cas le choix doit être contrôlé par cette « loi du non-mélange des thèmes ». Un rectangle $\varnothing$ $\left(\text{ou un rectangle apparenté, } \varnothing^2, \sqrt{5}, \text{ ou } \frac{\sqrt{5}}{2}, \text{ etc.}\right)$ ne doit jamais être attaqué par le thème $\sqrt{2}$ ou $\sqrt{3}$; il peut par contre être attaqué par n'importe quel thème apparenté, non seulement $\varnothing$, mais $\sqrt{5}$, $\varnothing^2$, $\sqrt{\varnothing}$, etc. Le carré peut être attaqué par n'importe quel thème, à condition toujours de ne pas opérer de mélange. C'est l'infinie variété des proportions apparentées à la section dorée

1. Rappel de la loi de Curie : « C'est la dissymétrie qui est cause du phénomène. »

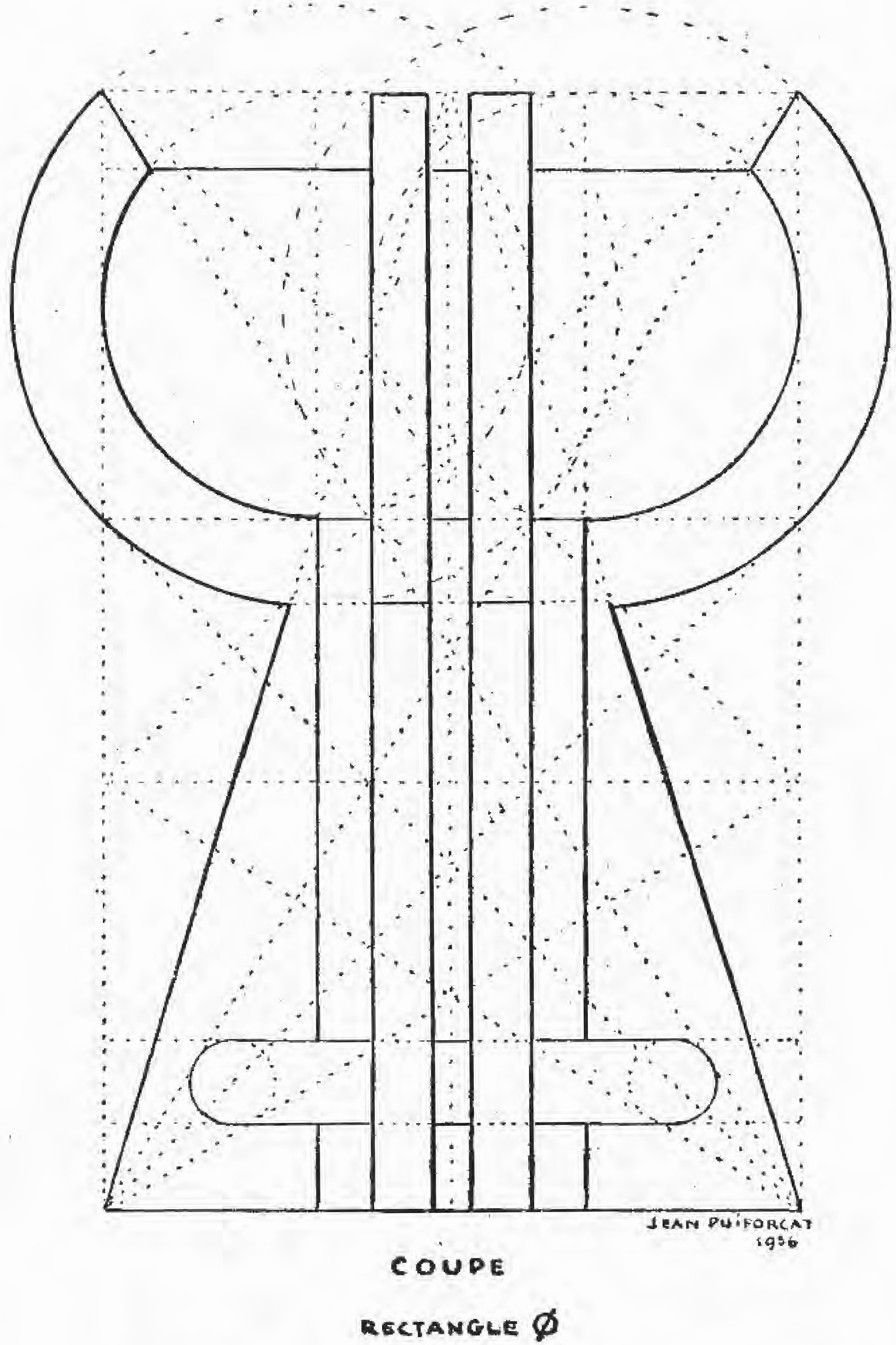
2. « L'harmonie est un accord de plusieurs sons plaisants... Quant à l'harmonie architecturale, elle consiste en ce que les architectes se servent des surfaces simples, qui sont ses éléments, non pas confusément et pêle-mêle, mais en les faisant correspondre les unes aux autres par l'harmonie ou la symétrie ; si l'on veut dresser des murailles autour d'une aire qui serait, par exemple, deux fois aussi longue que large, il ne conviendrait pas d'employer les consonances triples, mais seulement les doubles... » (*De Re Aedificatoria.*)



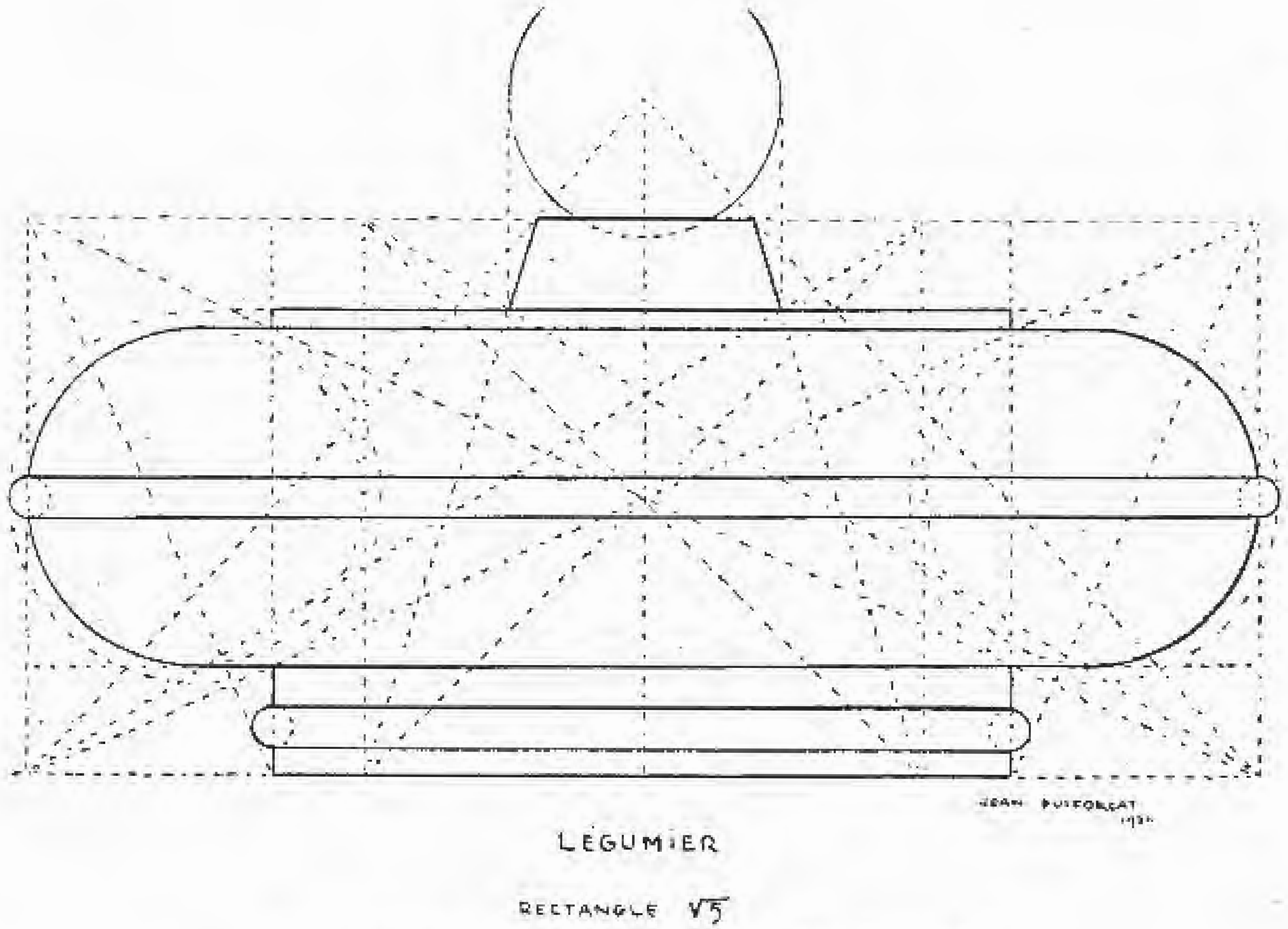
Réseau gothique pour tracés régulateurs, d'après MOESSEL.



Deux tracés régulateurs gothiques types, d'après MOESSEL.

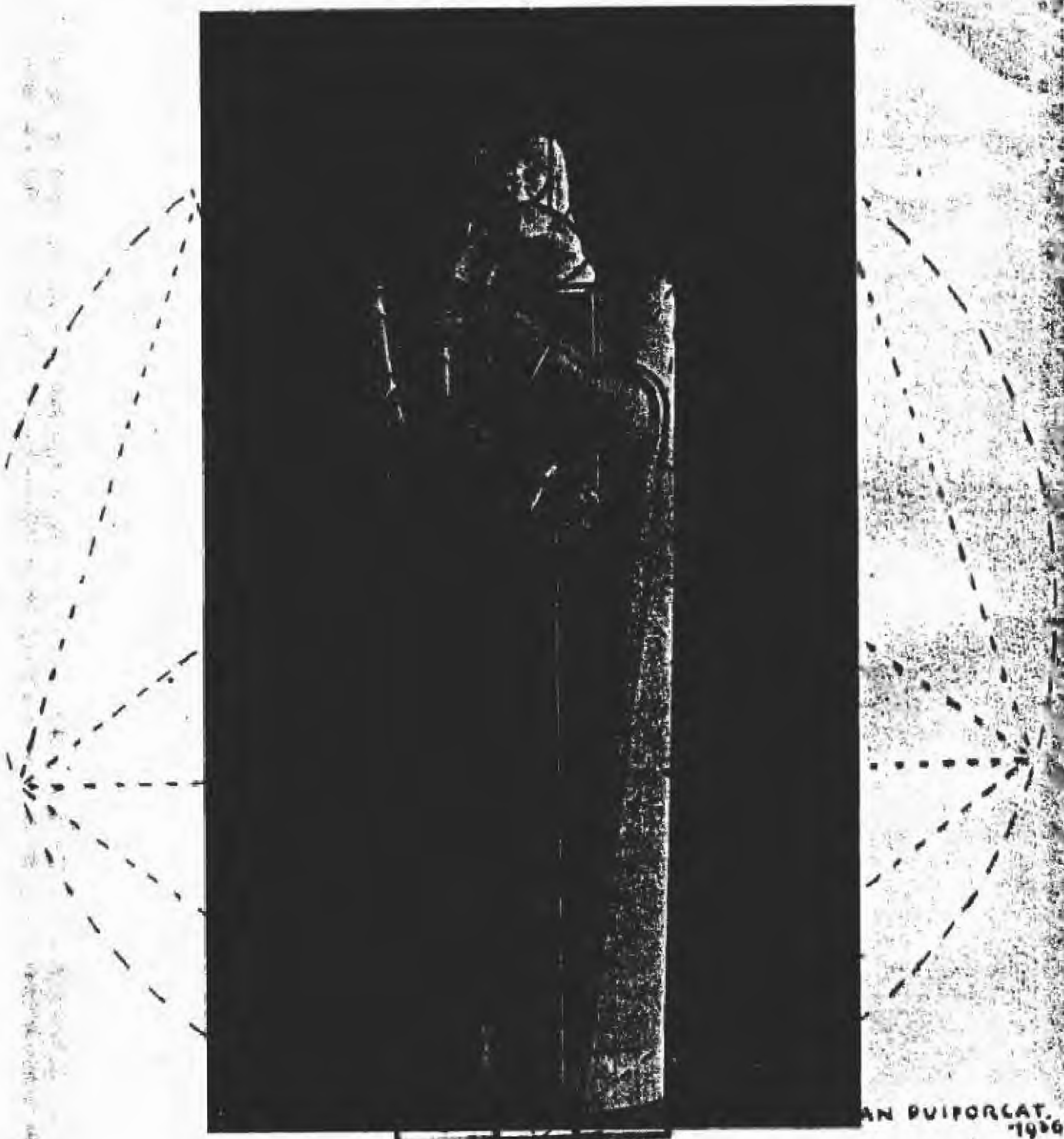


Tracé régulateur d'une coupe, par M. JEAN PUIFORCAT.



Tracé régulateur d'un légumier, par M. JEAN PUIFORCAT.

PLANCHE XXXI

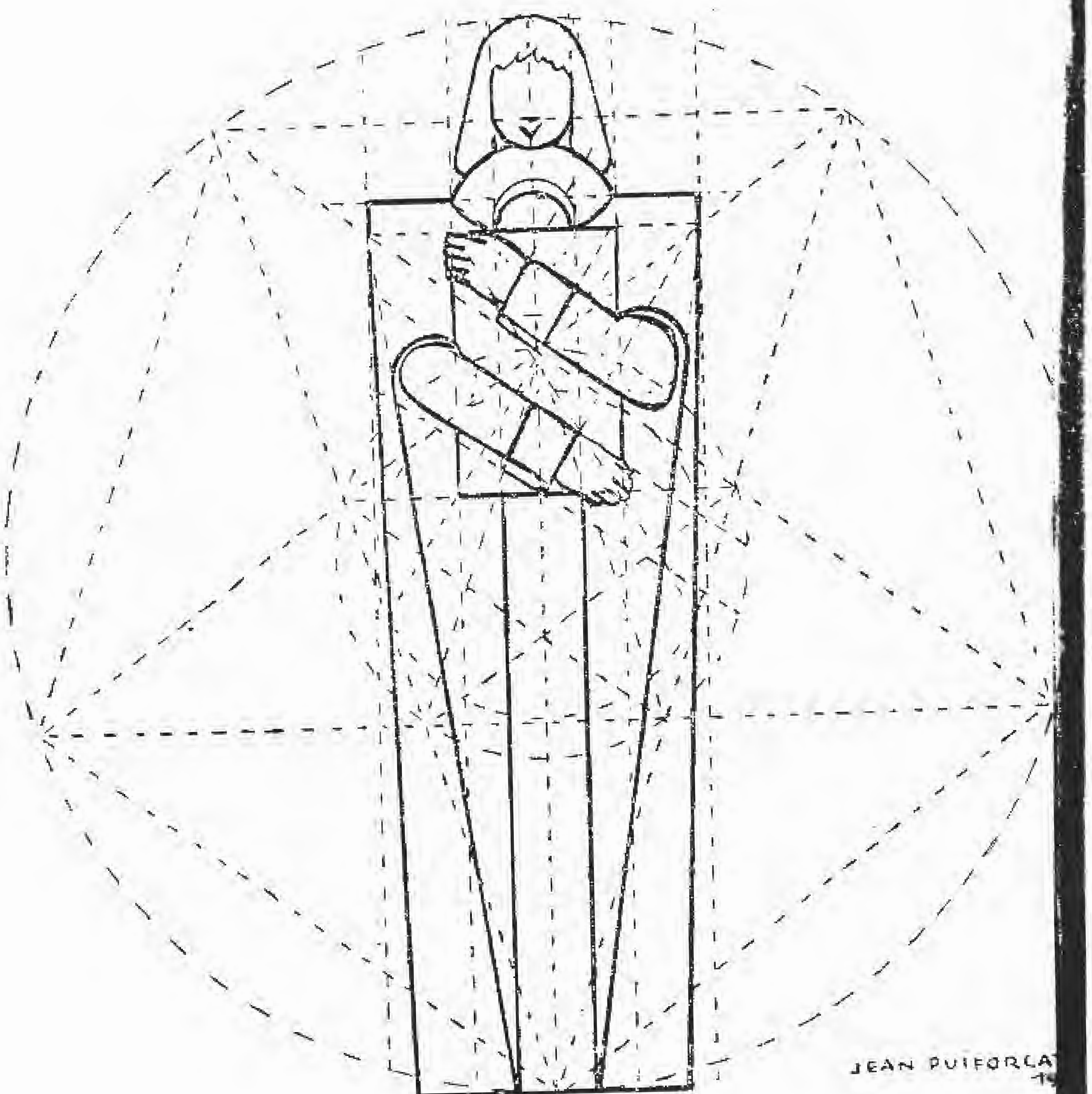


STATUE DE DESCARTES

FACE

PENTAGONE

Planche XXXI [1]



STATUE DE DESCARTES

FACE

PENTAGONE

PLANCHE XXXII [1]

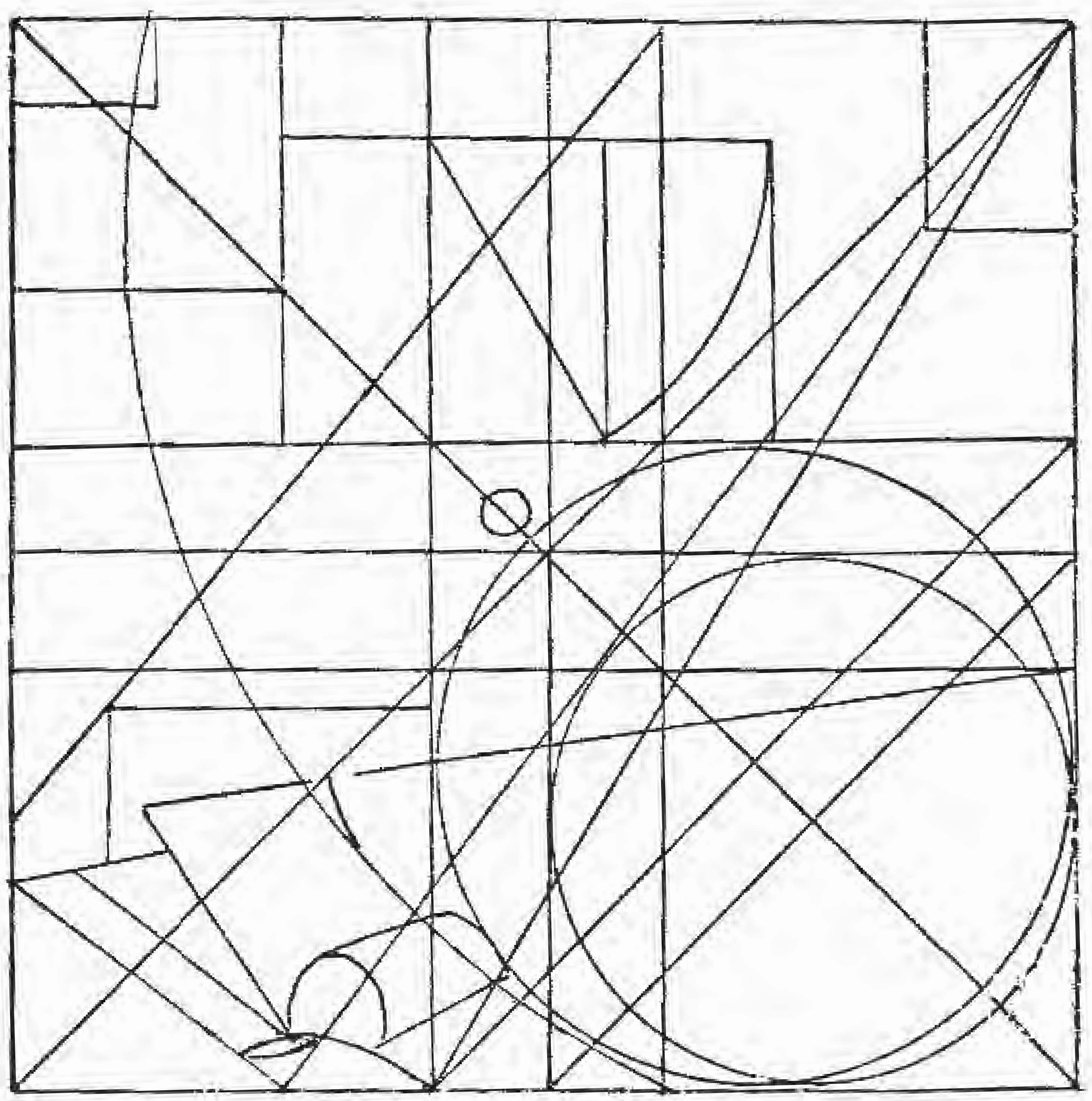


PLANCHE XXXII [2]

qui a imposé en quelque sorte leur emploi, conscient ou non.

En résumé, les méthodes des Hambidge et de Moessel nous permettent bien de produire des tracés régulateurs dans lesquels les surfaces (et les côtés) de subdivisions de grandeur différente sont reliées entre elles par un enchaînement continu de proportions[1], aboutissant aux opérations symphoniques exigées par Vitruve : *symmetria* (commodulation), et eurythmie.

Si l'hypothèse de Moessel nous a très probablement livré la clef des tracés régulateurs gothiques[2], celle de Hambidge paraît par contre s'appliquer parfaitement non seulement à l'architecture mais aussi à la sculpture et aux arts mineurs de la grande époque grecque.

Les tracés harmoniques inspirés des méthodes de Hambidge et

1. C'est la proportion géométrique, $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ ou $\frac{a}{b} = \frac{b}{c}$, dont il est presque toujours ici question; c'est d'elle (l'« analogia » génératrice de figures semblables) en général que s'occupe Vitruve, car c'est elle qui est l'élément caractéristique de la symmetria. Il ne faudrait pas pour cela croire que la proportion harmonique dont nous avons donné au chapitre précédent la définition subtile ait été complètement abandonnée par les architectes. Vitruve insiste tellement sur la corrélation entre la musique et l'architecture, qu'il paraît fort probable que les architectes grecs ont dû essayer d'illustrer cette corrélation en se servant dans certains plans ou éléments de plans, de rapports linéaires tirés des intervalles de la gamme pythagoricienne (cf. à ce sujet dans mon *Nombre d'Or*, vol. I., la thèse de M. Gheorghiadès), ce qui rendrait tout naturel l'emploi de la proportion harmonique. Briseux, dans l'ouvrage cité plus haut (publié en 1752), s'occupe beaucoup de la proportion harmonique; il mentionne qu'Alberti recommande son emploi pour régler dans certains cas les rapports entre la longueur, la largeur et la profondeur d'une salle. Lui-même (Briseux) observe que le Tempietto de Bramante (St-Pierre in Montorio) est entièrement réglé sur les nombres harmoniques. Mais c'est surtout dans les plans de Palladio qu'il décèle la présence fréquente de cette proportion. Dans le Palais Valmarana à Vicence, il relève même une combinaison des rapports de quinte, quarte et tierce majeure, $\left(\frac{2}{3}, \frac{3}{4} \text{ et } \frac{4}{5}\right)$

2. A propos des tracés régulateurs, le passage obscur d'Alberti sur ce qu'il appelle les « lineamenta » mérite d'être ici rappelé ; j'essaye ci-après de traduire le latin hermétique du grand architecte qui fut l'ami et le correspondant de l'auteur de la « Divine Proportion » :

« Tout l'art de l'architecture est constitué par les « linéaments » et la construction ; toute la vertu et raison d'être des linéaments consiste à donner une façon rigoureuse d'adapter et de combiner les lignes et les angles, qui fournissent et limitent l'image de l'édifice. Et l'avantage et l'office du linéament est de fixer à l'édifice et à ses parties la place la plus indiquée, le nombre rigoureux, le mode et l'ordre, afin que toute la forme de l'édifice, et son aspect soient resumés par ces linéaments... »

On voit la distinction entre les linéaments et les lignes ; il me semble que la traduction exacte de « lineamentum » serait soit ligne régulatrice, soit alignement. Ce passage peut en tout cas s'appliquer aussi bien aux diagrammes de Mœssel qu'à ceux de Hambidge.

Moessel sont maintenant employés non seulement par beaucoup d'architectes mais aussi par certains peintres, orfèvres et sculpteurs. Les planches XXIX, XXX et XXXI montrent des exemples de tracés régulateurs composés par M. J. Puiforcat (pl. XXIX : coupe, tracé régulateur en Ø, pl. XXX : légumier, tracé régulateur en $\sqrt{5}$, pl. XXXI, 1 et 2 : statue de Descartes destinée à l'Exposition de 1937, tracé réglé par le pentagramme).

La planche XXXII montre trois états d'un auto-portrait exécuté par M. Louis Livet ; le premier état a comme armature un carré subdivisé harmoniquement en Ø.

CHAPITRE IV

RYTHME ET CADENCE DANS LA DURÉE ET DANS L'ESPACE

Nous avons indiqué plus haut comment les recherches dans les domaines communs à l'Esthétique et à l'Archéologie faites au cours des vingt dernières années avaient mis en relief et remis jusqu'à un certain point en honneur la conception « symphonique » de la composition architecturale, décorative et plastique, conception dérivant tout naturellement de l'idée pythagoricienne d'un Univers harmonieusement, voire musicalement ordonné (l'expression pythagoricienne *Cosmos* contient déjà l'idée d'ordre)[1], et de l'assimilation faite par les néo-pythagoriciens entre la théorie géométrique des proportions et celle des intervalles de la gamme. Nous avons aussi résumé les hypothèses de l'Américain J. Hambidge et de l'architecte allemand Moessel qui, se complétant l'une et l'autre, permettent non seulement de comprendre les procédés de mise en proportion dont se sont servis les architectes de l'antiquité et du moyen âge, mais aussi de les appliquer avec succès aux problèmes esthétiques de notre époque, en architecture aussi bien qu'en art décoratif ; nous avons vu que les tracés résultants, les plans

1. « Les sages, ô Kalliklès, disent que l'amitié, l'ordre, la raison et la justice tiennent ensemble le ciel et la terre, les dieux et les hommes; voilà pourquoi ils appellent cet ensemble le Cosmos, c'est-à-dire le bon ordre ».

PLATON, *Gorgias*.

composés d'après cette méthode montraient des jeux de proportions aboutissant grâce à la *symmetria* ou commodulation à des ensembles qu'on peut appeler « symphoniques » (par comparaison avec les combinaisons de consonances musicales dans la durée), des *eurythmies*, dans lesquelles le Principe d'Analogie, la loi des récurrences analogiques, joue un rôle de premier plan.

C'est ce que l'on peut appeler la conception gréco-méditerranéenne, ou, si l'on préfère, occidentale de l'architecture, des « arts de l'espace » en général ; nous y voyons à la fois la « musicalisation » de l'espace et (comme en musique mais d'une façon plus consciente encore pour le compositeur) la « loi du Nombre ». Et répétons-le, toute cette théorie vitruvienne des proportions et de l'eurythmie n'est qu'une transposition dans l'espace de la théorie pythagoricienne des accords ou plutôt des intervalles musicaux telle que nous la voyons reflétée dans le *Timée* (Nombre de l'Ame du Monde).

Nous avons vu que Vitruve parle de *l'eurythmie* vers laquelle doit tendre le plan de l'architecte ; le terme de rythme, quoique affecté plus particulièrement aux phénomènes esthétiques qui se développent dans le temps (ou plutôt la durée), est lui-même souvent employé à propos des arts de l'espace, architecture, plastique, peinture.

Nous allons essayer ici (c'est précisément le but de cette étude) de serrer cette idée de rythme d'un peu plus près, en nous servant des études récemment parues à ce sujet ; nous tâcherons de constater si en deux mille cinq cents ans ce concept a gagné en clarté, et de voir, à sa clarté même, jusqu'à quel point les deux domaines de l'Esthétique, arts de l'espace et arts de la durée, sont connexes et jusqu'à quel point les termes qui servent aux analyses ou notations respectives sont interchangeables (peut-on parler de proportions dans la durée, de rythmes dans l'espace ?) ; enfin nous tâcherons de voir de quelle façon la « loi du Nombre » qui, grâce à la reprise de la conception « symphonique » dans l'établissement des tracés régulateurs modernes, a retrouvé son importance de jadis pour les arts de l'espace, peut s'appliquer, au moins comme méthode d'analyse, de notation, aux arts de la durée.

En essayant de noter les parallélismes et les divergences dans

l'application de cette loi du Nombre aux domaines envisagés, nous pouvons d'abord constater que dans les arts de l'espace, en architecture par exemple, la perception de l'œuvre d'art est « réversible », et pratiquement instantanée ; l'édifice peut se regarder indifféremment de gauche à doite ou de droite à gauche, etc. L'analyse du tracé se ramène en général à la notation d'un jeu de proportions, c'est-à-dire d'un ou plusieurs rapports caractéristiques, de la forme $\frac{a}{b}$; ces rapports sont soit des nombres fractionnaires commensurables comme $\frac{2}{3}$, etc., soit (et c'est le cas le plus fréquent)[1] des nombres irrationnels comme $\sqrt{2}$, $\sqrt{5}$, $\frac{\sqrt{5}+1}{2} = 1{,}618\ldots$ (le rapport de la section dorée) déterminant des proportions géométriques « continues ». Mais remarquons tout de suite que l'emploi comme facteurs de commodulation des proportions continues, des thèmes de « symétrie dynamique » (rapports irrationnels comme $\sqrt{2}$, $\sqrt{5}$, etc.) introduit automatiquement des récurrences analogiques de surfaces et de volumes semblables (la proportion géométrique étant génératrice de similitudes, d'homothéties), et que ces récurrences, qui livrent parfois des « motifs » périodiques, peuvent être figurées par des suites de nombres entiers, par une notation discontinue ; c'est déjà le « rythme » qui montre le bout de l'oreille.

Dans les arts de la durée (musique, poésie, danse), les phénomènes esthétiques sont par contre irréversibles ; comme la Vie et ses manifestations principales, durée psychologique et croissance organique, ils ont une direction déterminée. Et si plus haut (arts

1. Résumons encore une fois les résultats convergents des travaux de J. Hambidge et E. Mössel : les proportions ou commodulations (enchaînements de proportions) fondées sur des rapports « dynamiques » (c'est-à-dire irrationnels, comme $\sqrt{2}, \sqrt{5}, \varnothing = \frac{\sqrt{5}+1}{2}$ ... etc.) offrent sur les thèmes « statiques » (entiers ou rationnels, comme 2, 3, $\frac{3}{2}$, etc.) l'avantage de permettre un nombre beaucoup plus grand et plus varié de compositions « harmoniques ». Parmi les proportions ou thèmes dynamiques mêmes, nous pouvons distinguer le thème organique, celui de la croissance vivante, $\sqrt{5}$ ou $\varnothing = \frac{\sqrt{5}+1}{2}$ (ces deux rapports livrent la même *symmetria*, le même thème) et les thèmes cristallins, inorganiques, $\sqrt{2}$ et $\sqrt{3}$.

de l'espace) les notations caractéristiques (raports irrationnels, proportions géométriques) appartenaient arithmétiquement et géométriquement au domaine du *continu*, ici au contraire les notations caractéristiques sont les suites *discontinues* qui permettent de figurer les cadences et les rythmes proprement dits.

Nous voici donc à pied d'œuvre ; c'est-à-dire qu'il est temps d'attaquer la définition même du concept de rythme.

Et d'abord, son étymologie. Les mots ῥυθμός et ἀριθμός, tous deux dérivés de ῥέω, « je coule », signifiaient l'un et l'autre tantôt rythme, tantôt nombre ; le premier s'appliquait plutôt à une suite de nombres, une « coulée » provenant d'une loi de formation ou d'un phénomène observé, et aux relations de « cadence » discernables entre les éléments de la suite, le second s'appliquait à l'aspect mesure, rapport, d'un nombre isolé.

Donnons maintenant quelques définitions du rythme, en commençant par celle, classique, du néo-pythagoricien Aristoxène de Tarente :

« Le Rythme est une mise en ordre déterminée des temps. »

E. d'Eichthal[1] :

« Le Rythme, pris dans sa généralité, est la division du temps par des phénomènes sensibles aux organes humains, en périodes dont les durées totales sont égales entre elles ou qui se répètent suivant une loi simple. »

Aussi :

« Le Rythme est dans le temps ce que la symétrie[2] est dans l'espace. »

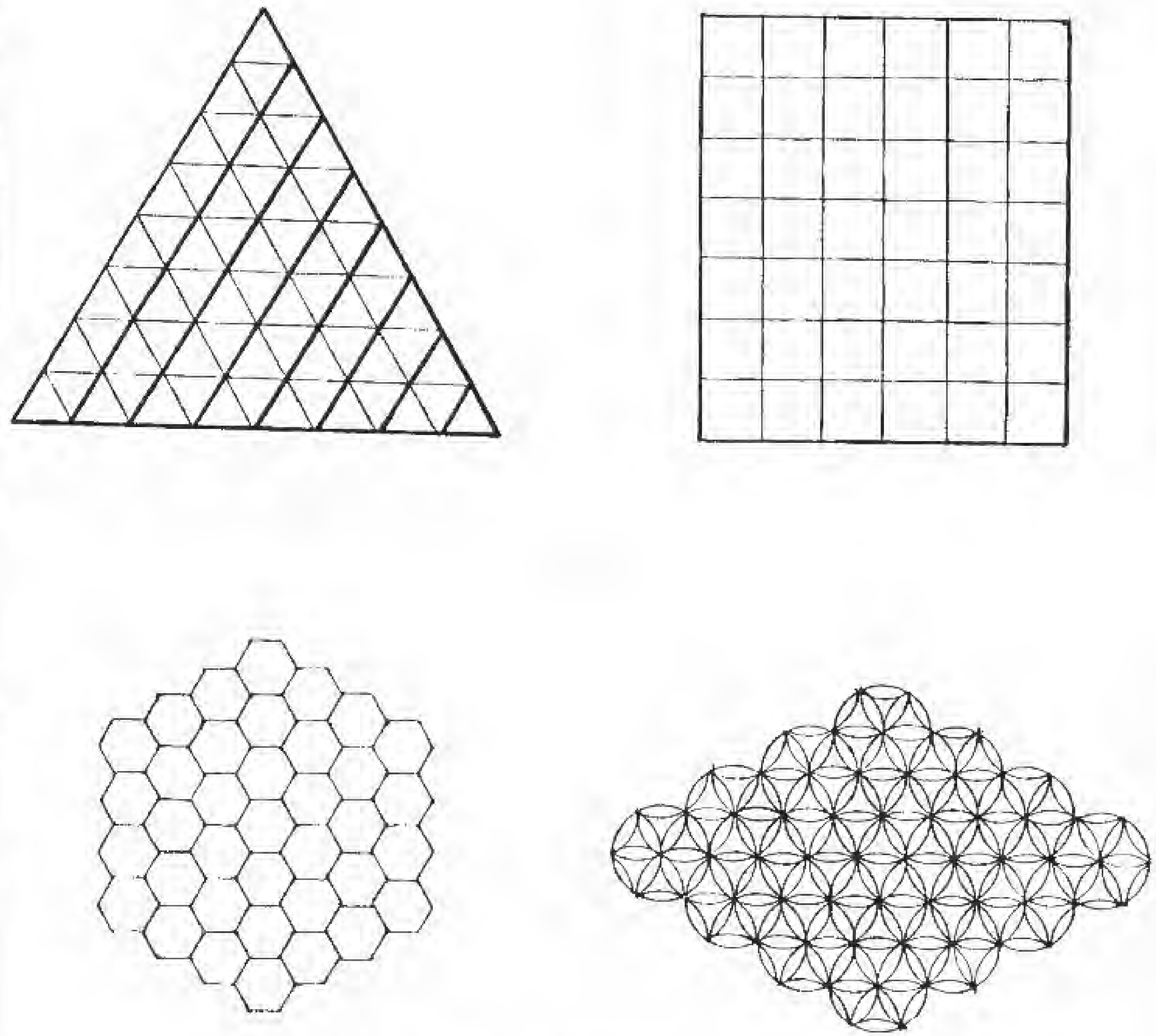
(Ceci nous place sans détours au cœur du sujet.)

Le professeur Sonnenschein[3] :

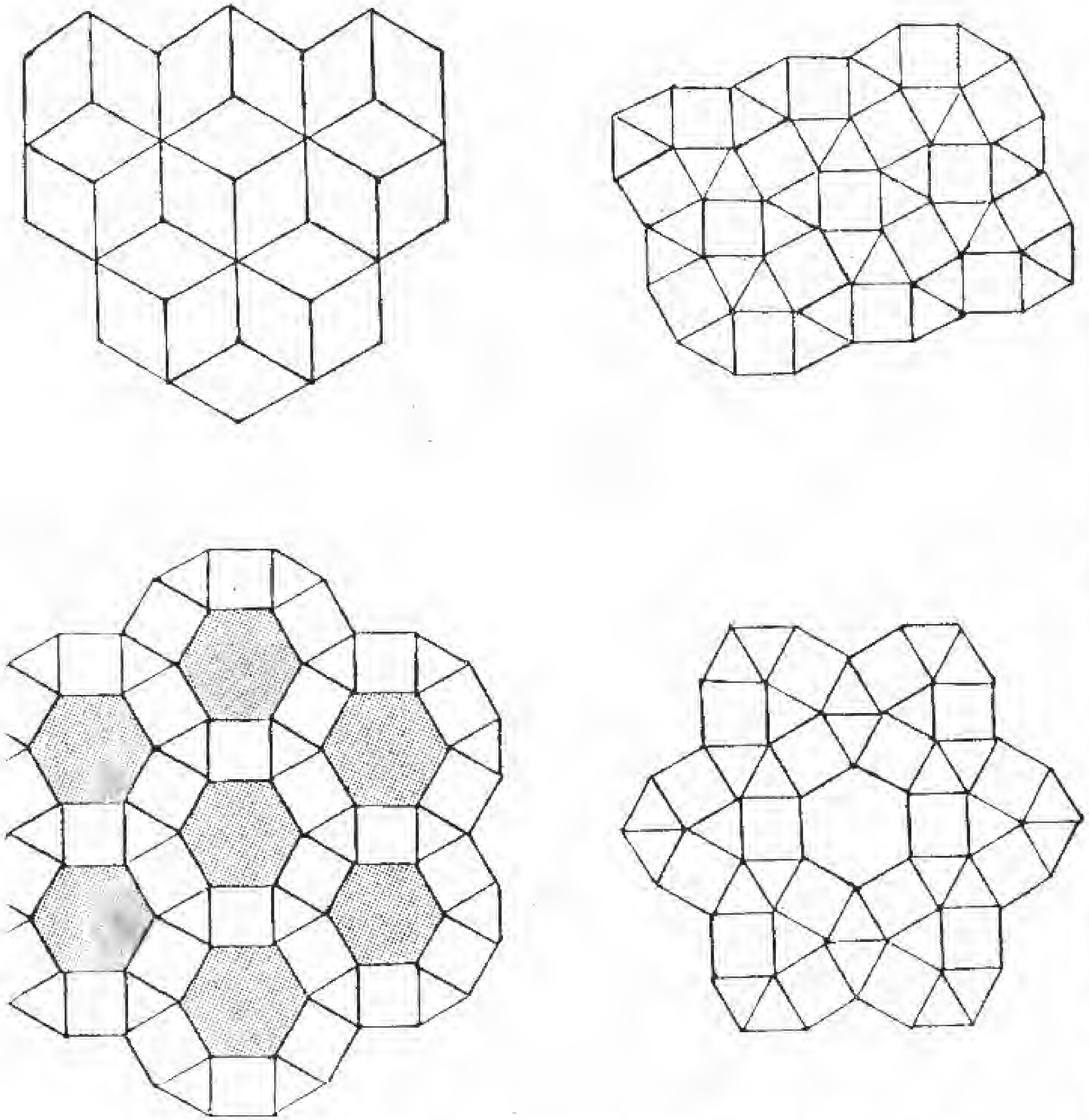
« Le Rythme est cette propriété d'une suite d'événements dans le temps qui produit sur l'esprit de l'observateur l'impression d'une proportion entre les durées des divers événements ou groupes d'événements dont la suite est composée. »

(C'est le développement de la définition précédente ; ce sont les

1. *Du Rythme dans la versification française*. Lemerre, édit. 1892.
2. Ce parallélisme est parfait si l'on prend la *symétrie* dans le sens platonicien et vitruvien de la « symmetria » grecque, la commodulation ou arrangement proportionné d'éléments dans l'espace.
3. *What is Rhythm?* B. Blackwell, éd. Oxford.



Partitions isotropes (cadences uniformes).



Partitions équilatérales (cadences uniformément variées).

arts de l'espace, et leurs éléments, proportions et chaînes de proportions, qui servent ici de modèle pour les arts de la durée.)

Francis Warrain[1] :

« Une suite de phénomènes qui se produisent à des intervalles de durée, variables ou non, mais réglés suivant une loi, constitue un Rythme. » (C'est une paraphrase de la définition d'Aristoxène.)

Et maintenant une définition plus développée.

P. Servien[2] :

« Le Rythme est périodicité perçue. Il agit dans la mesure où pareille périodicité déforme en nous la coulée habituelle du temps... Ainsi tout phénomène périodique perceptible à nos sens se détache de l'ensemble des phénomènes irréguliers... pour agir seul sur nos sens, et les impressionner d'une manière tout à fait disproportionnée à la faiblesse de chaque élément agissant... et peu à peu notre respiration, nos pulsations, nos pensées et nos tristesses, tout danse sur le rythme effacé, mais persistant, que nous croyions ne pas entendre. »

Cette définition met en relief l'élément le plus important du rythme (du rythme-type, c'est-à-dire rythme dans la durée, musical ou prosodique), qui est, en effet, la périodicité. De plus, cette périodicité, pour devenir rythme, doit être perçue : le rythme est subjectif ; avec son action sur le sujet, déformation de la « coulée habituelle du temps », nous touchons à l'incantation.

Et la périodicité entraîne naturellement les notations par suites discontinues[3] qui, nous l'avons déjà posé plus haut, caractérisent les phénomènes ou perceptions esthétiques dans les « arts de la durée ».

L'esthétique pythagorico-platonicienne adoptée dans l'antiquité pour les « arts de l'espace » proposait le corps humain comme modèle d'eurythmie idéale pour les architectes ; le temple était l'intermédiaire ou « médiété » dans la proportion mystique Univers-

1. *Conception Psycho-Physique de la Gamme.* (Extrait du Bulletin de l'Institut Général Psychologique, Paris.)

2. *Essai sur les rythmes toniques du Français.*

3. Cicéron limitait rigoureusement le rythme aux phénomènes qui peuvent se représenter par des notations discontinues : « In cadentibus guttis, quod intervallis distinguuntur, notare (numerum) possumus; in omni praecipitante non possumus ». (De Orat.)

Homme ou (comme on l'appellera au moyen âge) Macrocosme-Microcosme.

Mais de même que le corps humain avait fourni aux architectes des modèles de tracés eurythmiques, et même l'échelle du « grand » et du « petit », de même pour les arts de la durée, et les rythmes qui en sont, nous l'avons vu plus haut, l'accompagnement en tant qu'expression, perception et notation, il (le corps humain) nous fournira non seulement des modèles de rythmes, mais même les coulées psycho-physiologiques essentielles, rythmées elles aussi, que les rythmes sonores, les « périodicités perçues » peuvent déformer ou stimuler. Les deux cadences psycho-physiologiques vitales (battements du cœur et respiration) nous livrent, en effet, d'un côté la notion de la « mesure » fondamentale (régime normal du cœur humain : 80 battements à la minute), de l'ordre, et les notions relatives (voire l'échelle) du « vite » et du « lent », et de l'autre, de par le rythme respiratoire[1] (fonction rythmique par excellence, avec tension, détente, repos), le reflet et l'accompagnement des ondes affectives dont les rythmes prosodiques ou musicaux sont l'expression sonore.

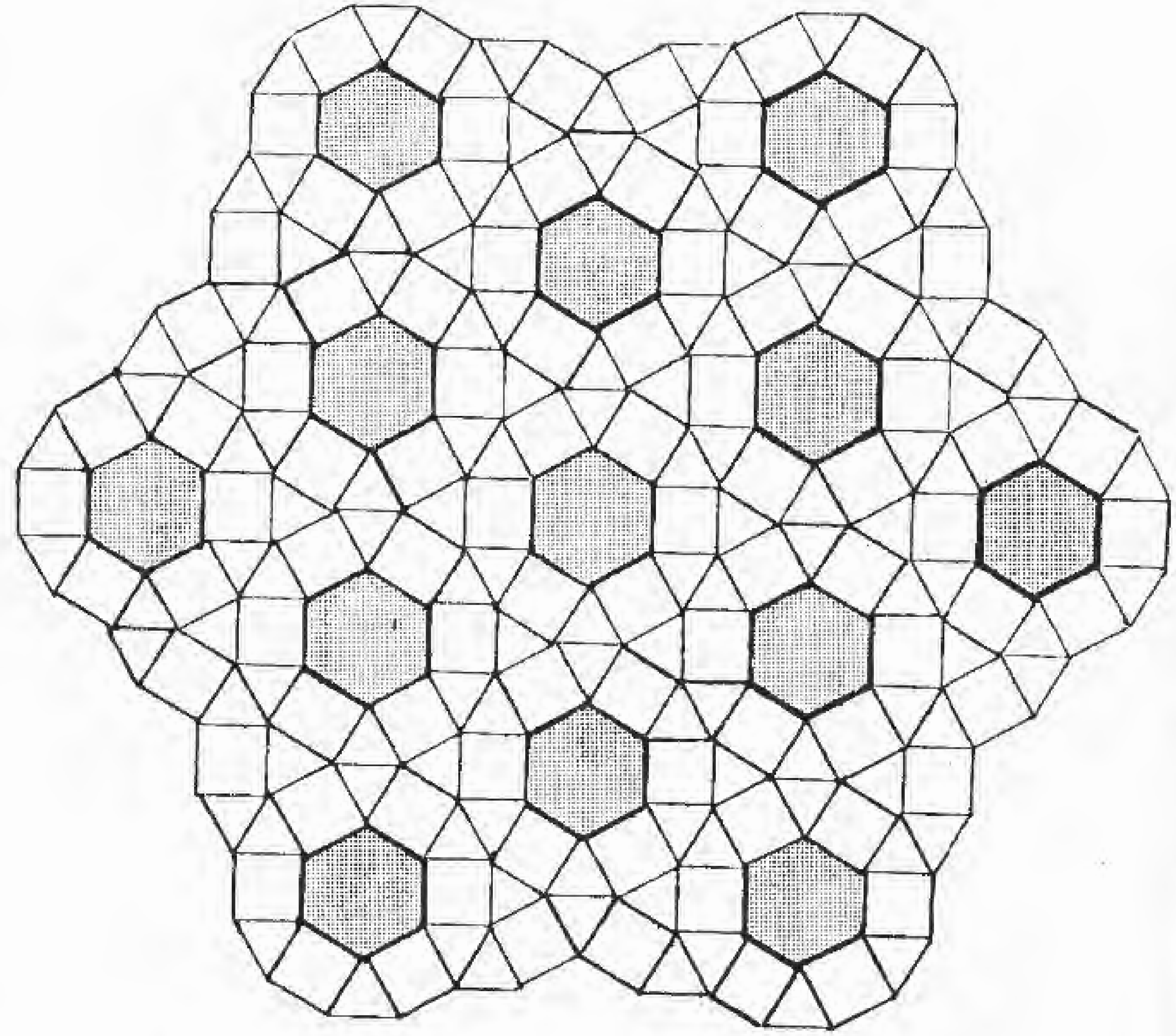
Et ces écoulements, tous deux ponctués par un jalonnement périodique, une suite discontinue, illustrent respectivement les deux espèces de rythmes possibles : le rythme homogène, statique, complètement régulier, cadence proprement dite ou *mètre*, et le rythme dynamique[2], asymétrique, avec lames de fond inattendues, reflet du souffle même de la Vie, ou *rythme* proprement dit.

Cette distinction entre le mètre et le rythme[3], la cadence et la pulsation dynamique, peut se transposer dans les arts de l'espace : nous pouvons là aussi trouver des motifs uniformément répétés, des partitions isotropes, statiques, de l'espace, comme dans les

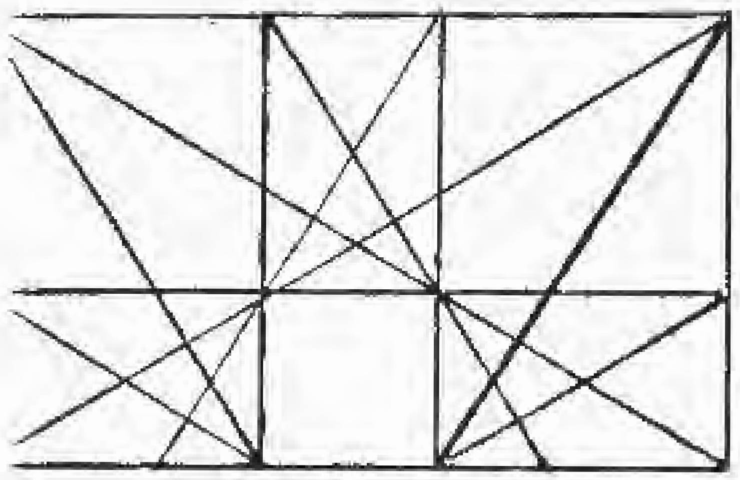
1. « Est appelée *mètre* l'énergie développée selon le principe de l'ordre, *rythme* l'énergie développée selon le principe de cause et d'effet ». (E. Lévy, *Métrique et Rythmique*). La respiration est le type du processus rythmique, avec aspiration, expiration, repos. Une respiration lente et profonde dure environ 12 secondes, ce qui correspond à 4 mesures à 4 temps (de 3 secondes par mesure) à l'allure normale de 80 temps à la minute (cadence du cœur, le *métronome intérieur* de Claudel).

2. On voit le parallélisme avec ce que d'après Hambidge j'ai appelé thèmes statiques et thèmes dynamiques dans les tracés régulateurs.

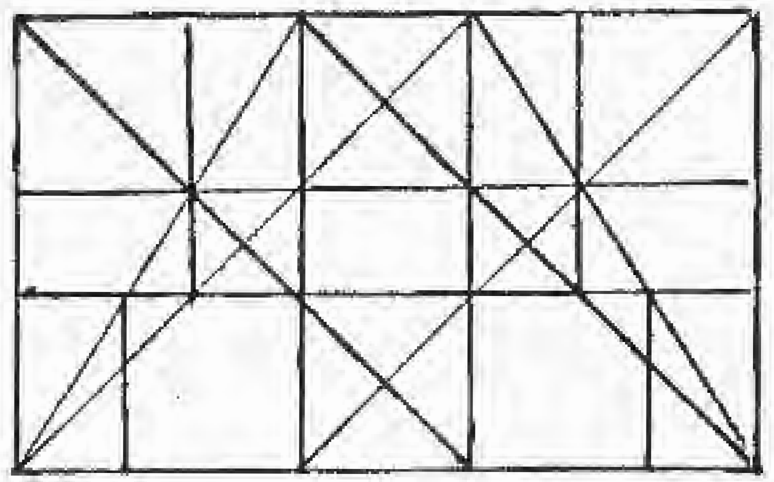
3. Cf. la communication de M. Ernest Lévy au 1er Congrès du Rythme, à Genève (1926), *Métrique et Rythmique*.



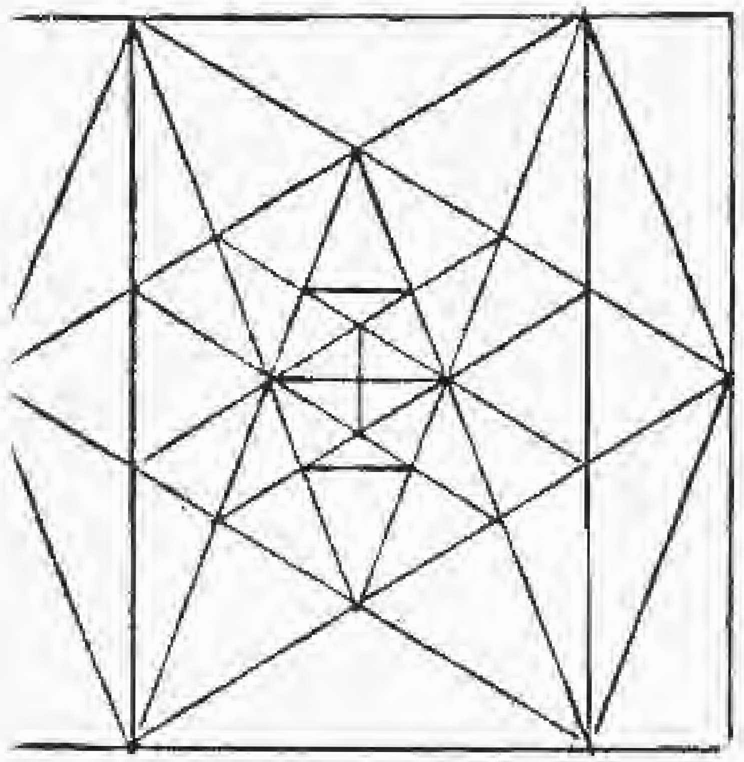
Développement du schéma 4 de la planche XXXIV.

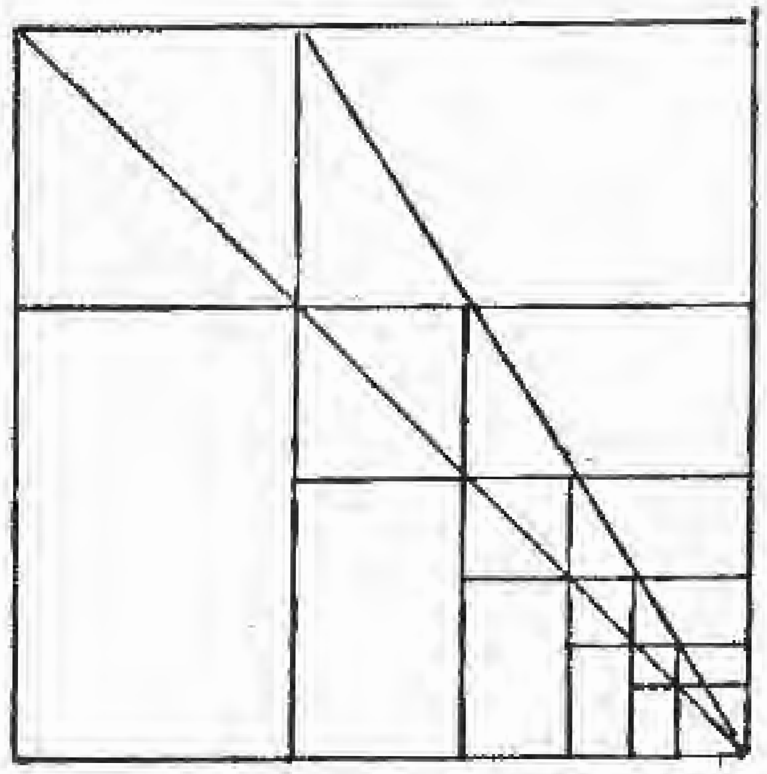


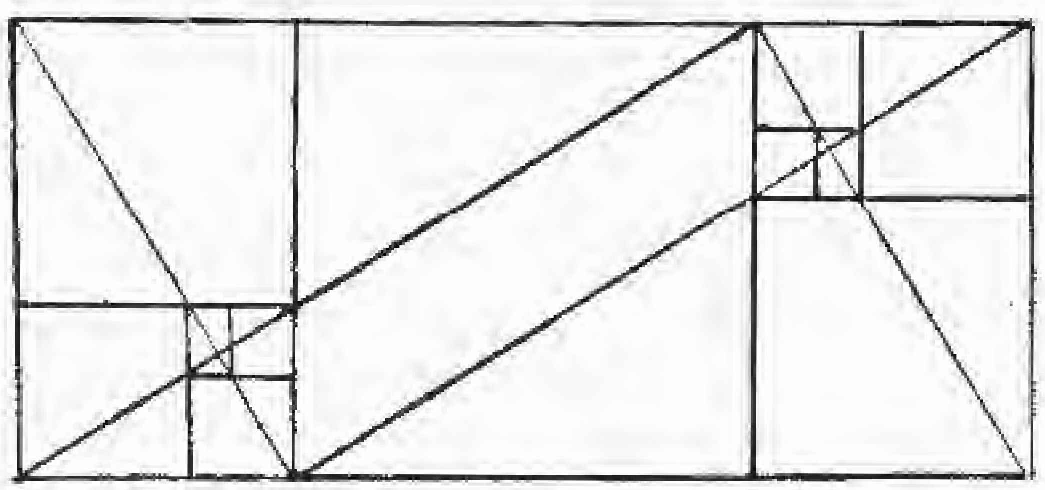
Ø



Ø







$\sqrt{5}$

Rectangles dynamiques et carré (rythmes découlant des proportions).

assemblages cristallins, les carrelages réguliers, et nous pourrons avoir par contre des croissances rythmées dynamiques comme dans les êtres vivants, comme dans les agencements symphoniques que procure l'emploi des rapports irrationnels $\left(\sqrt{2}, \sqrt{5}, \varnothing = \frac{\sqrt{5}+1}{2}, \text{etc.}\right)$ remis en lumière avec les procédés grecs et gothiques de mise en proportion.

Je donne dans les sept planches annexes de ce chapitre des exemples graphiques de ces transpositions dans l'espace des deux types de rythme, cadence uniforme ou mètre, et rythme dynamique, ou rythme proprement dit, et de leurs combinaisons.

La planche XXXIII montre quatre exemples de partitions homogènes, isotropes (tous les points d'intersection, de rayonnement sont identiques entre eux) du plan, des équipartitions « statiques » qui peuvent se répéter indéfiniment ; elles correspondent aux cadences uniformes dans la durée.

La planche XXXIV donne quatre exemples de partitions équilatérales uniformément variées ; elles sont aussi « statiques » et peuvent se répéter indéfiniment, mais 1 et 4 ne sont pas isotropes. Elles correspondent à des cadences uniformément variées dans la durée.

La planche XXXV donne simplement un développement du motif 4 de la planche précédente.

Dans la planche XXXVI nous passons des agencements « statiques » aux agencements dynamiques, gouvernés par des proportions géométriques et des rapports irrationnels ; nous avons ainsi en 1 et 2 des décompositions harmoniques du rectangle Ø (rectangle de la section dorée), en 3 et 4 des décompositions harmoniques du carré (d'après la *symmetria*, le thème de la section dorée). Ces tracés correspondent à des rythmes purs, sans cadence.

La planche XXXVII montre trois thèmes dynamiques dans lesquels la « pulsation » est explicitée et illustrée par les spirales logarithmiques 1 (rectangle directeur Ø) et 2 (rectangle directeur $\sqrt{\varnothing}$) et la pseudo-spirale 3. Rythmes purs.

La planche XXXVIII montre une combinaison de la cadence et du rythme dans laquelle un motif dynamique évoque par sa répétition une cadence rythmée : le tracé 1 représente une projection plane d'un assemblage de polyèdres semi-réguliers de Kelvin (24 sommets, 8 faces hexagonales, 6 faces carrées — le motif élémentaire a le thème $\sqrt{2}$) ; le diagramme 2 (7 rectangles 2 $\varnothing$ verticaux juxtaposés) est le tracé régulateur de la façade du Capitole de Michel-Ange ; le diagramme 3 est le tracé régulateur d'un vase grec du British Museum (le tracé général et sa cadence sont réfléchis analogiquement dans le tracé du pied ; on peut dire qu'à la cadence rythmée se marie un « rythme pur » gouverné par la proportion $\varnothing^2$).

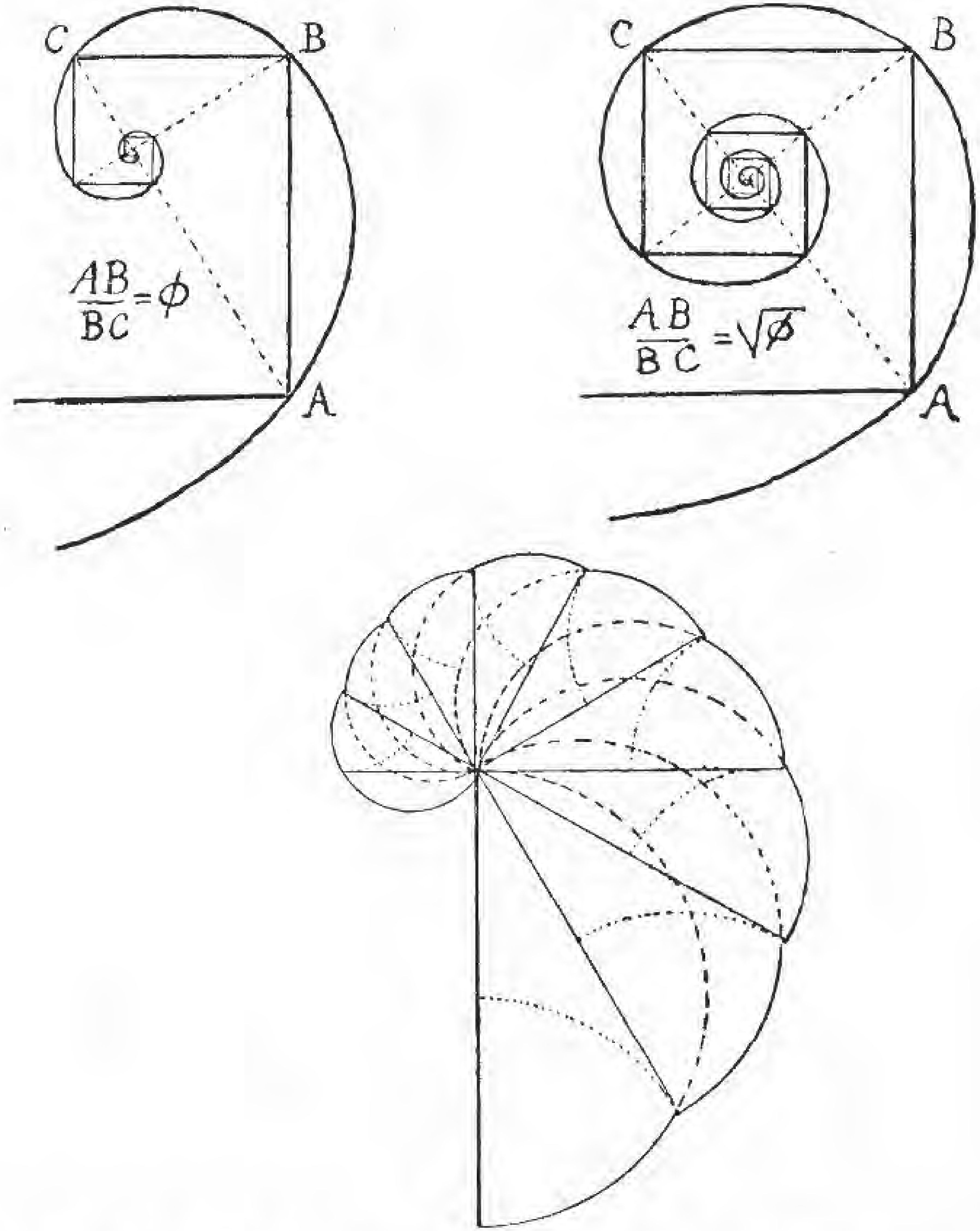
La planche XXXIX représente quatre autres cadences rythmées ; 1 est une décomposition harmonique du rectangle $\sqrt{3}$; 2 est le tracé régulateur (en $\sqrt{3}$) de la façade du dôme de Milan (d'après la planche de Caesare Caesariano publiée en 1521) ; 3 et 4 sont deux décompositions harmoniques du rectangle $\sqrt{5}$.

Ce n'est donc pas la symétrie ordinaire (au sens usuel, mais déformé, du mot, avec répétition de motifs comme dans un pavage de salle de bains) qui est la transposition dans l'espace du rythme, mais ce que d'après Platon et Vitruve nous avons ici appelé « symétrie dynamique » la vraie *symmetria* ou commodulation (génératrice en général d'asymétrie « balancée »), dont l'emploi permet d'incorporer aux tracés régulateurs des architectes la beauté « symphonique » des organismes vivants.

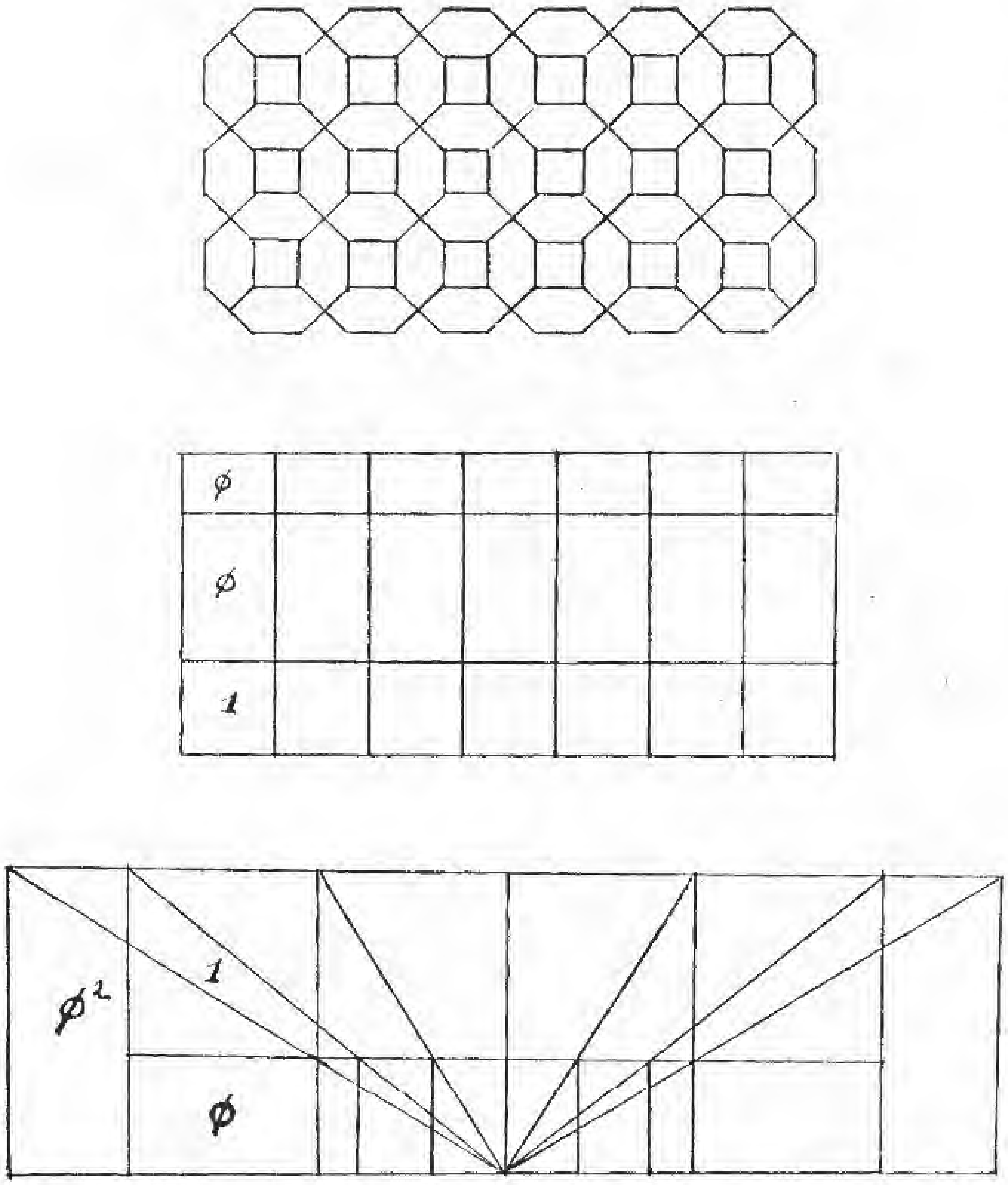
C'est avec cette acception du mot de symétrie qu'est exacte l'affirmation d'E. d'Eichthal citée plus haut : « Le Rythme est dans le temps ce que la symétrie est dans l'espace. »

Si l'on veut pousser plus loin l'assimilation entre les arts de l'espace et ceux de la durée, on peut remarquer que la perception d'un ensemble architectural n'est pas toujours instantanée ; les sensations visuelles peuvent être successives, et se raccorder dans la durée comme les sensations sonores. Et les créations artistiques dans l'espace peuvent être considérées comme les expressions d'un acte dynamique, ayant son axe ou ses axes de croissance comme un organisme vivant ; quoique existant à un instant donné en leur totalité, elles peuvent être envisagées comme le graphique, la « ligne mélodique » d'un phénomène développé dans le temps. C'est la conception chinoise du rythme d'un paysage ou d'un tableau.

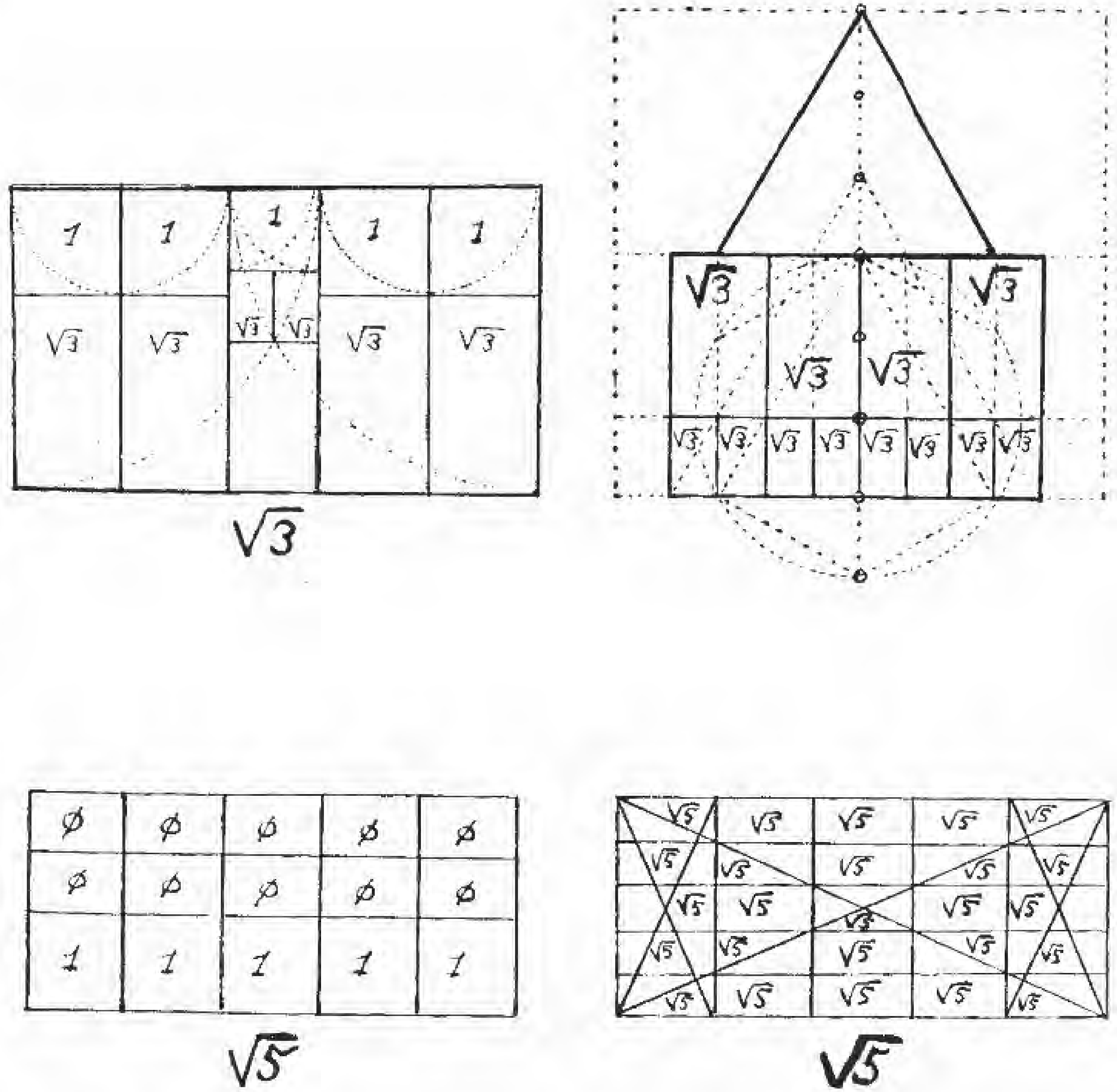
Et les notations discontinues, que nous avions d'abord affectées



Deux spirales et une pseudo-spirale (rythmes pulsants et rythme cadencé)



Cadences rythmées. Cadence rythmée et proportion



Cadences rythmées à l'intérieur de rectangles dynamiques.

exclusivement aux rythmes dans la durée, peuvent alors s'appliquer aussi bien aux rythmes « statiques » des motifs uniformément répétés (frise décorative, colonnade, tapis) qu'aux rythmes « dynamiques » explicités par les récurrences analogiques de formes ou de proportions ; ce sont aussi des périodicités perçues, mais ici dans l'espace.

Inversement, la notation *continue*, rapport ou proportion, quoique *a priori* caractéristique des arts de l'espace, peut parfois s'appliquer aux arts de la durée, comme il ressort de la définition de Sonnenschein donnée plus haut (le Rythme est cette propriété d'une suite d'événements dans le temps qui produit sur l'esprit de l'observateur l'impression d'une proportion entre les durées des divers événements ou groupes d'événements dont la suite est composée).

Ici l'assimilation entre le rythme dans la durée et la symmetria ou commodulation est absolue ; c'est du reste ce qui rend la définition de M. Sonnenschein un peu arbitraire. Car le rythme est tout de même d'abord *périodicité perçue ;* il y a bien des proportions, donc du continu, dans la durée, comme il y a des récurrences, des périodicités, du discontinu, dans l'espace, mais ces deux domaines de l'Esthétique ne sont pas toujours interchangeables. On peut cependant dire que parfois les éléments périodiques dénombrables du rythme peuvent s'effacer, s'intégrer en des suites ou combinaisons de proportions.

On connaît l'image célèbre qui qualifie l'architecture de musique gelée ou pétrifiée ; elle est attribuée tantôt au moine Colonna (auteur du « Songe de Polyphile », vers 1500), tantôt à Gœthe[1], Schelling, Novalis, ou Walter Pater. En tout cas, la comparaison est assez juste ; il y a, comme le remarque Paul Valéry, des édifices qui

1. Dans le second Faust, M. Moessel remarque le passage :

> Durch Wunderkraft erscheint allhier sur Schau
> Massiv genug ein alter Tempelbau
> . . . .
> Und nun erkennt ein Geistermeisterstück !
> So wie sie wandeln, machen sie Musik.
> Aus luftigen Tonen quillt ein Weissnichtwie,
> Indem sie ziehn, wird alles Melodie.
> Der Säulenschaft, auch die Triglyphe Klingt ;
> Ich glaube gar, der ganze Tempel singt.

« chantent » par exemple l'abside de Saint-Pierre de Rome contemplée du dehors).

Nous avons vu (chap. II) que le principe d'Analogie, d'homothétie, si important en architecture, se retrouve en musique.

Quoiqu'en architecture ce soient les rapports irrationnels, les proportions géométriques « dynamiques » ($\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\varnothing$, $\sqrt{5}$) qui jouent les premiers rôles, et en musique les proportions dites « harmoniques », nous retrouverons tout à l'heure en musique non seulement la proportion géométrique en général, mais même, « en chair et en os », cette proportion géométrique remarquable entre toutes qui à cause de sa faculté de se réfléchir indéfiniment, conformément au Principe d'Analogie, de suggérer « l'impression rassurante de ce qui reste semblable à soi-même dans la diversité de l'évolution », (Timerding), a été appelée par le moine Luca Pacioli, ami de Léonard, la « Divine Proportion »[1].

Nous avons de même trouvé en architecture (domaine normal de la proportion géométrique, de l'« analogia » vitruvienne), des traces de l'emploi, parfois très heureux comme résultat, de la proportion harmonique.

Nous avons déjà rappelé que l'Esthétique méditerranéenne (ou occidentale) eut un point de départ rigoureusement mathématique (théorie des proportions, dont un chapitre fournit directement la théorie des intervalles musicaux) ; nous avons aussi vu incidemment que les sens « Rythme » et « Nombre » furent au début équivalents ; il est superflu d'observer que les rapports ou les suites périodiques qui peuvent servir à noter proportions ou récurrences sont bien entendu des nombres, tantôt entiers (discontinus), tantôt fractionnaires ou même irrationnels (continus).

Ces nombres et les arrangements géométriques qui leur correspondent ont été pour les arts de l'espace examinés en détail dans les ouvrages consacrés à l'étude des canons grecs ou gothiques parus au cours des vingt dernières années[2] et dont nous avons résumé

1. Aussi Képler :
« Inter continuas proportiones unum singulare genus est proportionis divinæ. »
(« Mysterium Cosmographicum de admirabili proportione orbium cœlestium », 1596).

2. J. Hambidge. *Dynamic Symmetry*, Yale University Press. — F. Macody Lund. *Ad Quadratum*, Batsford, éd. (Une édition française a paru chez A. Morancé). — Ernst

les conclusions dans les chapitres précédents. Nous allons maintenant nous occuper plus spécialement des nombres et notations que l'on peut affecter aux structures sonores, c'est-à-dire *aux rythmes* proprement dits.

Moessel. *Die Proportion in Antike und Mittelalter*, 2 vol. C. H. Beck, éd. Munich. — Matila C. Ghyka. *L'Esthétique des Proportions*, 1 vol. *Le Nombre d'Or*, 2 vol., Gallimard, éd. — Texier. *La Géométrie de l'Architecte*, Vincent, Fréal et Compagnie.

CHAPITRE V

RYTHME ET MUSIQUE

Parmi les arts de la durée nous allons ici, laissant de côté la danse, considérer la musique et la prosodie, et les rythmes qui les caractérisent : rythmes sonores ou rythmes proprement dits.

Commençons par la musique. Nous y trouvons d'abord la mesure, la cadence uniforme qui fournit une trame analogue et parallèle, nous l'avons déjà noté, à la cadence du cœur humain, l'ïambe fondamental de Claudel.

Il y a des phrases musicales, des suites même, qui peuvent être condensées en cadences pures, uniformes ou uniformément variées : tams-tams nègres, danses paysannes, mélopées orientales ; c'est ce que nous avons appelé plus haut le rythme statique, dont les analogues se trouvent pour les arts de l'espace dans les tapis ou carrelages homogènes où le même motif est uniformément répété (pl. XXXIII et XXXIV, chapitre IV). Rappelons que ce motif lui-même peut contenir à l'état élémentaire un rythme dynamique, asymétrique, ceci aussi bien dans le carrelage dont l'élément peut montrer une proportion continue ou un jeu de proportions (exemple : fig. 1, pl. XXXVIII), que dans la mélopée, le roulement de tambour, l'accompagnement de la danse paysanne ; des exemples à l'état pur de ce genre de cadence complexe (dont les parallèles graphiques ont été donnés dans les planches XXXIV et XXXVIII du chapitre précédent) sont la cadence d'un jeu de marteaux de forge, celle des bielles d'une locomotive (avec l'accompagnement des échappements de vapeur), etc. Notons que même dans le cas du tic-tac uniforme d'une montre nous avons une tendance à briser subjectivement la cadence ; nous croyons percevoir un rythme alterné : un temps faible, un temps fort... toujours l'ïambe fondamental ! Les cadences monotones peuvent se figurer par des suites de nombres entiers ou de points, séparés s'il le faut par des intervalles proportionnels aux pauses ; lorsque les éléments de la cadence contiennent un motif dynamique, avec un ou plusieurs rapports asymétriques (intervalles de la gamme, rapports de durées), ce motif pourra être représenté par des nombres entiers ou des points s'il s'agit simplement de marquer des temps forts, par des rapports s'il s'agit de noter les valeurs relatives des durées ou des hauteurs ; ces rapports sont en général symbolisés par les notes mêmes et leur position sur la portée.

On sait que si le facteur caractéristique qui différencie les notes les unes des autres est leur hauteur (nombre de vibrations par seconde), les éléments mélodiques sont en réalité les rapports de ces hauteurs (intervalles entre les notes successives, ou accords simultanés).

Si des cadences (rythmes statiques simples ou à motifs uniformément répétés rappelant les arrangements des cristaux, les partitions homogènes de l'espace) nous passons aux mélodies, nous trouvons, dessiné sur la trame de fond de la cadence (mesure), le rythme proprement dit (rythme dynamique à pulsation parfois asymétrique, comme dans la croissance des organismes vivants) ou plutôt les rythmes : rythme des intensités, rythme des durées, rythme des hauteurs.

J.-J. Rousseau avait déjà remarqué que le tambour[1] (voire une baguette tambourinant sur une planche) permet de réaliser à l'état pur les trois rythmes entrelacés qui livrent en musique le rythme proprement dit : rythme arithmétique des frappes, rythme des intensités, enfin rythme des durées ; celles-ci peuvent être figurées indifféremment en donnant aux pauses entre les frappes des durées

1. « Sans le rythme la mélodie n'est rien, et par lui-même il est quelque chose, comme on le sent par l'effet du tambour. »
Les castagnettes permettent du reste de réaliser un rythme plus *pur* que le tambour.

correspondant à celles qu'auraient dû avoir les notes, ou en donnant ces durées aux notes mêmes, c'est-à-dire en remplaçant les frappes instantanées par des roulements (c'est l'un des cas où le discontinu s'intègre en continu, où les suites dénombrables deviennent des éléments de proportions). Le rythme des hauteurs dont il était question un peu plus haut fait plutôt partie de la ligne mélodique que du rythme, cette ligne mélodique ou « schéma coloré » se résumant au point de vue mathématique à un enchaînement de proportions (entre les fréquences ou hauteurs des notes successives) ; mais ici aussi, comme dans les enchaînements de proportions dans l'espace, les récurrences d'intervalles et d'accords peuvent réintroduire des périodicités, donc des rythmes (ici passage du continu au dénombrable discontinu).

Rythme et ligne mélodique sont les deux composantes « structurales » de la mélodie (correspondant en architecture à la proportion ou plutôt à l'enchaînement harmonieux de proportions que Vitruve appelle « symmetria ») ; si on supprime ces deux facteurs il reste encore les « matériaux » proprement dits du flot musical, timbres et hauteurs absolues[1] (la ligne mélodique n'est influencée que par les rapports entre les hauteurs successives et leur sens ascendant ou descendant).

Il y a en musique comme en prosodie parallélisme entre les intensités et les durées ; une note ou une syllabe affectée d'un accent d'intensité durera en général plus longtemps qu'une note ou syllabe atone. L'accent d'intensité correspond, en effet, presque toujours à un moment de haute tension affective ou physiologique, à une crise ou explosion normalement suivie d'une détente, d'une durée proportionnelle à l'intensité (la durée pouvant être représentée par une pause).

Dans le chapitre consacré à la prosodie nous nous occuperons plus spécialement de la façon dont on peut noter le rythme des intensités. Pour ce qui est des hauteurs, nous avons déjà remarqué que les éléments essentiels de la ligne mélodique, les rapports entre les hauteurs des notes successives ou simultanées, ne sont pas mar-

1. On peut, pour continuer la comparaison entre les arts de la durée et ceux de l'espace, dire que la *texture* (pierre, marbre, granit, chaux, bois) et la couleur des matériaux correspondent en architecture à la hauteur absolue et au timbre.

qués explicitement mais condensés dans les symboles représentant notes et portées ; la notation musicale est une algèbre spéciale résumant clairement pour l'initié les valeurs des durées (notes et pauses) et des hauteurs.

M. P. Servien a simplifié la notation d'un thème musical, d'un *motif*, en cherchant à en dégager les « invariants » ; il trouve que pour noter « l'essence musicale dépouillée de la charge émotive dont elle peut s'encombrer » il suffit de deux suites de nombres [1].

Les éléments essentiels de cette algèbre musicale sont donc les hauteurs des différentes notes (fréquences, nombres de vibrations par seconde, inversement proportionnels du reste aux longueurs des cordes respectives, s'il s'agit de notes produites par les vibrations de cordes homogènes) ou plutôt les rapports entre ces hauteurs (intervalles).

Ces rapports sont en général (quand on se sert de la gamme pythagoricienne ou de la gamme majeure) des rapports simples et rationnels, s'enchaînant en proportions du type « harmonique » [2] ; nous verrons, en effet, dans les chapitres suivants que, bien que la caractéristique du rythme sonore soit, comme il a été dit plus haut, la « périodicité perçue », avec son reflet numérique discontinu, la théorie des intervalles et des accords musicaux est néanmoins une branche de la théorie générale des proportions au même titre que la « symétrie dynamique » en architecture.

1. Les premiers marquent les intervalles entre les notes successives (chiffres en italiques pour intervalles ascendants); ces intervalles en demi-tons tempérés donnent donc les hauteurs relatives.

Les seconds marquent la durée de chaque note; les chiffres en caractères gras désignant les notes frappées d'un accent d'intensité principale, les chiffres en italiques marquant les notes frappées d'un accent d'intensité secondaire.

2. Proportion harmonique $\frac{c-b}{b-a} = \frac{c}{a}$, comparée à la proportion géométrique $\frac{c-b}{b-a} = \frac{c}{b}$ ou $\frac{b}{c} = \frac{a}{b}$.

CHAPITRE VI

LA GAMME ET LES NOMBRES

« La Musique est un exercice d'arithmétique secrète, et celui qui s'y livre ignore qu'il manie des nombres. »

Ainsi s'exprimait Leibniz dans une lettre à Goldbach, datée du 17 avril 1712 ; les pages qui suivent montreront au lecteur qui n'aurait pas eu auparavant la curiosité d'approfondir la théorie de la gamme que Leibniz n'exagérait pas. A tel point que je conseillerais à ceux qui n'ont point de sympathie ou d'indulgence pour les nombres de passer ce chapitre et le suivant.

On a pu dans les chapitres qui au commencement de cette étude résument la théorie de la symétrie dynamique, remarquer que dans les arts de l'espace les « thèmes » de proportions étaient fournis par des nombres simples et (ici s'introduit la *symétrie dynamique*) leurs racines carrées ; on peut poser que 2, 3, 5, $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{5}$, sont les nombres et les rapports qui se rencontrent le plus souvent dans l'analyse des tracés régulateurs. Le « nombre d'or », $\varnothing = \frac{\sqrt{5}+1}{2} = 1{,}618...$, est directement dérivé de $\sqrt{5}$ et correspond au même « thème », à la « symmetria » [1], ou commodulation pentagonale ;

1. J'évite le plus possible d'employer le mot français de symétrie à cause de son sens habituel et erroné (mais l'erreur date déjà du XVII^e siècle). *Symmetria* chez Vitruve signifiait comme le mot grec qu'il adopta, la propriété d'un plan ou d'un ensemble architectural d'avoir une commune mesure entre les parties et le tout et entre les parties. Cette commune mesure, qui déterminait un jeu de rapports caractéristiques,

un tracé qui a le pentagone (ou le décagone) comme polygone directeur révélera immédiatement des combinaisons de proportions dérivées de $\sqrt{5}$ et de $\varnothing$. On pourrait dire que le pentagone ou plus correctement le pentagramme (pentagone étoilé) possède *géométriquement* une « symmetria » irrationnelle, fondée sur $\sqrt{5}$.

C'est peut-être le moment de répéter que la prédominance du « nombre d'or » $\left(\varnothing = \frac{\sqrt{5}+1}{2}\right)$ et des nombres 5 et $\sqrt{5}$ dans les proportions employées par les architectes grecs et gothiques et les peintres de la première Renaissance, et dans les proportions des organismes vivants, n'a rien de mystérieux. Il se trouve que 2, 3 et 5 sont directement ou sous forme de leurs radicaux ($\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$ et $\sqrt{5}$) les nombres les plus simples et les plus faciles à manipuler en composition géométrique (les « petits nombres » s'imposent ici aussi bien qu'en musique ou en cristallographie) ; les nombres 7, 9, 11, 13, 14, ne peuvent être employés comme thèmes de proportions parce que (théorème de Gauss[1]) il est impossible de partager « euclidiennement » (avec la règle et le compas) un cercle en 7, 9, 11, 13 ou 14 parties égales (tandis qu'on peut le partager en 5 parties égales grâce à la construction de la section dorée). Les nombres 4, 6, 8, 10, 12 ,15, 16, sont des multiples de 2, 3 et 5, et n'introduisent aucune proportion nouvelle en plus de celles gouvernées par ces trois nombres.

En musique, les nombres 2, 3, 4, 5, jouent un rôle aussi impor-

de proportions, pouvait être irrationnelle (Vitruve l'appelait alors *géométrique*); on avait dans ce cas la « symmetria » dynamique (c'est-à-dire gouvernée par des rapports « commensurables en puissance »; si les dimensions linéaires de deux figures semblables étaient dans le rapport $\sqrt{n}$, les surfaces, elles, étaient dans le rapport commensurable n).

1. Théorème de Gauss. — On peut construire « euclidiennement » (avec la règle et le compas) un polygone régulier de n côtés (diviser une circonférence en n parties égales) lorsque (et seulement lorsque) :

1) $n = 2^p$

2) n est un nombre premier de la forme $2^k + 1$ comme 3, 5, 17, 257, 65537, ...

3) n est un produit de facteurs *différents* de ce genre, c'est-à-dire est de la forme $2^p \times (2^k + 1) \times (2^r + 1) \dots$; $2^k + 1$, $2^r + 1$, étant des nombres premiers *distincts* ; le nonagone ($n = 9 = 3 \times 3$) par exemple ne peut pas être construit rigoureusement, parce que 3, quoique de la forme $2^k + 1$ et premier, est répété deux fois.

Le théorème de Gauss résulte du fait que l'équation $X^n - 1 = 0$ a ses racines représentables par une combinaison de radicaux carrés lorsque (et seulement lorsque) l'une des trois conditions énoncées plus haut pour n est remplie

tant que dans les arts de l'espace ; la théorie des harmoniques nous en montre la raison.

Les harmoniques sont des sons émis en même temps que la note fondamentale (ou premier harmonique) et dont les fréquences (nombres de vibrations par seconde) sont les multiples par 2, 3, 4, 5, 6, etc., de celle de la note fondamentale. Par exemple le *do* à 128 vibrations par seconde a comme harmoniques :

	do_1	sol_1	do_2	mi_2	sol_2	
à	256	384	512	640	768	vibrations par seconde
	2e	3e	4e	5e	6e	harmoniques.

Nous trouvons ici les fréquences de la gamme majeure (gamme d'Aristoxène-Zarlin) dont il sera question plus loin.

Helmholtz a démontré que les sons présentent d'autant plus de parenté qu'ils ont plus d'harmoniques communs et que ces harmoniques sont plus intenses[1]. La règle des rapports simples en résulte immédiatement ; l'octave $\frac{2}{1}$, puis la quinte $\frac{3}{2}$, donnent les consonances optima.

La « gamme naturelle » obtenue par les harmoniques se confond presque avec la gamme majeure ou « gamme des physiciens » ; cependant le 7e harmonique ne tombe pas rigoureusement dans cette gamme mais, avec 896 vibrations, se place entre le $la_2\sharp = 887{,}5$ et le $si_2\flat = 921{,}6$.

Les harmoniques 4-5-6 fournissent l'acord parfait majeur (*do mi sol*), les harmoniques 10-12-15 l'accord parfait mineur (*mi sol si*), les harmoniques 12-15-20 donnent l'accord de tierce et de sixte (*sol si mi*) ; remarquons que les suites 10, 12, 15 et 12, 15, 20 sont des « proportions harmoniques » puisqu'elles satisfont la formule

$$\frac{b-a}{a} = \frac{c-b}{c} \quad \text{ou} \quad \frac{c-b}{b-a} = \frac{c}{a}.$$ [2]

1. Il se produit une sorte de commodulation, avec récurrences de similitudes, analogue à la « symmetria » de l'architecte, à l'enchaînement de proportions, de rappels homothétiques qui dans l'espace mène à l'« eurythmie ». Cette théorie de Helmholtz correspond en quelque sorte dans la durée au « Principe d'Analogie » énoncé par Tiersch pour l'espace.

2. La proportion géométrique dont nous avons parlé jusqu'à présent et qui joue un rôle si important comme génératrice d'analogies dans la *symmetria* dynamique et

Voici du reste la série développée des harmoniques de do_0 :

DO_0	do_1	sol_1	do_2	mi_2	sol_2	$si_2\flat$	do_3	$ré_3$	mi_3	$fa_3\sharp$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

sol_3	$sol_3\sharp$	$si_3\flat$	si_3	do_4	$do_4\sharp$	$ré_4$	$ré_4\sharp$	mi_4	$mi_4\sharp$
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

Les harmoniques nombres premiers (à partir de 7) et les multiples de 7 (et de nombres premiers supérieurs à 7) ne donnent pas des notes exactes intercalables dans la gamme ; c'est approximativement que l'on identifie les notes soulignées à $si_2\flat$ etc...

Parmi les nombres simples qui paraissent dans les intervalles des gammes diatoniques, le nombre 5 joue, tout comme dans les commodulations de l'espace, un rôle de premier plan ; ceci entre autres à cause de l'importance de la quinte[1] dans l'établissement

ses tracés régulateurs, n'est pas, en effet, le seul type de proportion imaginable. Les néo-pythagoriciens avaient établi 10 espèces de proportions, dont les plus importantes sont la proportion arithmétique, la proportion géométrique et la proportion harmonique.

Si l'on prend une suite de 3 termes a b c, les équations correspondant aux trois types en question sont :

$$\frac{c-b}{b-a} = \frac{c}{c} = 1 \text{ (ex. 1, 2, 3) proportion arithmétique,}$$

$$\frac{c-b}{b-a} = \frac{c}{b}, \left(\text{ou } \frac{b}{c} = \frac{a}{b}\right. \text{ (ex. 1, 2, 4) proportion géométique,}$$

$$\frac{c-b}{b-a} = \frac{c}{a} \text{ (ex. 2, 3, 6) proportion harmonique,}$$

La proportion harmonique joue un rôle considérable en musique ; c'est elle ici qui gouverne en général les commodulations des accords ; c'est d'elle, et de la proportion arithmétique, que Platon se sert pour établir sa « gamme des médiétés ».

Mais nous verrons plus loin que la proportion géométrique paraît en musique dans la gamme tempérée; inversement la proportion harmonique a parfois trouvé sa place dans les tracés architecturaux.

1. Le nombre 5 intervient de deux façons dans la quinte. D'abord parce qu'il indique dans une échelle diatonique l'intervalle entre une note et la cinquième note à partir de celle-ci (*do sol, ré la, mi si, fa do, sol ré, la mi*, tous ces intervalles ayant la valeur de trois tons et un demi-ton, mais pas *si-fa*, qui n'est qu'une quinte diminuée valant deux tons et deux demi-tons, parce qu'entre *mi* et *fa* comme entre *si* et *do* nous n'avons qu'un demi-ton, alors qu'entre toutes les autres notes voisines nous avons des tons entiers — la gamme diatonique à cause de sa formation par quintes successivesque nous développons plus loin, est en effet asymétrique); ensuite parce que le rapport

de l'échelle diatonique pythagoricienne et dans la structure des accords parfaits.

GAMMES DIATONIQUES

La gamme diatonique primitive ou gamme de Pythagore est, en effet, fondée sur l'intervalle[1] de quinte qui sépare les sons émis par deux cordes homogènes dont les longueurs sont dans le rapport $\frac{2}{3}$.

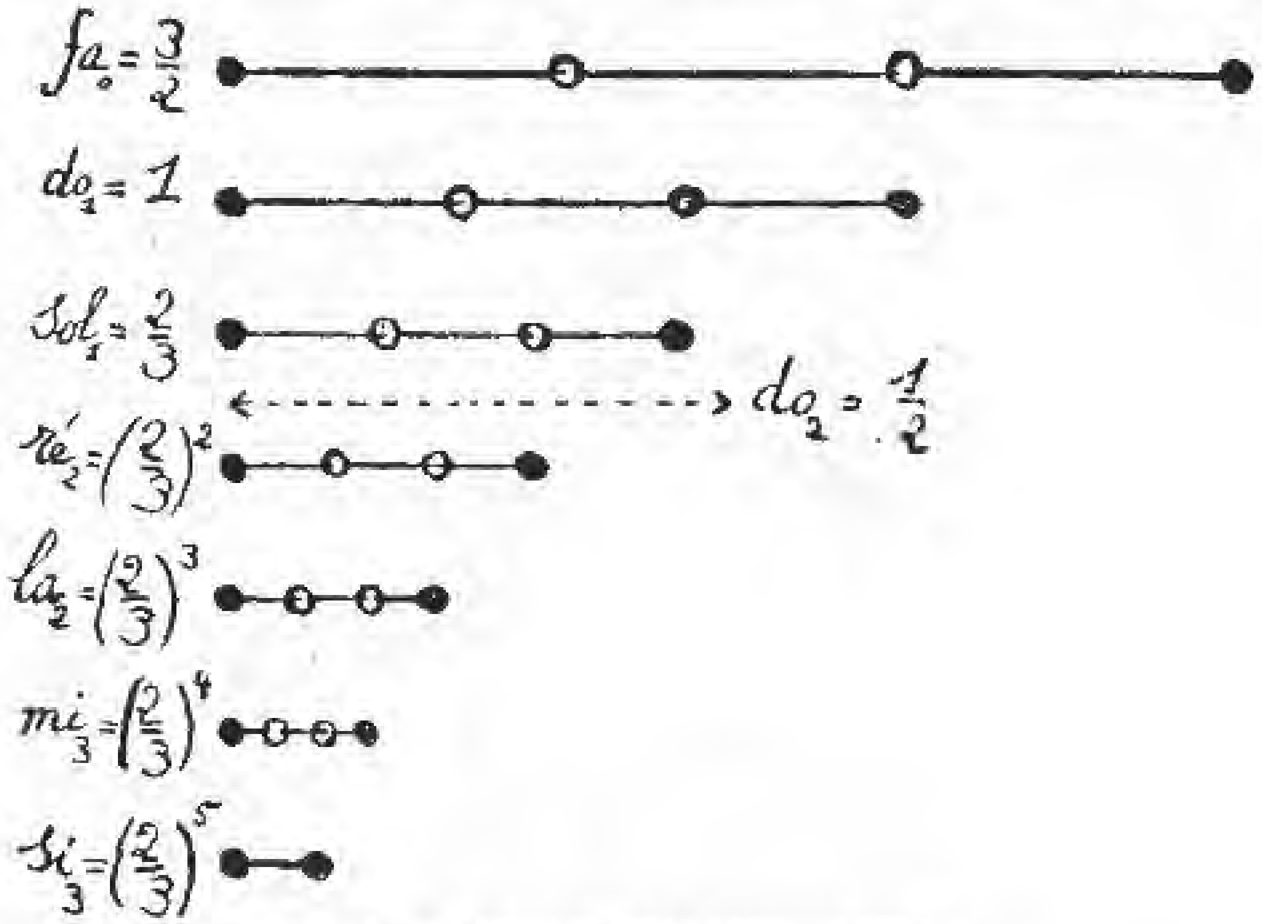


Fig. 1. — Quintes pythagoriciennes.

Si l'on imagine 7 cordes de longueurs décroissantes telles que

qui exprime cet intervalle (le rapport des fréquences entre sol_1 et do_1 par exemple) est toujours $\frac{3}{2}$; c'est-à-dire le rapport qui entre 5 parties aliquotes compare ou oppose 3 parties aux deux autres.

1. Rappelons que l'intervalle compris entre deux notes quelconques, voisines ou non, de la même gamme, *fa sol* par exemple, a pour mesure la fraction, dans ce cas $\frac{9}{8}$, par laquelle il faut multiplier le nombre de périodes (vibrations complètes) $\frac{4}{3}$ du son *fa* pour obtenir le nombre des périodes $\frac{3}{2}$ du son *sol*, le nombre des périodes du son *do* étant ici pris comme unité. (Cet intervalle *fa sol* ou $\frac{9}{8}$ s'appelle un ton entier.) L'oreille attribue à l'intervalle musical ainsi défini (rapport des fréquences de deux sons) un *caractère* qui ne dépend pas de la position de ces sons dans l'échelle sonore.

chacune soit égale aux $\frac{2}{3}$ de la précédente, et si l'on prend la deuxième comme unité de longueur, en l'appelant do_1, on peut donner aux sept cordes, en commençant par la première, les noms de :

fa_0	do_1	sol_1	$ré_2$	la_2	mi_3	si_3
$\frac{3}{2}$	1	$\frac{2}{3}$	$\left(\frac{2}{3}\right)^2$	$\left(\frac{2}{3}\right)^3$	$\left(\frac{2}{3}\right)^4$	$\left(\frac{2}{3}\right)^5$

les fractions au-dessous des notes représentant les longueurs des cordes lorsque l'on prend *do* comme unité.

Chaque corde est par définition la quinte juste (ascendante) de la précédente ; une nouvelle corde de longueur $\frac{1}{2}$, située entre sol_1 et $ré_2$ sera « à l'octave » de do_1, et prendra le nom de do_2. Il s'agit maintenant de ramener à l'intérieur de l'octave do_1 do_2 des notes ayant les mêmes timbres que fa_0 $ré_2$ la_2 mi_3 et si_3 ; il suffit pour cela de diviser fa_0 par 2, obtenant ainsi son octave fa_1 (il s'agit ici des longueur des cordes), de multiplier par 2 $ré_2$ et la_2, et par 2^2 mi_3 et si_3.

On obtient ainsi :

do_1	$ré_1$	mi_1	fa_1	sol_1	la_1	si_1	do_2
1	$\frac{2^3}{3^2}=\frac{8}{9}$	$\frac{2^6}{3^4}=\frac{64}{81}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2^4}{3^3}=\frac{16}{27}$	$\frac{2^7}{3^5}=\frac{128}{243}$	$\frac{1}{2}$

(On voit que c'est la cinquième note qui fournit l'intervalle de quinte $\frac{2}{3}$ par rapport à la fondamentale, d'où le nom de quinte.)

C'est la gamme diatonique pythagoricienne que nous avons ainsi obtenue ; la rangée suivante donne les fréquences correspondantes (inversement proportionnelles aux longueurs des cordes) en prenant

1. Toute note qui a une fréquence (nombre de vibrations par seconde) double de celle d'une autre, est à l'octave haute de celle-ci. Les longueurs des cordes vibrantes sont inversement proportionnelles aux fréquences ; par exemple une note *a* est à la quinte juste d'une note *b* lorsque sa fréquence *fa* donne avec la fréquence *fb* (de la note *b*) le rapport $\frac{fa}{fb}=\frac{3}{2}$; les longueurs des cordes *a* et *b* seront dans le rapport inverse $\frac{2}{3}$.

pour do_1 le 256 de la « gamme physique » où les *do*'s sont représentés par les puissances croissantes de 2 à partir de 16, c'est-à-dire $2^4 = 16$, $2^5 = 32$, $2^6 = 64$, $2^7 = 128$, $2^8 = 256$, etc. :

do_1	$ré_1$	mi_1	fa_1	sol_1	la_1	si_1	do_2
256	288	324	$341\frac{1}{3}$	384	432	486	512

$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{243}{256}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{243}{256}$

La seconde rangée de chiffres donne les intervalles entre les notes successives $\left(\frac{8}{9}\right.$ est le ton diatonique, $\frac{243}{256}$ le demi-ton diatonique$\left.\right)$; elle peut s'écrire aussi :

ton ton demi-ton ton ton ton demi-ton.

Cette suite est caractéristique du mode lydien antique et du mode majeur actuel.

La gamme diatonique majeure, elle, ou gamme d'Aristoxène-Zarlin (ou encore gamme des physiciens) peut se dériver exactement d'une suite d'harmoniques (voir plus haut ; on ramène dans un intervalle d'octave, par le procédé déjà employé dans la gamme des quintes, la suite des harmoniques 3, 4, 5, 8, 9, 10, 15, 16, qui fournissent entre notes juxtaposées les intervalles $\left(\frac{3}{2}, \frac{4}{3}, \frac{5}{4}, \frac{9}{8}, \frac{10}{9}, \frac{16}{15}\right)$, ou encore des accords parfaits majeurs (suite des 3 accords majeurs construits sur la tonique, la dominante et la sous-dominante)[1].

Voici les intervalles de la gamme majeure, pour permettre leur comparaison avec ceux de la gamme de Pythagore :

	do_1	$ré_1$	mi_1	fa_1	sol_1	la_1	si_1	do_2
fréquences :	256	288	320	341,3	384	426	480	512
longueurs :	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{8}{15}$	$\frac{1}{2}$

$\frac{8}{9}$	$\frac{9}{10}$	$\frac{15}{16}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{9}{10}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{15}{16}$

1. L'accord parfait majeur se compose de 3 notes formant une tierce et une quinte, comme *do*, *mi*, *sol*

Cette gamme majeure ne diffère de la gamme de Pythagore que par les notes *mi*, *la* et *si* ; les trois fractions (longueurs des cordes rapportées à celle de *do*) $\frac{4}{5}, \frac{3}{5}, \frac{8}{15}$, ne diffèrent[1] des fractions correspondantes dans la gamme pythagoricienne que par $\frac{80}{81}$, le « comma syntonique » $\left(\text{parce que : } \frac{64}{81} = \frac{4}{5} \times \frac{80}{81} \text{ etc.}\right)$.

Les trois intervalles représentés par $\frac{8}{9}$ sont dits tons majeurs, les deux intervalles représentés par $\frac{9}{10}$ sont dits tons mineurs, les deux demi-tons *mi fa* et $si_1\ do_2$, représentés par $\frac{15}{16}$, sont dits demi-tons majeurs. Entre un ton majeur et un ton mineur, il y a la différence d'un comma syntonique, $\frac{8}{9} : \frac{9}{10} = \frac{80}{81}$.

GAMMES CHROMATIQUES

Dans la gamme de Pythagore les tons altérés (dièses et bémols) sont introduits naturellement par la subtile *méthode des quintes*, qui a servi à établir cette gamme ; en effet, si à partir de $fa_0 = \frac{3}{2}$ on enchaîne les quintes ascendantes, on obtient :

$$fa_0\ do_1,\quad do_1\ sol_1,\quad sol_1\ ré_2,\quad ré_2\ la_2,\quad la_2\ mi_3,\quad mi_3\ si_3 ;$$

mais la septième quinte $si_3\ fa_4$ n'est plus *juste* (c'est une quinte diminuée, 2 tons + 2 demi-tons) car fa_4 a comme longueur de corde $\frac{3}{2^5}$, tandis que la quinte juste de $si_3 = \left(\frac{2}{3}\right)^5$ sera :

$$\frac{2^5}{3^5} \times \frac{2}{3} = \frac{2^6}{3^6}, \quad \text{et} \quad \frac{3}{2^5} > \frac{2^6}{3^6}.$$

1. Quand il s'agit des notes de la gamme et de leurs intervalles, le mot différence veut dire en réalité un quotient, et somme veut dire multiplication ; les relations entre les intervalles sont de nature logarithmique.

C'est cette quinte juste (3 tons et un demi-ton) de si_3 que l'on appelle fa_4 *dièse* ou $fa\sharp_4$. En continuant l'enchaînement des quintes ascendantes, on obtient les quintes justes :

$$fa\sharp_4\ do\sharp_5,\ do\sharp_5\ sol\sharp_5,\ sol\sharp_5\ ré\sharp_6,\ ré\sharp_6\ la\sharp_6,\ la\sharp_6\ mi\sharp_7,\ mi\sharp_7\ si\sharp_7 ;$$

toutes ces notes diésées se ramènent aussi à l'intérieur de l'octave do_1-do_2 à l'aide de multiplications appropriées par des puissances de 2[1].

De même si l'on essaie de former la série descendante des quintes, on voit que la quinte grave de fa_0 au lieu de coïncider avec $si_{-1} = \frac{2^9}{3^5}$ est fournie par une corde de longueur $\left(\frac{3}{2}\right)^2$ qui tombe entre la_{-1} et si_{-1}, car $la_{-1} = \frac{2^6}{3^4} > \left(\frac{3}{2}\right)^2 > \frac{2^9}{3^5}$.

On appelle si_{-1} *bémol* ou $si\flat_{-1}$ la note correspondant à cette corde de longueur $\left(\frac{3}{2}\right)^2$. L'intervalle qui sépare une note naturelle de sa note diésée (plus aigüe) est le demi-ton chromatique $\left(\frac{2^{11}}{3^7}\right)$; c'est le même intervalle qui sépare la note naturelle de la même note bémolisée (plus grave). Quand on *tempère* la gamme, comme sur les pianos usuels, on égale $do\sharp$ et $ré\flat$, etc., en annulant le « comma pythagoricien », $\left(\frac{2^{19}}{3^{12}} = 0{,}98654\ldots\text{[2]}\right)$ qui sépare une note bémolisée de la note diésée de la note précédente.

1. Une note située à l'octave ascendante d'une autre correspond à une corde de longueur deux fois moindre, mais à une fréquence deux fois plus grande ; et ainsi de suite ; la $n^{ème}$ octave correspondra à une longueur 2^n fois plus petite, une fréquence 2^n fois plus grande. Pour les octaves basses, descendantes, c'est l'inverse ; les longueurs augmentent, les fréquences diminuent, comme les puissances de 2.

2. Ce comma pythagoricien, que représente l'intervalle $si^{\flat} \longleftrightarrow la^{\sharp}_1$ par exemple, a pour fraction caractéristique le quotient des fractions caractérisques du demi-ton chromatique et du demi-ton diatonique $\left(\frac{2^{19}}{3^{12}} = \frac{2^{11}}{3^7} : \frac{3^5}{2^8}\right)$.

Mais on dira en « pensant logarithmiquement » que « le comma pythagoricien est égal à la différence entre un demi-ton chromatique et un demi-ton diatonique ».

La gamme (pythagoricienne) diésée sera :

$do^{\sharp}_1$	$ré^{\sharp}_1$	$mi^{\sharp}_1$	$fa^{\sharp}_1$	$sol^{\sharp}_1$	$la^{\sharp}_1$	$si^{\sharp}_1$	$do^{\sharp}_2$
$\frac{2^{11}}{3^7}$	$\frac{2^{14}}{3^9}$	$\frac{2^{17}}{3^{11}}$	$\frac{2^9}{3^6}$	$\frac{2^{12}}{3^8}$	$\frac{2^{15}}{3^{10}}$	$\frac{2^{18}}{3^{12}}$	$\frac{2^{10}}{3^7}$

La gamme (pythagoricienne) bémolisée sera :

$do^{\flat}_1$	$ré^{\flat}_1$	$mi^{\flat}_1$	$fa^{\flat}_1$	$sol^{\flat}_1$	$la^{\flat}_1$	$si^{\flat}_1$	$do^{\flat}_2$
$\frac{3^7}{2^{11}}$	$\frac{3^5}{2^8}$	$\frac{3^3}{2^5}$	$\frac{3^8}{2^{13}}$	$\frac{3^6}{2^{10}}$	$\frac{3^4}{2^7}$	$\frac{3^2}{2^4}$	$\frac{3^7}{2^{12}}$.

Les fractions représentent les longueurs des cordes correspondant aux notes, pour $do^1 = 1$.

Les fréquences pour chaque note sont, nous l'avons déjà répété, inversement proportionnelles à ces longueurs ; on peut donc, pour les intervalles entre deux notes, prendre indifféremment le quotient des longueurs ou des fréquences, quitte à inverser les résultats. Si on prend les longueurs, on a : $do_1 = 1$, $fa_1 = \frac{3}{4}$, $sol_1 = \frac{2}{3}$. Si l'on prend les fréquences on a : $do_1 = 1$, $fa_1 = \frac{4}{3}$ (quarte), $sol_1 = \frac{3}{2}$ (quinte).

La gamme majeure peut ausi se *chromatiser;* les notes altérées (dièses et bémols) sont alors introduites de la façon suivante : on dièse une note en la haussant d'un demi-ton mineur, c'est-à-dire en la multipliant par $\frac{24}{25} = \frac{9}{10} : \frac{15}{16}$; on diminue ainsi d'un $\frac{1}{25}$ la longueur de la corde qui fournit cette note.

On bémolise une note en l'abaissant d'un demi-ton mineur, c'est-à-dire en la multipliant par $\frac{25}{24}$; on augmente ainsi d'un $\frac{1}{24}$ la longueur de la corde correspondante.

Voici à titre de comparaison les commencements des trois gammes chromatiques (gamme pythagoricienne, gamme majeure, gamme tempérée [1]) :

1. Dans la gamme à tempérament égal on identifie, comme nous l'avons dit plus haut, une note diésée à la note bémolisée de la note suivante ; on aura donc :

gamme pythagoricienne	do_1	$si^{\sharp}_0$	$ré^{\flat}_1$	$do^{\sharp}_1$	$ré_1$	$mi^{\flat}_1$	$ré^{\sharp}_1$	$fa^{\flat}_1$	mi_1
longueurs	1	$\frac{2^{19}}{3^{12}}$	$\frac{3^5}{2^8}$	$\frac{2^{11}}{3^7}$	$\frac{2^3}{3^2}$	$\frac{3^3}{2^5}$	$\frac{2^{14}}{3^9}$	$\frac{3^8}{2^{13}}$	$\frac{2^6}{3^4}$

gamme majeure	do_1	$do^{\sharp}_1$	$ré^{\flat}_1$	$ré_1$	$ré^{\sharp}_1$	$mi^{\flat}_1$	mi_1	$fa^{\flat}_1$	$mi^{\sharp}$
longueurs	1	$\frac{24}{25}$	$\frac{25}{27}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{75}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{25}{32}$	$\frac{96}{125}$

gamme tempérée	do_1	$do^{\sharp}_1$	$ré_1$	$ré^{\sharp}_1$	mi_1	fa_1	$fa^{\sharp}_1$	sol_1	$sol^{\sharp}_1$
	—	$ré^{\flat}_1$	—	$mi^{\flat}_1$	$fa^{\flat}_1$	$mi^{\sharp}_1$	$sol^{\flat}_1$	—	$la^{\flat}_1$
longueurs	1	$\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1}{12}}$	$\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{2}{12}}$	$\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{3}{12}}$	$\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{4}{12}}$	$\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{5}{12}}$	$\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{6}{12}}$	$\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{7}{12}}$	$\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{8}{12}}$

Notons tout de suite que quoique la gamme tempérée procède par intervalles égaux (chaque demi-ton est égal à

$$\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1}{12}} = \frac{1}{\sqrt[12]{2}} = \frac{1}{1{,}059} = 0{,}944\Big),$$

l'octave n'y est pas semblable à elle-même dans toutes ses parties ; les contractions (demi-tons) *mi-fa* et *si-do* restent, héritage de la gamme diatonique, asymétrique, des quintes (c'est pour cela que l'on a $mi = fa^{\flat}$, $fa = mi^{\sharp}$, $si_1 = do^{\flat}_2$, $do_2 = si^{\sharp}_1$, au lieu de $mi^{\sharp} = fa^{\flat}$ etc.). Nous retrouverons la gamme tempérée dans le chapitre suivant.

Il y a encore une méthode permettant de composer une gamme

$do^{\sharp}_1 = ré^{\flat}_1$, $ré^{\sharp}_1 = mi^{\flat}_1$, $fa^{\sharp}_1 = sol^{\flat}_1$, $sol^{\sharp}_1 = la^{\flat}_1$. Mais comme *mi* et *fa*, *si* et *do*, ne sont séparés que par des demi-tons, on aura $mi_1 = fa^{\flat}_1$, $fa_1 = mi^{\sharp}_1$, $si_1 = do^{\flat}_2$, $do_2 = si^{\sharp}_1$.

« harmonique » apparentée à la gamme majeure ; c'est la méthode des *médiétés* ou moyennes proportionnelles que Platon emploie dans le *Timée* pour obtenir le « Rythme de l'Ame du Monde ». En partant des deux extrémités d'une octave, on prend la moyenne arithmétique et la moyenne harmonique[1] des cordes extrêmes obtenant ainsi la quinte et la quarte ; avec la fondamentale et la quinte on obtient de la même façon la tierce majeure $\frac{5}{4}$ et la tierce mineure $\frac{6}{5}$; avec l'octave 2 et la quarte $\frac{4}{3}$ on obtient la sixte majeure $\frac{5}{3}$ et la sixte mineure $\frac{8}{5}$, etc...

$\left(\text{On obtient tous les intervalles de la gamme majeure, sauf } \frac{16}{15} \text{ et } \frac{15}{8} \text{ qui sont ici remplacés par } \frac{17}{16}, \frac{18}{17}, \frac{17}{9}, \frac{16^2}{9}\right)$.

Malgré le rôle important joué par le nombre 5 et la quinte dans cette théorie arithmétique de la gamme diatonique, les partisans fanatiques de la section dorée, ceux pour lesquels cette proportion paraît vraiment être « constitutive de l'harmonie universelle », sont en général déçus de ne pas la retrouver directement dans les

1. La moyenne arithmétique entre a et b est donnée par $\frac{a+b}{2}$, la moyenne harmonique par $\frac{2\ a\ b}{a+b}$. Voir plus haut les équations des trois types principaux de proportions ; l'on peut y remarquer que la proportion harmonique est une combinaison des deux autres proportions, arithmétique et géométrique.

2. Puisque nous évoquons ici les spéculations des anciens sur la gamme et les proportions, citons aussi la « Proportion Universelle » des Pythagoriciens, 6-8-9-12, dans laquelle ils combinaient une progression arithmétique (6, 9, 12), une proportion géométrique $\left(\frac{12}{8} = \frac{9}{6}\right)$ et une proportion harmonique $\left(6, 8, 12, \text{ car } \frac{12-8}{8-6} = \frac{12}{6}\right)$.

Cette proportion universelle fournissait les 4 sons fixes de l'octocorde hellénique

fréquences :	$\frac{mi_1}{6}$	$\frac{la_1}{8}$	$\frac{si_1}{9}$	$\frac{mi_2}{12}$

On a en effet :

La quarte $mi\ la = \frac{8}{6} = \frac{4}{3}$

La quinte $mi\ si = \frac{9}{6} = \frac{3}{2}$

Le ton $la\ si =$ [illegible]

L'octave $mi_1\ mi_2 = \frac{12}{6} = \frac{2}{1}$.

rapports caractéristiques de l'harmonie musicale. Ils se consolent en remarquant que l'intervalle de quinte $\frac{2}{3}$, et ceux de sixte majeure $\left(\frac{3}{5}\right)$ et de sixte mineure[1] $\left(\frac{5}{8}\right)$ fournissent une progression qui fait partie de la série fractionnaire de Fibonacci[2], $\frac{1}{1}, \frac{1}{2}, \frac{2}{3}, \frac{3}{5}, \frac{5}{8}, \frac{8}{13}$,

1. De même que les harmoniques 4, 5, 6 (progression arithmétique) fournissent l'accord parfait majeur (*do-mi-sol*), et que la gamme majeure peut s'engendrer par la suite des 3 accords majeurs construits sur la tonique, la dominante et la sous-dominante (do_1 *mi sol*, *sol si* $ré_2$, *fa la* do_2), de même on peut construire une gamme dite mineure, complémentaire de la première, avec l'accord parfait mineur *mi-sol-si*, tierce mineure et quinte), correspondant aux harmoniques 10-12-15 (qui forment une progression harmonique).

Voici cette gamme mineure rapportée à un do_1 de 256 vibrations :

fréquences :	$\frac{do_1}{256}$	$\frac{ré_1}{288}$	$\frac{mi_1}{307\frac{1}{5}}$	$\frac{fa_1}{341,3}$	$\frac{sol_1}{384}$	$\frac{la_1}{409\frac{3}{5}}$	$\frac{si_1}{460\frac{4}{5}}$	$\frac{do_2}{512}$
longueurs :	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{9}$	$\frac{1}{2}$

$$\frac{8}{9} \quad \frac{15}{16} \quad \frac{9}{10} \quad \frac{8}{9} \quad \frac{15}{16} \quad \frac{8}{9} \quad \frac{9}{10}$$

On retrouve entre les notes les mêmes intervalles (mais pas dans le même ordre) que dans la gamme majeure : le ton majeur $\frac{8}{9}$, le ton mineur $\frac{9}{10}$, et le demi-ton majeur $\frac{15}{16}$

On peut aussi obtenir cette gamme mineure en prenant (dans la suite des notes de la gamme majeure) la gamme ayant *la* pour tonique :

$\frac{la_1}{426}$	$\frac{si_1}{480}$	$\frac{do_2}{512}$	$\frac{ré_2}{576}$	$\frac{mi_2}{640}$	$\frac{fa_2}{682,6}$	$\frac{sol_2}{768}$	$\frac{la_2}{852}$

ou en altérant la gamme de *do* de la façon suivante :

$$do_1 \quad ré_1 \quad mi_1^{\flat} \quad fa_1 \quad sol_1 \quad la_1^{\flat} \quad si_1^{\flat} \quad do_2.$$

Les notes de cette gamme mineure en *do* se trouvent du reste toutes dans la gamme majeure complète (chromatisée). Par ses intervalles, cette gamme mineure se rapproche du mode phrygien antique.

2. La série de Fibonacci ou de Lamé, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144..., est une approximation asymptotique et à termes entiers dans la série $\varnothing$.

Comme dans cette dernière (1, $\varnothing$, $\varnothing^2$, $\varnothing^3$,..., $\varnothing^n$.... chaque terme est égal à la somme des deux précédents ; le rapport d'un terme au précédent tend vers $\varnothing = 1{,}618$... $\left(\text{On a } \frac{3}{2} = 1{,}5\ \frac{5}{3} = 1{,}666...\ \frac{8}{5} = 1{,}6\ \frac{13}{8} = 1{,}625\ \frac{21}{13} = 1{,}615\ \frac{34}{21} = 1{,}619...\right)$ La série fractionnaire de Fibonacci joue un rôle capital en phyllotaxie (partie de la botanique qui étudie la disposition des branches, des feuilles, des semences), spécialement dans la disposition des graines de beaucoup de plantes (fleurs de tournesol, pommes de pins, etc).

Les néo-pythagoriciens avaient du reste découvert la série de Fibonacci : c'était leur 10[me] type de proportion, dont l'équation était $\frac{c-a}{c\ b-} = \frac{b}{a}$.

$\frac{13}{21}, \frac{21}{34}, \ldots$ etc..., dont le terme tend très rapidement vers $\frac{1}{\varnothing} = 0{,}618\ldots$ rapport inverse de celui de la section dorée. (On a $\varnothing = 1{,}618\ldots$ $\frac{1}{\varnothing} = 0{,}618\ldots$, $\varnothing^2 = 2{,}618\ldots$, $\varnothing^2 = \varnothing + 1$, $\varnothing = 1 + \frac{1}{\varnothing}$, $\varnothing^n = \varnothing^{n-1} + \varnothing^{n-2}$).

C'est donc à première vue par des approximations fractionnaires rationnelles que le rapport du « nombre d'or » paraît en musique, ce qui est assez naturel puisque le nombre d'or est une proportion géométrique (est même la proportion géométrique continue la plus remarquable) et que dans les gammes diatoniques classiques (gamme pythagoricienne et gamme majeure), les proportions qui relient à la tonique les notes successives sont, comme on l'a vu plus haut, du type arithmétique ou harmonique, et non du type géométrique.

CHAPITRE VII

LA GAMME D'OR

Il est un troisième type de gamme, que nous avons déjà mentionné plus haut à propos de l'introduction des notes altérées (dièses et bémols), de la « chromatisation » des gammes diatoniques : c'est la gamme tempérée dans laquelle le principe de formation est tout différent des autres. Ce n'est pas l'enchaînement des quintes ou des harmoniques, ni la proportion harmonique, qui sert ici de point de départ, mais la proportion géométrique. La gamme tempérée est une succession de 12 demi-tons égaux intercalés dans une octave. C'est-à-dire qu'entre $do_1 = 1$ et $do_2 = 2$ (comme fréquences) les 11 notes intermédiaires formeront une progression géométrique ayant comme raison $\sqrt[12]{2} = 2^{\frac{1}{12}} = 1{,}059\ldots$.

Entre les 8 notes naturelles de l'octave se placent 5 notes *altérées* ; c'est-à-dire que dans chacun des tons entiers de la gamme diatonique vient s'insérer une note altérée qui est à la fois le dièse de la note précédente et le bémol de la note suivante. Les demi-tons *mi-fa* et *si-do* de la gamme diatonique restent des demi-tons, et aucune note altérée ne s'y intercale (si l'on veut, *mi* s'identifie à *fa*♭ et *fa* à *mi*♯, de même si_1 s'identifie à do_2♭ et do_2 à si_1♯).

Voici cette gamme (Tableau I) :

TABLEAU I. — GAMME TEMPÉRÉE

	do_1	$do\sharp$ / $ré\flat$	$ré$	$ré\sharp$ / $mi\flat$	mi / $fa\flat$	fa / $mi\sharp$	$fa\sharp$ / $sol\flat$	sol	$sol\sharp$ / $la\flat$	la	$la\sharp$ / $si\flat$	si / $do\flat_2$	do_2 / $si\sharp_1$
Fréquences.	256	271	286	304	322,4	341,3	362	384	406	430	456	483	512
—	1	$2^{\frac{1}{12}}$	$2^{\frac{1}{6}}$	$2^{\frac{3}{12}}$	$2^{\frac{1}{3}}$	$2^{\frac{5}{12}}$	$2^{\frac{1}{2}}$	$2^{\frac{7}{12}}$	$2^{\frac{2}{3}}$	$2^{\frac{3}{4}}$	$2^{\frac{5}{6}}$	$2^{\frac{11}{12}}$	2
—	1	1,059	1,122	1,189	1,259	1,333	1,414	1,498	1,587	1,681	1,781	1,887	2
Longueurs de cordes.	1.000	946	891	841	794	750	707	667,5	630	595	561	530	500

Les intervalles de note à note (demi-tons) sont tous égaux à $2^{\frac{1}{12}} = \sqrt[12]{2} = 1{,}059$. Quoique, répétons-le, la gamme chromatique tempérée parte d'un principe tout différent de celui qui a servi à construire la gamme pythagoricienne (pulsation des quintes ramenées ensuite à l'intérieur d'une octave) et la gamme majeure (rapports harmoniques simples), on peut voir (tableau II) en comparant les fréquences, les longueurs de cordes et les intervalles respectifs, que les écarts, surtout entre la gamme tempérée et la gamme majeure, sont assez minimes[1].

1. Rappelons que :
Dans la gamme diatonique pythagoricienne, le *ton* (intervalle de *do* à *ré*, de *ré* à *mi*, de *fa* à *sol*, de *sol* à *la*, de *la* à *si*) est $\frac{8}{9}$, quotient (ou différence logarithmique) entre la quinte $\frac{2}{3}$ et la quarte $\frac{3}{4}$. Le demi-ton diatonique (intervalle de *mi* à *fa* et de *si* à *do*) est le rapport $\frac{243}{256} = \frac{3^5}{2^8}$ par lequel il faut multiplier $\frac{8}{9} \times \frac{8}{9}$ pour obtenir $\frac{3}{4}$ et $\frac{128}{243}$ pour obtenir $\frac{1}{2}$.

Dans la gamme majeure le ton est tantôt $\frac{8}{9}$, tantôt $\frac{9}{10}$; le demi-ton est $\frac{15}{16}$ (il y a aussi le demi-ton mineur $\frac{24}{25}$, qui sépare les notes naturelles des notes altérées de même nom).

TABLEAU II

(Ce tableau ne contient que les notes non altérées correspondant aux « touches blanches » du piano).

	do_1	$ré_1$	mi_1	fa_1	sol_1	la_1	si_1	do_2
Gamme pythagoricienne.								
Longueurs.	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81} = \frac{8}{9} \times \frac{8}{9}$	$\frac{3}{4} = \frac{64}{81} \times \frac{243}{256}$	$\frac{2}{3} = \frac{3}{4} \times \frac{8}{9}$	$\frac{16}{27} = \frac{2}{3} \times \frac{8}{9}$	$\frac{128}{243} = \frac{2}{3} \times \frac{8}{9} \times \frac{8}{9}$	$\frac{1}{2} = \frac{128}{243} \times \frac{243}{256}$
Fréquences	256	288	324	341,3	384	432	486	512
Gamme majeure.								
Longueurs.	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{4}{5} = \frac{8}{9} \times \frac{9}{10}$	$\frac{3}{4} = \frac{4}{5} \times \frac{15}{16}$	$\frac{2}{3} = \frac{3}{4} \times \frac{8}{9}$	$\frac{3}{5} = \frac{2}{3} \times \frac{9}{10}$	$\frac{8}{15} = \frac{3}{5} \times \frac{8}{9}$	$\frac{1}{2} = \frac{8}{15} \times \frac{15}{16}$
Fréquences	256	288	320	341,3	384	426	480	512
—	1	1,125	1,250	1,333	1,500	1,666	1,875	2
		seconde majeure	tierce majeure	quarte	quinte	sixte majeure	septième majeure	octave
Gamme tempérée.								
Longueurs.	1	$\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1}{6}}$	$\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1}{3}}$	$\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{5}{12}}$	$\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{7}{12}}$	$\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{3}{4}}$	$\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{11}{12}}$	$\frac{1}{2}$
Fréquences	256	286	322,4	341,3	334	430	483	512
	1	1,122	1,259	1,333	1,498	1,681	1,887	2

Bien que le principe de formation de la gamme tempérée (progression géométrique de demi-tons égaux) soit absolument différent de ceux de la gamme pythagoricienne (gamme des quintes) et de la gamme majeure (où la proportion harmonique et les suites d'harmoniques jouent les rôles dominants) les suites d'intervalles séparant les notes naturelles ont le même aspect dans les trois cas :

do$_1$ *ré* *mi* *fa* *sol* *la* *si* *do*$_2$

ton ton demi-ton ton ton ton demi-ton

(en notant que dans le cas de la gamme majeure le ton *ré mi* et le ton *sol la* sont $\frac{9}{10}$ au lieu de $\frac{8}{9}$ comme *do ré, fa sol* et *la si*).

Nous avons constaté plus haut qu'à première vue la section dorée ne paraissait pas parmi les rapports caractérisant les intervalles des gammes pythagoricienne et majeure ; pour la gamme tempérée, par contre, un philosophe et esthéticien suisse, M. Denéréaz, a montré[1] que toutes les notes d'une gamme à tempérament égal pouvaient s'obtenir (en commençant par le tempérament de l'accord parfait *do mi sol*) par l'emploi de la section dorée, ou, pour se servir de ses propres termes, que le tempérament égal introduit la section dorée rigoureuse dans les proportions de la gamme.

M. Denéréaz observe d'abord que sur une corde de *do* longue de 1.000 mm. par exemple, tempérer *mi* et *sol* (en partant de la gamme majeure où aux parties aliquotes $\frac{4}{5}$ et $\frac{2}{3}$ correspondent les cordes 800 et 666,6...) c'est sur les compléments DM et DS des cordes *mi* = 800 et *sol* = 666,6... déplacer les points M et S de façon à ce que les compléments deviennent, au lieu de DM = 200 et DS = 333,3, DM′ = 206 et D′S′ = 333.

1. *L'Harmonie des Nombres*, A. Denéréaz, Lausanne, 1931.

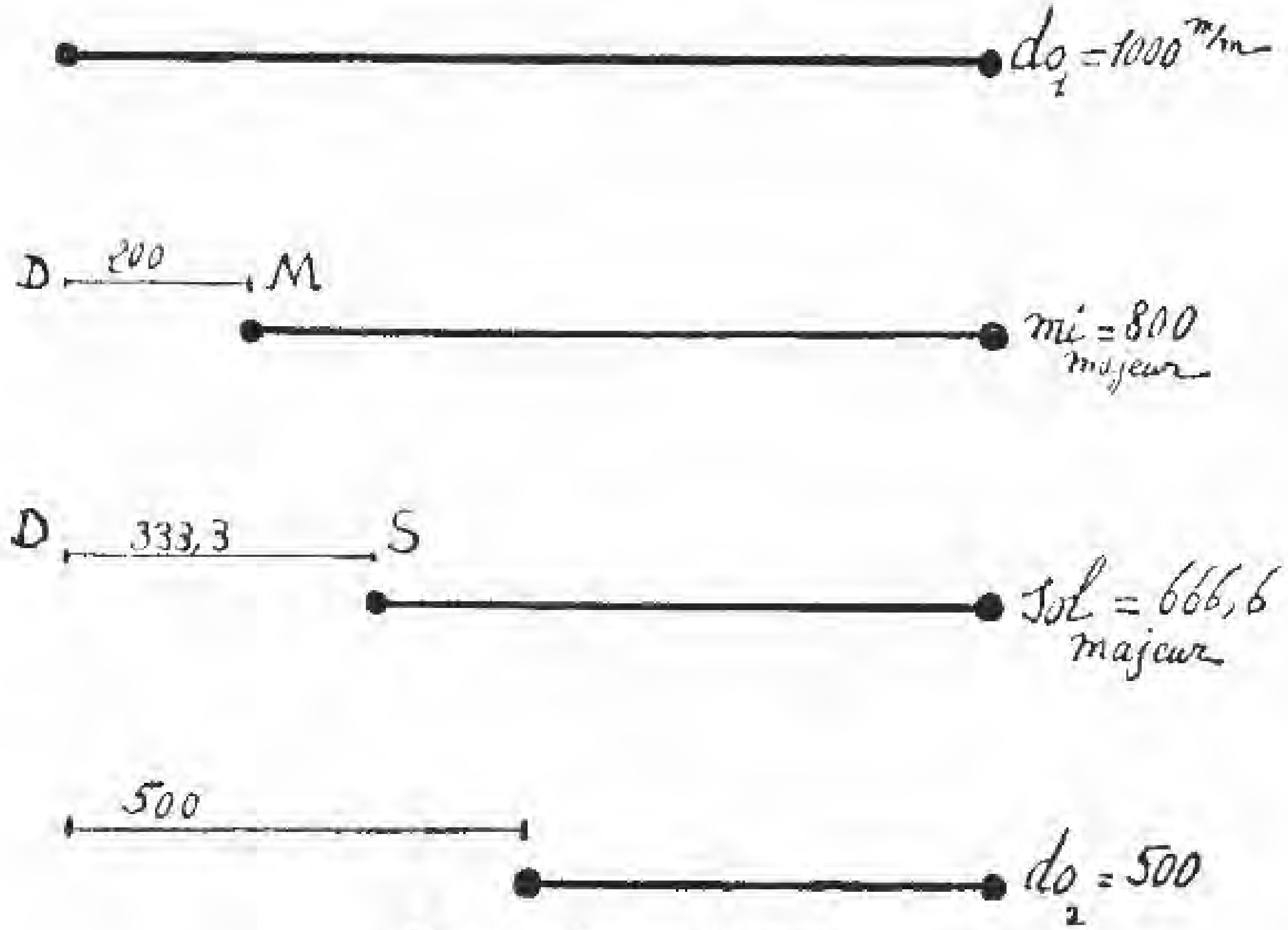


Fig. 2. — Gamme Majeure.

En effet, en se référant aux tableaux donnés plus haut, on voit que dans la gamme tempérée classique la longueur de la corde *mi*, par rapport à *do*$_1$ = 1 sera l'inverse du rapport des fréquences (donc l'inverse de la tierce majeure tempérée 1,259) ou $\frac{1}{1,259} = 0,794$, ce qui donne bien 206 pour la corde complémentaire D′M′ si l'on pose *do*$_1$ = 1000.

De même la longueur de la corde du *sol* tempéré est donnée par l'inverse de la quinte tempérée 1,498 ; c'est-à-dire par $\frac{1}{1,498} = 0,667$, ce qui fait bien 667 pour la corde de *sol* et 333 pour le complément D′S′.

En multipliant les deux compléments 206 et 333 par 3, on trouve 618 et 999. Or, 999 : 618 = 1,617 et représente donc une approximation assez rigoureuse de Ø = 1,618..., rapport de la section dorée.

Cette constatation permettra à M. Denéréaz de déclarer que :

« si l'accord parfait *do-mi-sol* nous paraît spontanément harmonique, ce n'est pas à cause d'un rapport simple entre les segments de corde qui l'expriment, mais bien parce que la tierce mineure *mi-sol* est à la tierce majeure *do-mi* comme celle-ci est à la

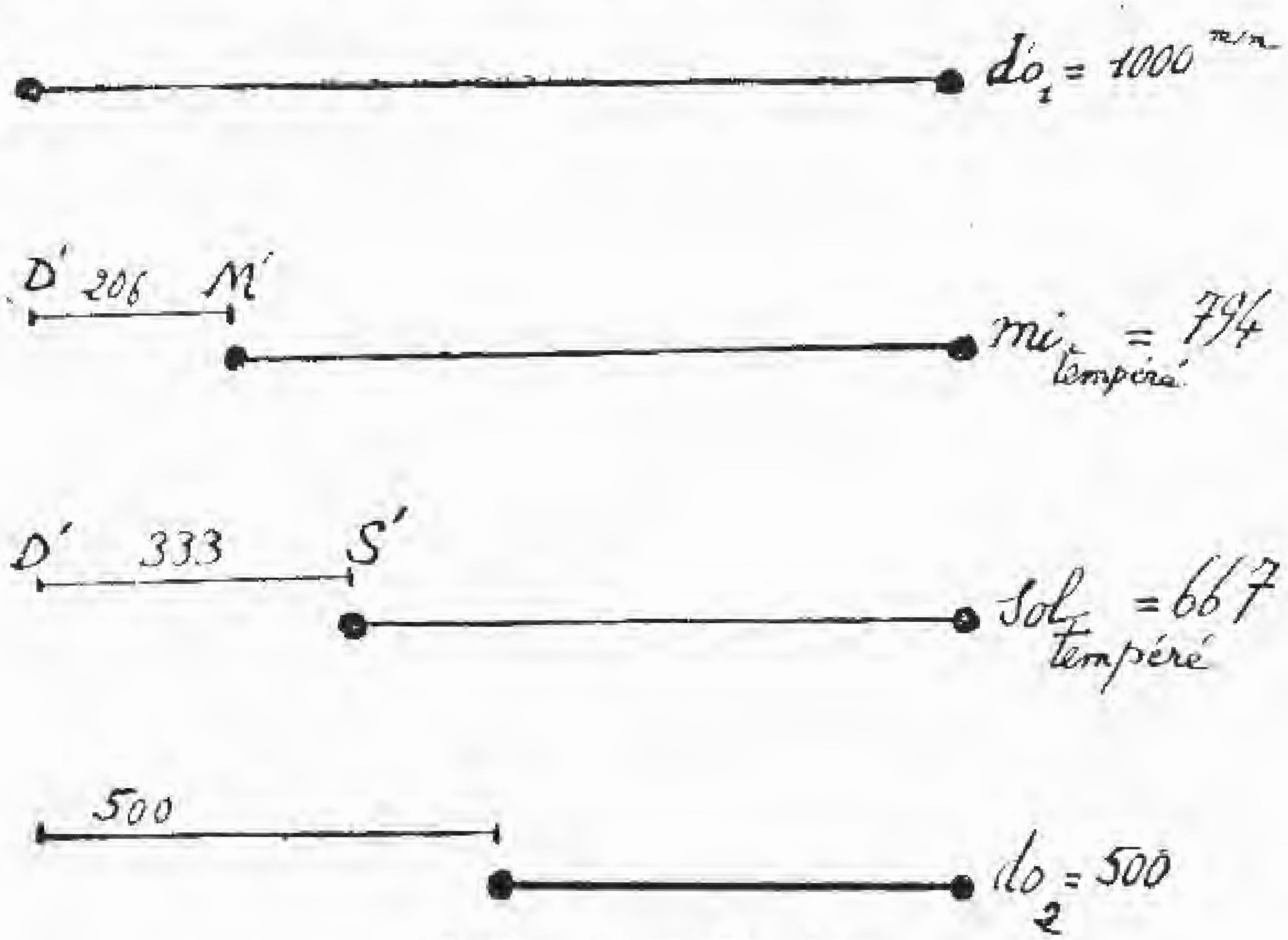


Fig. 3. — Gamme Tempérée.

quinte de *sol, do-sol ;* il y a réciprocité absolue, *do-mi* étant moyenne proportionnelle entre *mi sol* et *do sol.* »

Traduisons ceci algébriquement en nous reportant aux longueurs des cordes (par rapport à $do_1 = 1.000$) dans la gamme tempérée (c'est une autre façon de refaire le calcul de plus haut) :

$$do_1 = 1000 \qquad mi\ sol = 794 - 667 = 127$$
$$mi_1 = 794 \qquad do\ mi = 1000 - 794 = 206$$
$$sol_1 = 667 \qquad do\ sol = 1000 - 667 = 333.$$

$\frac{333}{206} = 1{,}617$ et $\frac{206}{127} = 1{,}622$ encadrent $1{,}618 = \varnothing$, et la suite $333 - 206 - 127$ présente une approximation très satisfaisante d'une progression $\varnothing$ à trois termes ; la progression $\varnothing$ rigoureuse serait $333 - 205{,}75 - 127{,}15$.

M. Denéréaz, en prenant cette opération comme point de départ, a réussi à déduire toute la gamme tempérée des notes do_1 fa_1 sol_1 do_2 choisies comme repères fixes, en se servant uniquement de la section dorée.

Il attribue à ces notes fixes les mêmes valeurs que dans la gamme majeure (et dans la gamme pythagoricienne), c'est-à-dire (comme longueurs) [1] :

$$do_1 = 1 \qquad fa_1 = \frac{3}{4} \qquad sol = \frac{2}{3} \qquad do_2 = \frac{1}{2}$$

(ou encore	1.000	750	666,6	500
au lieu de	1.000	750	667,5	500

comme dans la gamme tempérée classique) ; comme dans l'exemple de plus haut, il se sert des compléments à 1.000 des longueurs des cordes pour effectuer ses mises en proportion [2].

1. Remarquons que ce sont les trois intervalles définis par la tétractys des pythagoriciens (1, 2, 3, 4), c'est-à-dire la quarte $\frac{3}{4}$, la quinte $\frac{2}{3}$ et l'octave $\frac{1}{2}$.

2. M. Denéréaz prend comme approximation de la série $\varnothing$ une série du type « fibonaccien » :
236 382 618 1000 1618 2618 4236 (chaque terme est égal à la somme des deux précédents, le rapport entre deux termes consécutifs tend rapidement vers $\varnothing = 1{,}618...$), et montre les différents rapports apparentés à $\varnothing$ que l'on tire de la progression :

447,2 : 276,4 | : | 170,8 : 105,6 |

synthèse de 3 sections d'or imbriquées et telle que la somme des 4 termes soit égale à 1000.

Voici ces rapports types :

$$A = \frac{447{,}2}{1000} = \frac{\sqrt{5}}{5} = \frac{2{,}236}{5} = \frac{1}{2\varnothing - 1} \qquad A' = \frac{447{,}2}{552{,}8} = \frac{\varnothing}{2}$$
$$B = \frac{618}{1000} = \frac{1}{\varnothing} \qquad B' = \frac{618}{382} = \varnothing$$
$$C = \frac{723{,}6}{1000} = \frac{\varnothing}{2\varnothing - 1} \qquad C' = \frac{723{,}6}{276{,}4} = \varnothing^2$$
$$D = \frac{1000}{1000} = 1 \qquad D' = \frac{1000}{1000} = 1$$

Par exemple (en désignant ici par les notes les longueurs de cordes rapportées à $do_1 = 1000$) pour situer le *mi* on multiplie par $\frac{1}{\varnothing} = 0{,}618$ la longueur *do sol* = 1000-*sol* = 333,3.

Alors, $333{,}3 \times 0{,}618 = 206$ donne le complément de *mi* et *mi* = 1000 − 206 = 794.

De même le *la* s'obtient en multipliant par $\frac{1}{\varnothing} = 0{,}618$ la longueur *do fa* = 250, ce qui donne $250 \times 0{,}618 = 154{,}5$. Alors $250 + 154{,}5 = 404{,}5$ donne le complément de *la*, et on aura *la* = 1000 — 404,5 = 595,5 (le *mi* et le *la* de la gamme tempérée classique étant respectivement 794 et 595, on voit que les concordances obtenues sont remarquables).

Pour situer le *ré* et le *si* on multiplie par $\varnothing = 1{,}618$ la distance *fa sol*.

$$(333{,}3 - 250) \times 1{,}618 = 134{,}8$$

d'où

$$1000 - ré = 250 - 134{,}8 = 115{,}8$$

$$1000 - si = 333{,}3 + 134{,}8 = 468{,}1$$

et

$$ré = 884{,}8 \qquad si = 531{,}9$$

(dans la gamme tempérée classique nous avons *ré* = 891 et *si* = 530).

On peut vérifier les sections dorées *ré fa sol* et *fa sol si* en multipliant par 0,618 les intervalles *ré sol* et *fa si*

$$(333{,}3 - 115{,}2) = 218{,}1 \qquad 218{,}1 \times 0{,}618 = 134{,}8$$

$$134{,}8 + 115{,}2 = 250 \quad \text{redonne le } fa$$

$$468{,}1 - 135{,}8 = 333{,}3 \quad \text{redonne le } sol.$$

On a aussi les sections dorées *ré fa si*, *ré sol si*, *fa la do*.

Dans le petit diagramme ci-dessous, les chiffres indiquent les complément à 1000 des longueurs des cordes.

$$A'' = \frac{552{,}8}{1000} = \frac{2}{\varnothing(2\varnothing - 1)}$$

$$B'' = \frac{382}{1000} = \frac{1}{\varnothing^2}$$

$$C'' = \frac{276{,}4}{1000} = \frac{1}{\varnothing(2\varnothing - 1)}.$$

On a au total 7 sections d'or d'échelles différentes mais rigoureusement semblables entre elles *do₁ mi sol*, *do fa la*, *ré fa sol*, *fa sol si*, *ré fa si*, *ré sol si*, *fa la do₂*.

Par exemple *ré fa sol si* offre 4 sections d'or combinées.

Dans la triade *do ré mi* (0 — 115, 2 — 206), 115,2 et 206 — 115,2

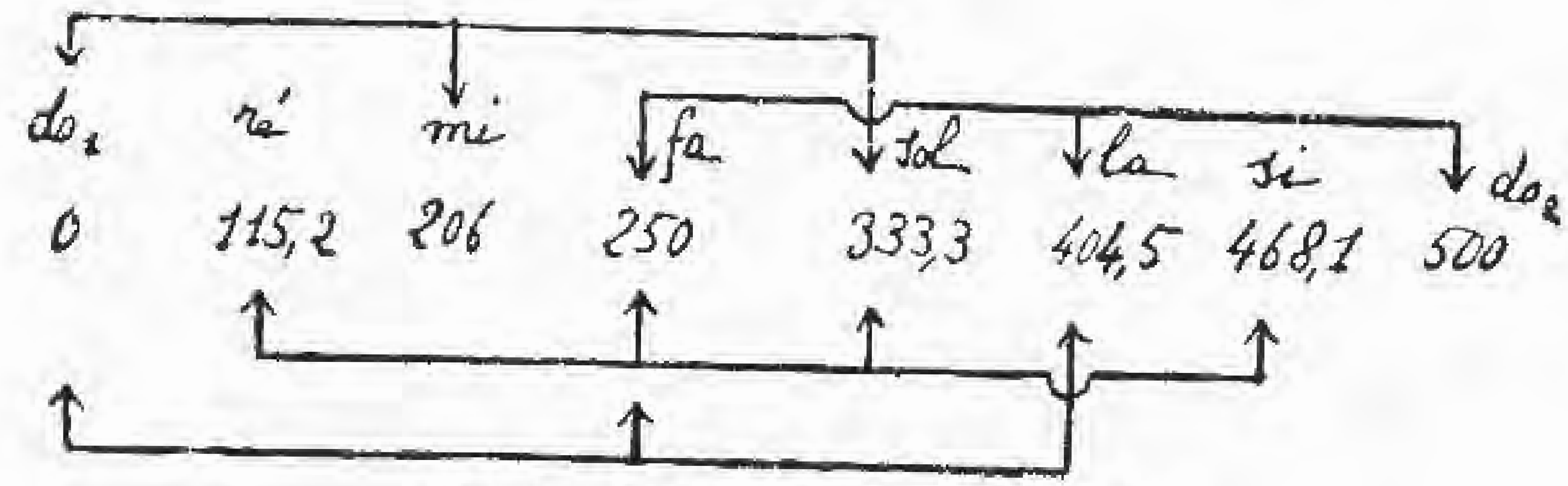


Fig. 4. — Gamme d'or et section dorée.

= 90,8 sont dans le rapport $\frac{552{,}8}{447{,}2} = \frac{2}{\varnothing}$. Dans *ré mi fa*, (115,2 — 206 — 250), 115,2 et 250 — 206 = 44 (demi-ton *mi-fa*) sont entre eux comme 1000 et 382, c'est-à-dire dans le rapport $\varnothing^2$.

Les dièses (confondus en général avec les bémols puisqu'il s'agit d'une gamme à tempérament égal), s'intercalent en médiétés géométriques et donnent ainsi des séries dorées et des réciprocités[1].

Tout cela fournit une interprétation nouvelle de l'unité esthétique de la gamme qu'expliquent si peu les rapports hétérogènes ordinairement considérés.

Voici pour comparaison les longueurs des cordes dans la gamme tempérée classique et celles obtenues par la section dorée (méthode de M. Denéréaz) :

1. Par exemple :

$$\frac{\text{complément } sol\sharp}{\text{complément } mi} = \frac{1000}{552{,}8} = \varnothing(2\varnothing - 1$$

$$\frac{\text{complément } la}{\text{complément } fa\sharp} = \frac{1000}{723{,}6} = \frac{2\varnothing - 1}{\varnothing}$$

$$\frac{\text{complément } sol}{\text{complément } mi\flat} = \frac{666{,}6}{333{,}3} = 2$$

D'où

$$1000 - sol\sharp = 372 \quad \text{et} \quad sol\sharp = 628$$

$$1000 - fa\sharp = 293 \qquad fa\sharp = 717$$

$$1000 - mi\flat = 166{,}6 \qquad ré\sharp = mi\flat = 833{,}4.$$

Longueurs des cordes dans la gamme tempérée et la gamme d'or. (Denéréaz.)

	do_1	$do\sharp_1$	$ré_1$	$ré\sharp_1$	mi_1	fa_1	$fa\sharp_1$	sol_1	$sol\sharp_1$	la_1	$la\sharp_1$	si_1	do_2
Gamme tempérée.	1.000	946	891	841	794	750	707,2	667,5	630	595	561	530	500
Gamme d'or.	1.000	940	884,8	833,3	794	750	717	666,6	628	596	563	532	500

On voit que, sauf pour $ré_1$, $ré\sharp_1$ et $fa\sharp_1$ les écarts sont minimes ou nuls entre la gamme tempérée classique et la « gamme d'or » de M. Denéréaz.

Si l'on compare les fréquences en partant de $do_1 = 256$,

on a $\quad ré_1 = 286$ pour la gamme tempérée

$\quad ré_1 = 289{,}3$ pour la gamme d'or.

La différence entre ces deux notes est de $\frac{80}{81}$, car $\frac{81}{80} \times 286 = 289{,}5$.

Or
$$\frac{81}{80} = \frac{\frac{9}{10}}{\frac{8}{9}} = \frac{\frac{4}{5}}{\frac{64}{81}}$$

est le « comma syntonique », dans lequel se trouvent évoqués les tons et les intervalles de la gamme pythagoricienne et de la gamme majeure.

Voici la gamme tempérée et « la gamme d'or » comparées au point de vue fréquences :

	do_1	$do\sharp_1$ $ré\flat$	$ré$	$ré\sharp$ $mi\flat$	mi	fa	$fa\sharp$ $sol\flat$	sol	$sol\sharp$ $la\flat$	la	$la\sharp$ $si\flat$	si	do_2
Gamme tempérée.	1	1,059	1,122	1,189	1,259	1,333	1,414	1,498	1,587	1,681	1,781	1,887	2
Gamme d'or.	1	1,063	1,131	1,200	1,259	1,333	1,395	1,500	1,592	1,679	1,776	1,880	2

M. Denéréaz a remarqué que l'on pourrait aussi constituer une « gamme d'or » en partant des fréquences des 4 notes fixes,

$$do_1 = 1 \qquad fa_1 = 1{,}333 \qquad sol_1 = 1500 \qquad do_2 = 2.$$ [1]

Il serait intéressant d'accorder rigoureusement un piano d'après la gamme d'or de M. Denéréaz pour comparer ses accords à ceux de la gamme tempérée classique et vérifier si le jeu subtil des proportions dorées introduites par sa théorie se manifeste par des bénéfices harmoniques.

Ceux qu'intéresse la recherche de la gamme idéale trouveront dans la dernière brochure publiée par M. Denéréaz (*La Gamme, ce problème cosmique*, Ed. Hug et C^ie^., Zürich) des aperçus plus subtils encore, et une justification troublante des intuitions musico-astronomiques, inspirées du reste du plus pur pythagorisme, qui firent

1. On trouve alors les proportions :

do_1	*ré*	*fa*	1,000	1,127	1,333
ré	*mi*	*sol*	1,127	1,264	1,500
mi	*sol*	*si*	1,264	1,500	1,882
do_1	*mi*	*la*	1,000	1,264	1,691
sol	*la*	do_2	1,500	1,691	2,000
ré	*fa*	*la*	1,127	1,333	1,667

Toutes ces suites sont du type *a-b-c* avec $\frac{c-a}{c-b} = \frac{c-b}{b-a} = \varnothing$, d'où le terme inconnu (*b* ou *c*) s'obtient par

$b = c - \frac{c-a}{\varnothing}$ ou $c = b\,\varnothing^2 - a\,\varnothing$, avec $\varnothing^2 = 2{,}618$ $\varnothing = 1{,}618$ $\frac{1}{\varnothing} = 0{,}618$.

découvrir à Képler ses fameuses lois sur le mouvement des planètes.

M. Denéréaz montre qu'en portant sur un monocorde long d'un mètre des longueurs proportionnelles aux distances moyennes entre Neptune et Uranus, Uranus et Saturne, Saturne et Jupiter (10,92 — 9,64 — 4,34, si l'on prend comme unité la distance Soleil-Terre) on trouve le tétracorde tempéré *do ré mi fa* (une première épingle étant plantée au point zéro de la corde, trois autres épingles découperont successivement en centimètres les segments 10,92, 9,64 et 4,34 ; les positions des épingles seront à partir du zéro 10,92 20,56 et 24,90). Si au lieu de prendre les distances moyennes entre le périhélie et l'aphélie, on prend les segments obtenus en partageant l'écart suivant la section dorée (en plaçant le petit segment dans la direction du Soleil pour Uranus, Saturne et Jupiter, et le grand segment pour Neptune) on trouve pour les distances Neptune — Uranus, Uranus — Saturne, Saturne — Jupiter, les chiffres 11,18 — 9,55 — 4,27 ; en plaçant sur le monocorde des épingles correspondant à ces segments, on trouve, dit M. Denéréaz, le tétracorde *do ré mi fa* le plus pur, le plus musical concevable, permettant d'établir une gamme idéale, la vraie *gamme d'or*, plus limpide que toutes les autres, avec un *mi* saturnien un peu plus aigu que le *mi* tempéré, « suprêmement exaltant, affirmant le mode majeur (tierce de *mi*) de façon singulièrement prenante ». L'Harmonie des Sphères enfin retrouvée.

CHAPITRE VIII

LA GAMME HUMAINE

Si les incidences parallèles du Principe d'Analogie en musique et en architecture ont montré d'un côté le réfléchissement, la multiplication, la superposition d'harmoniques, et de l'autre des enchaînements de proportions avec réfléchissements et projections de formes semblables, nous devons, à nouveau, rappeler le fait qu'en musique la périodicité joue un rôle plus important que dans les arts de l'espace, non seulement comme caractéristique principale (en tant que « périodicité perçue ») du rythme sonore, mais comme base même du *son*, en tant que distinct du *bruit*.

On peut dire, en effet, que le bruit est une fonction non périodique du temps ; pour l'intégrer dans la musique, il faut lui donner une périodicité. C'est ici qu'interviennent les harmoniques et la répétition rythmique. Le son devient *musical* lorsque ses vibrations deviennent régulièrement périodiques[1].

C'est aussi la richesse en harmoniques qui constitue le *timbre* d'un instrument ou d'une voix. L'oreille, en effet, décompose tout mouvement périodique complexe en une série de vibrations sinu-

1. On fait en général les distinctions suivantes : on appelle *simple* ou *pur* un son tel que la vibration qui lui donne naissance soit une fonction sinusoïdale du temps ; il est dit *complexe* dans tous les autres cas

Un son est dit *musical* lorsque la vibration qui lui donne naissance est une fonction périodique du temps ; il est dit bruit dans les autres cas (le son simple est donc en général musical, puisqu'une fonction sinusoïdale est périodique, à condition toutefois que le nombre de ses vibrations par seconde soit approximativement compris entre 16 et 4000).

soïdales qui correspondent chacune à la sensation d'un son simple ; autrement dit, elle agit comme les harmonigraphes et autres instruments analogues qui, d'après le modèle de la série de Fourier, décomposent une courbe complexe (mais à substratum périodique) en sinusoïdes[1].

Si la musique, comme l'avait signalé Leibniz dans la boutade citée plus haut, est l'art le plus intimement, le plus directement lié aux mathématiques[2], c'est aussi en un sens le plus physiologiquement humain, non seulement à cause des deux flux physiologiques qui ponctuent la « durée » de chaque conscience (cadence du cœur et rythme respiratoire)[3] mais à cause aussi de la

1. Un son complexe musical peut être considéré comme la somme d'une suite de sons simples dont les fréquences sont multiples d'un même nombre, qu'on appelle fréquence fondamentale. Le son le plus grave est dit *fondamental* ou premier harmonique, le son de fréquence double est dit second harmonique, etc... (cf. chap. VI). La *hauteur* d'un son simple est liée à sa fréquence vibratoire ; celle d'un son complexe musical est déterminée par la fréquence de l'harmonique le plus intense, en général le fondamental ; un bruit est le plus souvent dépourvu de qualité tonale perceptible. Mais tout son (de la grosse caisse à la petite flûte) se compose d'un bruit et d'un son musical. La musique en utilise le bruit pour le rythme, le son musical pour le motif mélodique et pour l'harmonie. (Voici un énoncé du théorème de Fourier : toute grandeur périodique de période T peut être envisagée comme une somme de grandeurs sinusoïdales, de périodes $T, \frac{T}{2}, \frac{T}{3}, \frac{T}{4}, \ldots$, de fréquences N, 2N, 3N, 4N,..., dites *harmoniques*). (Un énoncé plus général : toute courbe, de quelque nature qu'elle soit, peut être reconstituée rigoureusement en superposant un nombre suffisant de courbes harmoniques (périodiques) simples ; si la courbe initiale ne manifeste pas de divisions périodiques, on la considère dans toute sa longueur comme la première demi-période d'une courbe périodique).

2. Nous verrons dans le dernier chapitre que la musique est une discipline mathématique non seulement de par l'arithmologie de la gamme et la théorie des proportions, mais même sur le plan plus élevé de la philosophie mathématique. Ainsi que le remarque une revue suisse consacrée à ce que l'on pourrait appeler la « métaphysique de l'harmonie » (*Blätter für harmonische Forschung*. Berne, N° 1) le son perçu par l'oreille comme nombre et comme sensation esthétique, nous donne la possibilité (et la seule), de « vivre spirituellement le Nombre » (die Zahl seelisch zu erleben) ; et ce Nombre-Son nous fournit non seulement un lien, un *pont* direct, (le seul) entre la Pensée et la sensation, mais aussi un trait d'union entre l'Espace et le Temps.

3. M. Ernst Lévy qui dans sa brochure « Métrique et Rythmique » a très clairement noté la différence capitale entre la cadence (le *mètre*) du cœur, à effet régularisateur, et le *rythme* respiratoire (vrai rythme avec tension, détente et repos), établit à ce sujet la nomenclature suivante :

L'onde d'attention est le laps de temps à l'intérieur duquel les impressions reçues forment pour nous une unité dans laquelle la dernière impression peut être encore rapportée directement à la première. La durée d'une telle onde étant d'environ 3 secondes correspondra dans un mouvement normal de 80 temps (battements de cœur) par minute à $\frac{80}{20} = 4$ temps ; cette unité qui dure 3 secondes et peut être remplie par 4 temps à l'allure normale peut s'appeler la *mesure normale*. Une respiration lente

liaison que l'on peut établir entre les gammes diatoniques analysées dans le chapitre IV et la voix humaine.

L'intuition et l'expérience musicale semblent, en effet, bien montrer que la division de la suite sonore en octaves, et des octaves en 7 (gammes diatoniques) ou 12 (gammes chromatiques, gamme tempérée entre autres) sons, sont imposées par notre constitution psycho-physiologique.

Il se trouve que la *gamme physique*, dans laquelle pour une raison purement logistique, de symétrie abstraite, on prend pour les fréquences successives de la note fondamentale les puissances croissantes de 2, diffère très peu de la « gamme humaine », obtenue en enregistrant les nombres de vibrations par secondes dans les notes chantées correspondantes.

Ainsi à la série des *do*'s physiques :

$$do_{-1} = 16 = 2^4 \qquad do_0 = 32 \qquad do_1 = 64 \qquad do_2 = 128$$
$$do_3 = 256 \qquad do_4 = 512 \qquad do_5 = 1.024$$

correspond la série des *do*'s « humains » :

$$do_1 = 65 \quad do_2 = 130 \quad do_3 = 261 \quad do_4 = 522 \quad do_5 = 1.044.$$

Le $la_3 = 435$ de la gamme humaine est identique au *la* international[1].

Les limites extrêmes de la gamme humaine sont comprises en 4 octaves, du $do_1 = 65$ au $do_2 = 1.044$.

et profonde qui dure environ 12 secondes correspond à 4 mesures normales (de 3 secondes et à 4 temps). L'onde rythmique (respiratoire) crée donc des unités 4 fois plus grandes que l'onde d'attention : ce sont, dans ce domaine, les plus grandes unités possibles.

Rappelons que le « temps premier » d'Aristote, l'unité de durée qui se groupait dans les mesures aussi bien musicales que prosodiques, était la durée supposée uniforme d'une syllabe brève (une *croche* en notation moderne).

La période à 4 mesures (tétramètre) est la coupe la plus générale de nos mesures musicales ; nous la retrouverons en prosodie.

1. Le *la international* ou *kammerton* de 435 vibrations (cycles) par seconde a été choisi par le Congrès International de Vienne en 1885. Ce *la* de 435 vibrations est le la_3 normal français. On l'appelle du reste en général la_1 ; c'est en France le la_1 pour *toutes* les gammes (gammes majeure, pythagoricienne, des musiciens, tempérée) ; le do_1 a alors les valeurs respectives 261, 258, 258 et 259.

En Allemagne, par contre, le *la* normal est de 440 vibrations, en Angleterre de 457. Si l'on prend pour do_1 256 $= 2^8$ comme dans la gamme physique, le la_1 sera 432 dans la gamme pythagoricienne, 427 dans la gamme majeure et 430 dans la gamme tempérée.

Voici les fréquences enregistrées pour les notes chantées de la basse au soprano :

si_0	*do_1*	*ré*	*mi*	*fa*	*sol*	*la*	*si*	*do_2*	*ré*	*mi*	*fa*	*sol*	*la*	*si*	*do_3*	*ré*	*mi*	*fa*	*sol*	*la*	*si*	*do_4*	*ré*	*mi*	*fa*	*sol*	*la*	*si*	*do_5*	*ré*	*mi*
61	65	73	82	87	98	109		130		164	174	196	213			298		348	392	435					696		870	977	1044		1305

Le *si* de 64 vibrations et le *mi* de 1.305 sont des notes exceptionnelles. Le do_3 « humain » dans la troisième octave où le *la* = 435 est de $2 \times do_2 = 2 \times 130 = 260$ (plus exactement 261).

Voici les principaux intervalles de l'octave grave de cette gamme humaine comparés à ceux de la gamme pythagoricienne, de la gamme majeure et de la gamme tempérée :

	Gamme humaine.	Gamme pythagoricienne.	Gamme majeure.	Gamme tempérée
	—	—	—	—
Seconde majeure .	1,123	1,125	1,125	1,122
Tierce majeure . .	1,261	1,265	1,250	1,259
Quarte.	1,354	1,333	1,333	1,333
Quinte.	1,508	1,500	1,500	1,500
Sixte majeure. . .	1,676	1,687	1,667	1,681
Septième majeure.	1,871	1,898	1,875	1,887

On voit que les intervalles de la gamme humaine sont assez proches de ceux de la gamme tempérée.

Pour le piano moderne de 7 octaves complètes, le *la* grave correspond à environ 27,5 vibrations, le *la* le plus aigu à 3.480 vibrations (certains pianos vont jusqu'au septième *do* de 4.224 vibrations). On peut dire que les sons musicaux sont compris entre 16 (le *do* grave de certains tuyaux d'orgue a 16,5 vibrations) et 4.200 vibra-

tions[1] ; la sensation auditive proprement dite cesse en général avec 20.000 vibrations.

En grec ancien la syllabe frappée de l'accent tonique (qui était un accent de hauteur plus que d'intensité) comportait une intonation plus aiguë d'une quinte environ que les autres syllabes (lorsque l'accent tombait sur la dernière syllabe l'intervalle pouvait être moindre). On a remarqué que dans presque toutes les langues les deux dernières syllabes d'une phrase interrogative forment une quinte ascendante, et les syllabes correspondantes de la réponse une quarte descendante ; aussi que les voix des femmes se mettent naturellement à l'octave aiguë des voix d'hommes.

Pour compléter ces considérations sur les affinités physiologiques que malgré leur filiation à première vue mathématique et cérébrale manifestent nos gammes à 12 ou 7 échelons, ajoutons ici deux observations curieuses : on a remarqué que le *ré* du violon attirait les moustiques, et que le *mi*♯ pouvait provoquer le rut des chattes. D'après un critique musical anglais, c'est la note *sol* de l'octave féminine qui stimule le plus chez l'homme les sentiments amoureux.

1. La petite flûte, peut donner aussi ce *do* de 4.224 vibrations. Le violon, en général peut aller jusqu'au mi_6 de 2.640 vibrations. M. Desprets a pu entendre le do_{10} de 32.770 vibrations en frottant avec un archet un diapason très petit.

CHAPITRE IX

RYTHME ET LANGAGE

Ce qui a été dit plus haut des flots psycho-physiologiques (battements du cœur et onde respiratoire, cadence et rythme) ponctuant la durée s'applique aussi bien à la prosodie qu'à la musique.

Nous trouvons là aussi plusieurs périodicités superposées : la récurrence approximativement isochrone des syllabes et des phonèmes (suites de syllabes neutres terminées par une tonique, un accent d'intensité [1]) formant (comme plus haut les notes et les mesures) une trame de fond, statique pour ainsi dire, sur laquelle courent, se superposent et se combinent les périodicités plus complexes qui constituent les rythmes « dynamiques » proprement dits ; ce sont ces périodicités statiques ou dynamiques à éléments dénombrables qui donnent la possibilité de noter les rythmes discontinus jalonnant la durée.

En grec ancien, le rythme prosodique et le rythme musical étaient parallèles, parfois confondus ; les syllabes étaient longues ou brèves, la longue valant deux brèves. Les définitions d'Aristoxène (« le rythme mise en ordre déterminée des durées ») et de Sonnenschein (« le rythme... propriété d'une suite d'événements dans le temps

1. En français le nombre des syllabes par phonème varie de 1 à 6 ; on trouve très rarement des phonèmes de 7, 8 ou 9 syllabes. Une suite aussi longue de syllabes neutres est en général contraire à l'harmonie et à l'équilibre de la phrase. Les phonèmes courts (1 à 4 syllabes) ont une durée moyenne d'une seconde ; les phonèmes longs (5 et 6 syllabes) une durée moyenne d'une seconde et demie.

qui produit sur l'esprit de l'observateur l'impression d'une proportion [1] entre les durées des différents événements ou groupes d'événements dont la suite est composée ») s'appliquent à peu près rigoureusement au domaine de la prosodie grecque.

A côté du rythme des durées, celle-ci avait aussi un rythme tonique ; mais ses accents étaient des accents non pas d'intensité mais de hauteur ; la syllabe qui en était frappée comportait dans chaque mot une intonation plus aiguë d'une quinte environ que les autres syllabes.

En français les premiers alexandrins (au moyen âge) eurent un rythme purement arithmétique ; le nombre de syllabes par hémistiche comptait seul, et une pause ou un temps frappé marquait la fin de chaque vers et généralement la césure de chaque hémistiche. Sur cette trame syllabique élémentaire se posera bientôt la cadence plus large des rimes.

Dès l'époque classique un accent d'intensité secondaire paraît à l'intérieur de chaque hémistiche, transformant ainsi l'alexandrin en vers de quatre « pieds » (ou mesures) scandés chacun par une tonique finale [2], la deuxième et quatrième tonique tombant toujours sur la sixième et la douzième syllabe. Il n'y a plus de *césure* proprement dite à l'hémistiche, car la coupe n'est pas un repos ou un arrêt, mais le passage d'une mesure à l'autre. Puis ce rythme tonique, rythme des accents d'intensité, prend (en prosodie française) franchement le dessus [3] ; au tétramètre classique s'ajoutent le trimètre, coupe romantique de l'alexandrin, et toutes les combinaisons possibles de quatre ou trois toniques réparties sur 12 syllabes.

C'est M. P. Servien, dont j'ai cité au chapitre IV la très complète définition du rythme, qui a le plus fait au cours des dix dernières

1. Notons de nouveau que l'introduction de la notion de proportion suggère une analogie avec l'enchaînement des proportions, la « symmetria », des rythmes de l'espace ; c'est l'analogie qu'avait précisée d'Eichthal en écrivant :

« Le Rythme est dans le temps ce que la symétrie est dans l'espace ».

2. « La division de l'alexandrin en 4 mesures est le point capital de l'étape classique ».

M. Gramont, *Le Vers Français*, Champion, 1923.

Dans les 100 premiers vers d'Athalie, M. Gramont note 22 tétramètres dans lesquels chaque mesure a 3 syllabes.

3. « Ce n'est pas que le français soit dépourvu d'accent tonique, comme le croient certaines gens. Au contraire, il y en a un et cet accent tonique est même tellement accusé qu'il écrase tous les autres ».

G. Espé de Metz, *Poésie, Prosodisme, Grammaire.*

années pour la mise en lumière et l'étude des rythmes toniques (« il n'y a qu'une rythmique vraiment indépendante, écrit-il, et qui commande les autres, c'est la rythmique tonique »). Aussi verrons-nous tout à l'heure qu'entre les cinq composantes du rythme en prosodie — rythme arithmétique [1] (des syllabes), rythme prosodique (des durées), rythme tonique, rythme des hauteurs et rythme des timbres — c'est la composante tonique qu'il choisit pour la transposer en une notation numérique.

Ce rythme tonique est du reste, comme nous l'avons déjà signalé au sujet des rythmes musicaux, parallèle au rythme des durées (le rythme prosodique des anciens), jusqu'à se confondre parfois avec lui, et ceci pour la raison déjà donnée : dans les rythmes psychophysiologiques, les accents d'intensité correspondent à des explosions ou crises affectives, suivies de détentes proportionnelles (dans la durée) aux intensités [2].

Il s'ensuit que les durées évoquent automatiquement des intensités. C'est pourquoi dans ses analyses de vers français M. P. Servien emploie pour marquer les syllabes neutres et les toniques les symboles employés auparavant pour les brèves et les longues.

Quicherat avait déjà remarqué qu'en appelant longues les syllabes accentuées et brèves les atones, on retrouvait en prosodie française les principaux « pieds » des anciens, et citait comme exemple de rythme anapestique :

Le moment où je parle est déjà loin de moi [3].
◡ ◡ — ◡ ◡ — ◡ ◡ — ◡ ◡ —

M. Ernst Lévy (*op. cit.*) en étudiant le rythme respiratoire distingue entre le rythme ïambique, anacrousique, normal, où le temps fort tombe sur l'expiration, et le rythme crousique, trochaïque,

1. On peut considérer la cadence des rimes comme un rythme (en général statique à part ou l'englober dans le rythme arithmétique des syllabes.

2. « Le rythme doit tendre à faire coïncider ses temps forts avec les temps forts de la pensée ». (Remy de Gourmont, *Esthétique de la langue française*). R. de Gourmont réunit ici en un rythme de la pensée deux ondes en réalité souvent distinctes ; le rythme des idées et celui que j'ai appelé « affectif ».

Quoique l'accent d'intensité, l'explosion tonique, se trouve être plus proche du phénomène affectif, de la cause, le rythme des durées à lui seul peut aussi parfaitement suggérer et figurer le rythme affectif.

3. Nous adoptons ici, ainsi que dans tous les exemples suivants, ces symboles — et ◡ (qui en prosodie métrique sont employés pour marquer les syllabes longues et les brèves), pour marquer les syllabes toniques et les atones.

émotif, dont le cycle[1] s'inscrit à l'intérieur d'une seule mesure, le temps fort tombant sur le premier temps (aspiration).

On a remarqué que le français donnant en général naissance à des phrases, à des rythmes normaux ïambiques[2], l'introduction de la passion, d'une crise affective, amenait souvent le poète à « renverser la vapeur » en introduisant un rythme trochaïque (— ∪, — ∪ ∪ au lieu de ∪ —, ∪ ∪ —).

Un exemple de rythme trochaïque, passionné (contraire au rythme normal du français) est fourni par la strophe célèbre du « Cimetière Marin » :

Oui ! Grande Mer de délires douée,
— — ∪ — ∪ ∪ — ∪ ∪ —
Peau de panthère et chlamyde trouée
— ∪ ∪ — ∪ ∪ — ∪ ∪ —
De mille et mille idoles du soleil
∪ — ∪ — ∪ — ∪ ∪ ∪ —
Hydre absolue, ivre de ta chair bleue...
— ∪ ∪ — — ∪ ∪ ∪ ∪ —

Le troisième vers est « normal » (ïambique) ; les trois autres au contraire commencent par des temps frappés.

Ce caractère ïambique, anacrousique, du français normal rend assez difficile la composition de livrets d'opéras ou de chansons, ou du moins, parce que la mesure musicale est naturellement et internationalement crousique (temps frappé sur la première note) il (ce caractère ïambique) force le chanteur à intervertir les accents toniques[3].

L'allemand au contraire, langue trochaïque, crousique, à rythme naturellement passionné (anormal, si la normalité équivaut au calme) s'adapte naturellement aux mesures musicales[4].

1. Le rythme respiratoire à 3 temps, aspiration, expiration, repos.
2. « On a constaté que la mentalité française conduit à s'exprimer en anapestes » (G. de Mengel). Anapestes (∪ ∪ —) et iambes (∪ —) appartiennent au même mode rythmique.
3. Comme dans la romance des alentours de 1900 où il devait clamer :

Manon voici le soleil !
— — — —

4. Comme dans la suite trochaïque :

Winterstürme weichen dem Wonnemond, etc.
— — — —

Un autre exemple de langue trochaïque, crousique, est fourni par le hongrois.

Le rythme des hauteurs, mentionné plus haut, qui peut s'enregistrer rigoureusement (en nombres de vibrations par seconde) pour les sons caractéristiques des syllabes parlées aussi bien que pour les notes en musique, est lui aussi jusqu'à un certain point parallèle au rythme tonique, les syllabes hautes (les *i* spécialement), coïncidant avec des temps forts[1].

Les variations de hauteur des différentes syllabes, constituant ce qu'on appelle le ton, dépendent des voyelles qui en sont, en français surtout, les noyaux harmoniques.

« Les voyelles sont des timbres composés d'une note fondamentale quelconque, de notes harmoniques et d'une note à peu près invariable, dite caractéristique parce que seule elle caractérise la voyelle ; la caractéristique de l'*i* est la plus aiguë de toutes, avec 3.698 vibrations. » (L. Estève.)

Voici les hauteurs enregistrées pour les notes caractéristiques de divers *a* et *o* :

	Vibrations par seconde.
L'*a* grave (dit parisien)	906 à 910
L'*a* de pâté	912
L'*a* de patin	1.026
L'*a* de part	1.140
L'*o* de pot	456
L'*o* de poste	684
L'*o* de port	798

La suite ô — o — â — a — è — é — i forme une espèce de gamme ascendante ; la suite *eu* ouvert (comme dans *peur*), *eu* fermé (comme dans *peu*), *u* (comme dans *pur*), et la suite *on* — *an* — *in* — *un* sont également ascendantes ; le caractère ascendant, descendant ou mixte des séquences de voyelles dans un mot de plusieurs syllabes joue son rôle dans les propriétés phonétiques de ce mot. Car chaque mot, chaque phrase, a sa « ligne mélodique », gouvernée par les rapports des hauteurs entre les voyelles successives.

J'ai déjà signalé dans mon « Nombre d'Or » (tome I, *Les Rythmes*)

1. Cf. la strophe du « Cimetière Marin » citée plus haut.

la tendance spontanée des tout petits enfants à intercaler, entre certaines syllabes d'un mot qu'ils ne peuvent ou ne veulent pas prononcer sous sa forme « adulte », des syllabes d'appui qui leur facilitent cette prononciation ; le mot ainsi obtenu, grâce à la nouvelle disposition des voyelles, évidemment plus « harmonique » pour l'enfant considéré, est employé à la place du mot « adulte » jusqu'à ce que l'enfant se soit habitué aux « dissonances » de celui-ci. Ainsi ma fille âgée de vingt mois, à qui l'on montrait des singes, *monkeys* en anglais, les baptisa immédiatement « minkamallahs ».

Le même phénomène se trouve parfois en argot : *Moustagaches* pour moustaches (Céline, *Mort à Crédit*), etc.

Notons que l'on peut reproduire « mécaniquement », par synthèse, les différentes voyelles, en combinant le son fondamental et les harmoniques nécessaires dans les proportions d'intensité voulues.

Nous reviendrons plus bas au rythme tonique et aux notations numériques permettant d'enregistrer ses périodicités ; pour le moment nous allons examiner ce que l'on peut appeler le « phénomène lyrique » d'un point de vue plus général.

CHAPITRE X

LE PHÉNOMÈNE LYRIQUE ET LE RYTHME TONIQUE

C'est un lieu commun de signaler que certaines pièces de vers ne contiennent aucun élément lyrique, tandis que certains passages de prose sont gonflés de poésie ; il suffit d'évoquer les vers de Boileau et la prose de Rousseau, ou encore l'abbé Delille et Chateaubriand.

M. G. Espé de Metz, dans l'intéressante étude intitulée « *Prose, Prosodisme, Grammaire* », fait à ce sujet une distinction entre le poète et le prosodiste, ce dernier étant défini comme « l'homme qui, n'étant pas poète, écrit en vers » ; et pour bien faire comprendre sa pensée, il ajoute :

« Le siècle de lettres françaises appelé le grand siècle fut un siècle de prosodistes. »

M. Espé de Metz met en relief la double fonction du rythme :

Le rythme facilite chez le poète lui-même l'éclosion du sentiment poétique, et est d'autre part un moyen de choix pour émouvoir le sentiment des lecteurs ou des auditeurs[1]. La poésie, dit-il, affectionne le rythme parce que le rythme est pour elle une condi-

1. « C'est par le sentiment que la poésie comme la musique peut atteindre l'intelligence, alors que le peintre et surtout l'écrivain non poète ont fréquemment pour but d'éveiller le sentiment par l'intelligence. »

Et encore :

« La poésie entend disposer par le rythme (et par le jeu des dissemblances tonales) du moyen du musicien, par l'image de celui du peintre ». (G. Espé de Metz, *op. cit.*).

tion capitale de *soutènement* et d'*expansion*. Et il émet une excellente paraphrase de la célèbre boutade de Buffon :

« Le style, c'est-à-dire l'expression écrite du rythme personnel à l'aide du rythme tonique, c'est l'homme même. »

La tentative la plus ambitieuse qui ait été faite récemment pour serrer de près le phénomène lyrique en poésie aussi bien qu'en prose est celle de M. P. Servien dans ses « Principes d'Esthétique » (Boivin et C[ie]). Sa méthode peut s'appeler *logistique ;* je vais essayer de la résumer ci-après.

M. P. Servien partage le langage écrit en deux domaines présentant des caractéristiques différentes, le « Langage des Sciences » et le « Langage Lyrique ». Le « Langage des Sciences » (qu'on pourrait aussi appeler « Langage Logique » ou « Langage de la Connaissance »), que nous appellerons ci-après L. S. pour simplifier, a les propriétés suivantes :

Chacune de ses phrases a un seul sens, et non plusieurs.

A une phrase du L. S. on peut toujours trouver une autre phrase absolument équivalente.

Le L. S. est intégralement traduisible dans une autre langue.

Le sens des phrases du L. S. est indépendant de leur rythme.

Lorsqu'on se limite au L. S., le sens de ses opérations, vrai ou faux, devra jouir de la propriété d'être intégralement intelligible à plusieurs hommes, non à un seul. Virtuellement : à tous.

La négative de toute proposition S. (appartenant au L. S.) existe, et est aussi une proposition S.

De même, si *résumer* est une opération possible, on est en L. S.

Le L. S. est une zone limitée du langage total ; c'est l'ensemble de toutes les phrases telles qu'il soit possible de s'accorder complètement sur leur sens. Ces phrases comportent des phrases équivalentes, traduisibles d'une langue à l'autre.

Enfin (ceci est un théorème de logistique) : le nombre des sens que l'on peut transmettre par le L. S. est un infini dénombrable [1].

1. Les notions d'infini dénombrable (exemple : la suite indéfinie des nombres entiers) et d'infini non dénombrable (exemple : l'ensemble des nombres réels) sont empruntées à la théorie des nombres transfinis de Cantor, incorporée dans la théorie des ensembles. Celle-ci est la discipline logistique par exellence, zone commune aux mathématiques et à la logique

Voici maintenant les caractéristiques, plus délicates à énoncer, du « Langage Lyrique » ou L. L. :

Aucune des propriétés énoncées plus haut pour le L. S. n'est vraie pour le L. L.

Par exemple, les phrases en L. L. n'ont pas chacune un seul sens, exactement le même pour tous. De telles phrases, il n'y a aucune phrase au monde qui soit l'équivalente [1].

Elles naissent du rythme, et leur sens n'est pas indépendant de leur rythme.

Il est une zone (le L. L.) du langage total où le sens des phrases est intimement lié à leur rythme. Ce sont des phrases irréductibles au L. S. (Ex. : « Jours devenus moments, moments filés de soie », La Fontaine, *Adonis.*)

Le L. L. est transcendant au L. S. L'Esthétique est irréductible d'emblée au type physique.

Il y a des mots lyriques par position [2] et d'autres par nature.

« Avec ces mots vivants il n'est jamais possible de savoir dans quelle mesure nous nous entendons les uns les autres [3]. »

Cette « transcendance » du L. L. par rapport au L. S. étant posée, on pourrait croire que M. P. Servien serait tenté de renoncer à étudier le premier au moyen du second (seul outil de la connaissance) ; ce serait mal connaître son ingéniosité. N'avons-nous pas vu le rythme montrer le bout de l'oreille ? et ne savons-nous pas

1. Exemple une magnifique phrase de Claudel dans le « Soulier de Satin », où rythmes, images, timbres, s'ajustent en une prodigieuse symphonie lyrique :

« L'Amérique, comme une immense corne d'abondance je dis ce calice de silence, ce fragment d'étoile, cet énorme quartier du paradis, le flanc penché au travers d'un océan de délices ! »

P. Valéry analyse ainsi le caractère transcendant de la poésie par rapport à la prose :

« Tandis que le fond unique est exigible de la prose, c'est ici la forme unique qui ordonne et survit. C'est le son, c'est le rythme, ce sont les rapprochements physiques des mots, leurs effets d'induction ou leurs influences mutuelles qui dominent, aux dépens de leur propriété de se consommer en un sens défini et certain. Un beau vers renaît indéfiniment de ses cendres, il redevient — comme l'effet de son effet — cause harmonique de soi-même. »

(*Nouvelle Revue Française* du 1[er] février 1930.)

2. A ce propos M. P. Servien cite le vers de Racine : « Dans l'orient désert quel devint mon ennui ».

3. Ici un autre théorème logistique :

« Le domaine du L. L. ne se ramène pas plus à celui du L. S. que le continu au dénombrable ».

que rythme c'est nombre ? M. P. Servien ne se hâte pas du reste d'en profiter, mais tient à faire dans le domaine de la logistique une autre randonnée dont je vais aussi résumer les étapes :

Pour discerner les lois, s'il y en a, propres à l'expression lyrique, nous pouvons :

1° charger un « électeur », L, n'obéissant qu'à un critérium lyrique, de faire une classification A de phénomènes du domaine lyrique (c'est-à-dire de choisir d'après ce critérium un certain nombre de textes ayant des caractéristiques, positives ou négatives, qui les situent dans la classe définie plus haut comme L. L.), puis

2° faire examiner le résultat par un contrôleur S pour voir s'il y trouve des caractères s, appartenant au L. S. (langage des sciences), qui lui permettraient éventuellement de faire une classification Σ (en termes scientifiques ou logiques relevant du L. S.[1]).

M. P. Servien constate que dans tout texte choisi par l'électeur comme lyrique, le contrôleur reconnait une structure sonore régulière sous forme de périodicités dénombrables, de rythmes ; cette structure sonore pourra en général se traduire en chiffres distribués non au hasard, mais suivant quelque loi simple[2].

Cette trame rythmique, dont les périodicités peuvent être saisies effectivement comme nombres, constituerait donc, dit M. P. Servien, « un domaine où la science serait immédiatement chez elle.

1. Pour faire comprendre le procédé, M. P. Servien imagine un problème analogue : déceler une loi physique dans la constitution des parfums synthétiques agréables. Ici le phénomène arbitraire et subjectif « parfum agréable » correspond au phénomène transcendant et subjectif « texte lyrique » (on pourrait d'ailleurs concevoir l'art d'apprécier les parfums comme une branche de l'Esthétique).

Alors : pour savoir si une molécule d'une structure nouvelle est odoriférante, c'est aussi à un *électeur* que l'on s'adressera ; il choisira parmi divers nuages chimiques les nuages qu'il appelle *odoriférants*. Ceci fait, intervient le *contrôleur*, qui s'efforce de reconnaître s'il y a des caractères *s* (énonçables en langage des sciences) propres aux nuages ainsi choisis. Ainsi on trouvera par exemple que tous les nuages choisis comme odoriférants ont un poids moléculaire compris entre 17 et 300

2. « Le contrôleur trempe son papier tournesol, l'électeur, dans les divers passages du texte étudié, recueille ceux qui rougissent le tournesol, rejette ceux qui le bleuissent ou le laissent plutôt neutre... Puis il devra chercher si les premiers ne possèdent pas tous un caractère commun formulable en termes de science, et que ne posséderaient pas les objets éliminés. »

Le rôle de l'électeur L et du contrôleur ou observateur S peuvent du reste être tenus par la même personne, qui fera d'abord son choix suivant un critérium purement lyrique pour chercher ensuite à déceler une loi scientifique.

Nous posons donc en principe que chaque fois que l'on parle de rythmes, on a perçu, d'une façon plus ou moins confuse, des nombres[1]. » Puis :

« Il semble que la notion numérique seule capable de suivre la notion de rythme dans toute son extension, c'est celle-ci : Suite de nombres entiers où l'on découvre une loi simple. »

Nous retrouvons la périodicité perçue.

1. P. Servien, *Les Rythmes comme introduction physique à l'Esthétique*. Boivin et Cie.

CHAPITRE XI

LE RYTHME TONIQUE

Ayant constaté que le rythme tonique ou rythme des intensités est en français[1] le plus important[2], M. P. Servien introduit une notation très simple qui permet de voir imédiatement les « nombres » constituant l'armature rythmique d'un texte de vers ou de prose.

A chaque texte (ou phrase, ou vers) correspond un « nombre représentatif » N ainsi défini :

1° N aura autant de chiffres que la phrase a d'accents toniques (chaque chiffre représente donc un *phonème*, suite de syllabes neutres terminée par une syllabe forte, une tonique).

2° Chaque chiffre indique le nombre de syllabes du phonème correspondant, d'une syllabe tonique (non comprise) à la suivante, incluse (celle qui termine le phonème).

3° Les silences seront notés soit en adjoignant au chiffre le signe de ponctuation, soit, quand il n'y a pas de signe, en laissant un blanc.

1. Ceci est vrai pour la plupart des langues ; nous avons vu que la raison principale de l'importance du rythme des intensités en prosodie comme en musique est le fait qu'il coïncide avec le rythme affectif psycho-physiologique.

2. Le lien le plus étroit qu'il y ait entre phrases poétiques et mélodies, c'est le rôle capital des accents toniques dans les deux domaines (en musique comme en prosodie les thèmes deviennent méconnaissables si on altère les accents toniques). La divergence la plus forte, c'est le rôle diamétralement opposé qu'y jouent les timbres « si on altère les timbres, rien n'est changé dans un thème musical, mais dans les mots, le timbre a une importance capitale ».

4° Les syllabes muettes situées après le dernier accent tonique d'un groupe, c'est-à-dire avant le silence séparant ce groupe du suivant, ne comptent pas en réalité, mais elles peuvent être notées si besoin est en affectant du signe ' le dernier chiffre du groupe[1].

Exemple (un passage d'Atala) :

La lune brillait au milieu d'un azur sans taches, et sa lumière
∪ — ∪ ∪ — ∪ ∪ — ∪ ∪ — ∪ — ∪ ∪ ∪ — ∪
gris de perle descendait sur la cime indéterminée des forêts.
∪ ∪ — ∪ ∪ ∪ — ∪ ∪ — ∪ ∪ ∪ ∪ — ∪ ∪ —

N. 23332', 444353.

Comme dit M. P. Servien (auquel j'ai emprunté l'exemple) :

« Toutes les propriétés rythmiques du texte (au point de vue tonique et arithmétique) sont passées dans ce nombre, tout ce qui est étranger à ces propriétés a été éliminé. »

J'ai donné dans mon « Nombre d'Or » (tome I, *Les Rythmes*) de nombreux exemples de textes en prose ou en vers analysés au moyen de cette notation ; ici je soulignerai seulement son utilité dans un problème particulier : comparaison du point de vue rythmique des différentes coupes de l'alexandrin français.

Rappelons que l'alexandrin (vers de 12 syllabes) correspond d'une part, en français, au maximum d'onde, de phrase « respirée » assimilable (il se décompose tout naturellement en 4 mesures comme l'onde respiratoire évoquée au cours d'un autre chapitre), et que de l'autre, du fait que 12 est multiple de 2, de 6, de 3 et 4, et que la majorité des phonèmes usuels français comptent 3 ou 4 syllabes, il fournit le plus grand nombre de combinaisons rythmées, de « coupes » naturelles possibles, aussi bien symétriques qu'asymétriques.

1. Il peut être utile de généraliser ce procédé lorsqu'on applique la méthode de M. P. Servien à des textes écrits dans une langue à cadences trochaïques comme l'anglais ou l'allemand, où les phonèmes au lieu de se terminer par une syllabe accentuée se terminent parfois par une ou plusieurs syllabes muettes ; ainsi en prose anglaise des mots comme monument, curiosity, au lieu d'être découpés en fragments d'iambes
— ∪ ∪ ∪ — ∪ ∪
ou d'anapestes pourront rester entiers et seront notés comme 1'' et 2'' (les apostrophes marquant les syllabes muettes après la tonique). Un phonème à deux accents toniques pourra se marquer en soulignant les deux chiffres se rapportant à ses éléments : configuration 12'.
— ∪ — ∪ —

Voici des exemples de coupes *symétriques* (cadences toniques) avec les notations correspondantes :

Dans le fond des forêts votre image me suit
∪ ∪ — ∪ ∪ — ∪ ∪ — ∪ ∪ —
(Racine) 3333

Tétramètre classique à 4 anapestes toniques.

Et l'étamine lance au loin le pollen d'or
∪ ∪∪ — ∪ ∪ ∪ — ∪ ∪ ∪ —
(Hérédia) 444

Trimètre romantique[1].

L'éclat de mon nom même augmente mon supplice
∪ — ∪ ∪ ∪ — ∪ — ∪ ∪ ∪ —
(Racine) 2424'

Si je n'offense point les charmes que j'adore
∪ ∪ ∪ — ∪ — ∪ — ∪ ∪ ∪ —
(Racine) 4224'

Marcher à jeun, marcher vaincu, marcher malade
∪ — ∪ — ∪ — ∪ — ∪ — ∪ —
(V. Hugo[2]) 222222'

Coupes asymétriques avec un hémistiche symétrique (deux anapestes ou trois ïambes) :

Jours devenus moments, moments filés de soie
— ∪ ∪ — ∪ — ∪ — ∪ — ∪ —
(La Fontaine) 132222'

Je ne me souviens plus des leçons de Neptune
∪ ∪ ∪ ∪ ∪ — ∪ ∪ — ∪ ∪ —
(Racine) 633

1. M. Robert de Souza découvre déjà cette coupe chez Ronsard :

En te tournant, virant son corps par les sablons
∪ ∪ ∪ — ∪ ∪ ∪ — ∪ ∪ ∪ —
(*Poétique*, Mercure de France, 1er mai 1936).

2. On peut aussi scander ce vers comme trimètre, 444'.

Cette même cadence de 6 ïambes est signalée par M. Robert de Souza (*op. cit.* chez Ronsard :

Le frein lui sonne aux dents, il bat du pied la terre.
∪ — ∪ — ∪ — ∪ — ∪ — ∪ —

Le vierge, le vivace et le bel aujourd'hui
◡ — ◡ ◡ ◡ — ◡ ◡ — ◡ ◡ —
(Mallarmé) 2433

S'accomplir dans la nuit l'hymen des amazones
◡ ◡ — ◡ ◡ — ◡ — ◡ ◡ ◡ —

Fier et semblable au choc souverain des combats
— ◡ ◡ ◡ ◡ — ◡ ◡ — ◡ —
(Renée Vivien) 3324' 1533

A l'abîme ignoré des océans antiques
◡ ◡ — ◡ ◡ — ◡ ◡ ◡ — ◡ —
(S. Ch. Leconte) 3342'

Les hémistiches ou les vers rigoureusement cadencés (formés d'anapestes ◡ ◡ —) fournissent d'excellents tremplins permettant aux coupes dynamiques (asymétriques) de s'enlever d'autant mieux.

Voici maintenant des coupes asymétriques proprement dites :

La fille de Minos et de Pasiphaé
◡ — ◡ ◡ ◡ — ◡ ◡ ◡ ◡ ◡ —
(Racine) 246.

L'arc de mon brusque corps s'accuse et me prononce
— ◡ ◡ — ◡ — ◡ — ◡ ◡ ◡ —
(P. Valéry) 13224'

Ah ! que le monde est grand à la clarté des lampes
— ◡ ◡ ◡ ◡ — ◡ ◡ ◡ — ◡ —
(Baudelaire) 1542'

Une coupe à 3 mesures, très dynamique, d'Hélène Vacaresco[1] :

Les mains pleines des jours légers que nous portons
◡ ◡ — ◡ ◡ ◡ ◡ — ◡ ◡ ◡ —
354.

La cadence ternaire régulière des anapestes (statique par répétition) a tantôt, comme nous l'avons vu plus haut, le rôle d'un

1. M. Robert de Souza, dans l'article du *Mercure de France* cité plus haut, signale un exemple de cette coupe originale chez Ronsard :
Le soleil qui aimait la Terre se facha.
◡ ◡ — ◡ ◡ ◡ ◡ — ◡ ◡ ◡ —

tremplin pour les rythmes plus dynamiques[1], tantôt celui d'une coulée de détente suivant l'explosion affective en général asymétrique, voir même trochaïque (commençant par un temps frappé). Ainsi dans la *Jeune Parque* :

Ah ! qu'il s'enfle se gonfle et se tende, ce dur
— ◡ — ◡ ◡ — ◡ ◡ — ◡ ◡ —
Très doux témoin captif de mes réseaux d'azur
◡ ◡ ◡ ◡ ◡ — ◡ ◡ ◡ — ◡ —
Dur en moi... mais si doux à la bouche infinie.
— ◡ — ◡ ◡ — ◡ ◡ — ◡ ◡ —
12333 642 12333'

Nous avons déjà mentionné qu'en français les phonèmes ou mesures verbales (les suites de syllabes atones terminées par une tonique qui fournissent les éléments de la notation employée ci-dessus) dépassaient rarement six syllabes, l'effet dans ce dernier cas étant en général désastreux pour le rythme[2]; nous avons aussi noté la coïncidence habituelle des syllabes fortes et des syllabes longues[3]. Nous n'avons pas ici pour les durées des mesures la précision rigoureuse des langues métriques (grec et latin) ; cependant les enregistrements de vers récités montrent que les phonèmes

1. Exemple : c'est notre heure éternelle, éternellement grande :
◡ ◡ — ◡ ◡ — ◡ ◡ — ◡ ◡ —
L'heure qui va survivre à l'éphémère amour (P. Louys).
— ◡ ◡ ◡ ◡ — ◡ ◡ ◡ — ◡ —
3333' 1542.

2. M. Robert de Souza (article cité) mentionne l'exemple suivant chez Ronsard :
Or le peuple dira ce qu'il voudra, si est-ce.
◡ ◡ — ◡ ◡ ◡ ◡ ◡ ◡ — ◡ —
372'
Le premier vers du célèbre distique d'A. de Vigny :
J'ai mis sur le cimier doré du gentilhomme
◡ — ◡ ◡ ◡ ◡ ◡ ◡ ◡ ◡ ◡ —
Une plume d'acier qui n'est pas sans beauté
◡ ◡ — ◡ ◡ — ◡ ◡ — ◡ ◡ —
(2 10' 3333)
fournit le très rare exemple d'un long phonème (10 syllabes) harmonieux. Dans la prose rythmée de M. Paul Claudel se trouvent aussi des exemples de phonèmes de 10 syllabes et plus où l'onde respiratoire est « filée » sans se briser.

3. C'est cette coïncidence, dont nous avons indiqué les causes plus haut, qui suggère à M. P. Servien l'idée d'employer pour marquer les toniques et les atones, les symboles employés jadis pour les longues et les brèves, et qui lui permet aussi de transposer en rythmes toniques parallèles les rythmes métriques des anciens.

courts (de 1, 2 ou 3 syllabes) ont une durée habituelle d'une seconde, ceux de 4 et 5 syllabes durant par contre en moyenne une seconde et demie.

Pendant que M. P. Servien établissait l'importance de l'armature tonique et de ces « nombres » dans les rythmes sonores de la langue française, des études parallèles s'effectuaient en Angleterre.

M. Walter de la Mare (*Poetry and Prose*, Humphrey Milford, éd.) observe que « c'est dans la belle prose plus encore que dans les beaux vers que le poète pourra discerner des rythmes à la fois nouveaux et subtils qu'un ajustement plus ou moins délicat peut convertir en mètres des plus prometteurs et des plus séduisants ». M. de la Mare examine à ce point de vue, en marquant les accents toniques, des passages de prosateurs anglais anciens et modernes ; par exemple entre beaucoup d'autres une phrase de Somerset Maugham : « But rebúffs can deál more déadly blóws than dággers. » (Avec la notation de M. Pius Servien nous obtenons immédiatement les « nombres » 32222'). Il cite aussi comme exemple de strophes fortement rythmées celles de la fameuse Ballade de Coleridge, *The Ancient Mariner*, comme :

Beyond the shadow of the ship
◡ ◡ ◡ — ◡ ◡ ◡ —

I watched the water — snakes ;
◡ — ◡ — ◡ —

They moved in tracks of shining white,
◡ — ◡ — ◡ — ◡ —

And when they reared, the elfish light
◡ ◡ ◡ — ◡ — ◡ —

Fell off in hoary flakes.
◡ — ◡ — ◡ —

Within the shadow of the ship
◡ ◡ ◡ — ◡ ◡ ◡ —

I watched their rich attire :
◡ — ◡ — ◡ —

Blue, glossy green, and velvet black,
— — ◡ — ◡ — ◡ —

They coiled and swam ; and every track
◡ — ◡ — ◡ ◡ ◡ —

Was a flash of golden fire.
◡ ◡ — ◡ — ◡ —

La notation de M. P. Servien nous fournit[1] :

4 4
2 2 2'
2 2 2 2'
4 2 2
2 2 2

4 4
2 2 2'
1 1 2 2 2
2 2 4
3 2 2'.

Ces nombres révèlent immédiatement la « courbe de température » de la ballade[2].

Dans un livre intitulé « *English Prose Numbers* », le Professeur Elton analyse les phonèmes, les mètres et les rythmes de la prose anglaise, et conclut : « C'est un progrès que d'attribuer des noms et des nombres à ces éléments dont nous percevions confusément la beauté ou la dissonance. La Beauté est la forme, et le nombre est un des éléments constitutifs de la forme, car *toutes choses sont déterminées de par le nombre.* »

Comme disait Pythagore.

1. Dans cet exemple les syllabes neutres finales dans *watched*, *moved*, *reared*, *coiled*, sont vraiment muettes, et ne sont pas comptées dans la mise en nombre des phonèmes (la prosodie anglaise se permet du reste parfois de supprimer complètement les *e* muets à la fin des mots par apocope). En prosodie française les syllabes muettes à l'intérieur des vers sont toutes comptées ; en prose, par contre, elles peuvent être supprimées (dans la notation) s'il y a lieu.

Par exemple :

Je désire reposer sur les bords de la Seine, 3333',
◡ ◡ — ◡◡— ◡ ◡ — ◡ ◡ —

et non pas :

Je désire reposer sur les bords de la Seine, 3433'.
◡ ◡—◡ ◡◡— ◡ ◡ — ◡ ◡ —

2. Dans cet exemple comme dans le cas de la phrase de M. Somerset Maughan citée plus haut, la notation ïambique de M. P. Servien s'applique rigoureusement ; la variante que j'ai suggérée est par contre utile lorsque (ce qui arrive parfois dans la prose anglaise) le rythme devient trochaïque ou au moins « ondulé », et que les mots refusent de se laisser tronçonner par la cadence.

Ex. the monuments | of a primitive | or fabulous | antiquity |.
◡ — ◡ ◡ ◡◡ — ◡◡ ◡ — ◡ ◡ ◡—◡◡

La notation modifiée (trochaïque) sera 2''3''2''2''.

CHAPITRE XII

LES TIMBRES

Sur la cadence monotone, le flot régulier des anapestes, se détache parfois le rythme très subtil des timbres[1].

Par exemple, dans le vers si « timbré » de Baudelaire :

Cheveux bleus, pavillon de ténèbres tendues[2].
◡ ◡ — ◡◡ — ◡ ◡ — ◡ ◡ —
3333'

1. Le français paraît être la langue poétique la plus riche en timbres (entre autres les gammes des an, am, en, in, on, un, etc.); cette richesse ne tient pas seulement à la variété et à la valeur mélodique de ces timbres, mais aussi à leur qualité d'être (je m'excuse de la familiarité de l'image) « sans bavures ».

2. On peut caractériser ce vers par les éléments : timbres riches, image pure (pas d'appels à l'intelligence spéculative, pas d'« idée »), rythme. Dans le fameux vers de Mallarmé :

Tel qu'en lui-même enfin l'éternité le change
— ◡ ◡ — ◡ — ◡◡◡ — ◡ —
1342'

nous avons par contre, à côté du rythme et d'un timbre d'airain, une idée profonde. Un vers de Verhaeren tout rythme et timbre :

Voici le vent cornant novembre
◡ — ◡ — ◡ — ◡ —
2222'

(l'image est presque engloutie par les timbres) Par contre un autre vers-médaille de Mallarmé si cérébral qu'il se trouve presque à la limite entre le langage des sciences et le langage lyrique tels que les définit M. P. Servien :

Donner un sens plus pur aux mots de la tribu
◡ — ◡ — ◡ — ◡ — ◡◡ ◡ —
2222'

(idée et rythme).

Le rythme tonique s'est adouci en un accompagnement uniformément cadencé, et c'est le jeu musical des timbres qui fournit le vrai rythme.

Bien que dans le rythme des timbres, apparenté du reste à celui des hauteurs, il ne soit pas difficile de discerner comme dans le rythme tonique des périodicités, des récurrences discontinues (les rimes par exemple fournissent dans les vers classiques des périodicités absolument régulières, des cadences proprement dites), l'action incantatoire du timbre possède en plus de cette composante rythmique (jeu des assonances, etc.) une composante dont l'action directe sur le sens esthétique paraît échapper sinon au Nombre, du moins aux notations discontinues; ce seraient comme dans la théorie des accords musicaux et dans celle de la proportion en architecture, des jeux de rapports simultanés qui interviendraient dans ce cas. Il s'agit même plutôt de coloris, de texture, que de forme ; ce serait pure pédanterie que de chercher ici l'armature numérique. Dans ce royaume du timbre les associations d'idées sémantiques jouent du reste un rôle aussi important que les ébauches d'accords et leurs consonances harmoniques. Il s'agit, comme l'exprime la métaphore (richement timbrée elle aussi) d'un maître du verbe, de : ... « ces essences... profondément macérées et marinées dans la noire confiture des siècles... étoiles dans le pétrole... » (P. Claudel, *Positions et Propositions* I).

Proust se délecte par exemple dans les suggestions harmoniques émanant de certains noms propres :

« La sonorité mordorée du nom de Brabant. »

A propos de la duchesse de Guermantes :

« ...cette couleur amarante de la dernière syllabe de son nom. »

Et :

« Le nom de Parme, une des villes où je désirais le plus aller, depuis que j'avais lu la *Chartreuse*, m'apparaissait compact, lisse, mauve et doux... »

Ici se place tout naturellement le problème pour le romancier de l'emprunt ou de l'invention de noms propres « vraisemblables » ou euphoniques pour ses personnages. Ainsi, dans la suite de contes mélancoliques constituant la « *Canne de Jaspe* » (écrits dans la

prose la plus musicalement timbrée [1], qu'on ait vue en France depuis Chateaubriand), H. de Régnier s'amusa jadis à placer des noms propres liant en certaine vraisemblance « organique » des syllabes mélodieusement arpégées (ses héroïnes s'appellent Mesdames de Termiane, de Sérences, d'Heurteleure, de Ferlinde, leurs partenaires sont Messieurs d'Amercœur, de Nouâtre, d'Aiglieul — je ne puis m'empêcher de citer ici Cézembre, nom de l'île bretonne dont l'euphonie m'a toujours évoqué les recherches harmoniques d'Henri de Régnier).

J'ai relevé dans mon « Nombre d'Or » (tome I, *Les Rythmes*) la force suggestive de certains noms propres qui en fit par d'heureuses antonomases dériver une série intéressante de noms communs paraissant parfaitement, organiquement adaptés à l'acte ou à l'objet accidentellement associé à l'origine au nom propre en question [2].

1. Certaines notations y reviennent avec persistance ; cristaux et verreries, couchers de soleils, vasques et jets d'eau dans des parcs abandonnés ; parfois deux de ces motifs s'amalgament.

« Des lustres suspendaient au plafond leur scintillation orageuse de cristal et d'éclairs ». « Des lustres de vieux cristal, compliqués et scintillants, pendaient des plafonds hauts par des cordes de soie ou des chaînes d'argent ; leurs adamantines couronnes gélives sacraient l'absence de quelque majesté invisible... Certains s'irisaient de phosphorescences... ils assimilaient aux imaginaires couleurs d'automne de l'occident leurs fructifications cristallines. La journée s'avançait et Hertulie voyait par les fenêtres se stratifier les onyx illusoires des nuées ». « C'était un vase fragile, compliqué et taciturne, d'un cristal froid et énigmatique ; ... des vitrifications arborescentes s'y agatisaient en la translucidité crépusculaire des parois... A travers les vitres claires le couchant rougeoyait... La ferveur occidentale brûlait, à froid, dans le cristal ; elle s'y rapetissait en miniature... réduite là à un aspect glaciaire et minéralisé ».

(Dans un jardin) «... des masques alternatifs de Tritons et de Sirènes crachaient, par la bouffissure de leurs bouches convulsives, une suffocante gorgée de cristal ». « Ce sont les paons qui, de leur perchoir du grand cèdre, près de la table de pierre, cornent. Ils se détachent en noir sur le crépuscule encore soufré et rougeâtre ; ils sont de jais sur le ciel étrusque. »

« Le soleil se couchait en rougeoyant sur les dorures monumentales de novembre. »

« Les syllabes (d'un nom de femme) en étaient le choc d'un cristal limpide et nocturne : une fontaine dans un bois de cyprès. »

2. Je redonne ci-après une liste de ces mots devenus permanents de par leurs qualités intrinsèques de suggestion sonore ou dynamique.

Mots dérivés de noms propres, géographiques : parchemin, faïence, mayonnaise, bayonnette, pistolet, phare, méandre, dédale, laconique, faisan, solécisme, jersey, carabine, vandalisme, caryatide, artésien, léthargie, dum dum, caronade, châtaigne, cerise, syénite, sodomie, lesbienne. Mots dérivés de noms de personnes : dédale, mausolée, draconien, shrapnell, académie, prâline, galvaniser, poubelle, théorbe, guillotine, silhouette, bombastique, barème, mansarde, nicotine, marivaudage, platonique, magnolia, batiste, masochisme, sadisme, onanisme, algorithme, sandwich, calepin, dolomite, obsidienne, lyncher, chauvin, hermétique, quinquina, etc. Voire : gamahucher.

Comme dit M. W. de la Mare (*op. cit.*) : « les sons verbaux sont, suivant des proportions variables, en harmonie ou non avec ce qu'ils signifient comme symboles. On peut dire que certains sont des mots conformes à ce qu'ils signifient, que d'autres au contraire sont extraordinairement *ratés* ».

On peut lier à cette question des timbres et des mots intrinsèquement suggestifs les recherches conscientes de mots nouveaux (James Joyce, surréalisme, etc.) ; certains, parmi les explorateurs du verbe, brassent ensemble des mots et des timbres appartenant à des langues différentes ; les autres triturent, malaxent, concassent, décortiquent les mots pour en obtenir par une sorte de « cracking » sémantique les « huiles essentielles », les « étoiles dans le pétrole » mentionnées par Claudel [1]. Les « jeux de mots », calembours, coqs-à-l'âne, pataquès, allitérations, permutations de consonnes d'un mot à l'autre (portant l'étiquette hélas peu euphonique de contrepetteries), permettent à James Joyce (*Work in Progress*) ou Léon-Paul Fargue de projeter parfois des rais de lumière inattendus sur la puissance de suggestion d'une syllabe, d'un mot, ou le tréfonds même d'une idée. Parfois l'argot, comme dans les romans de Céline, peut fournir des apports de timbres succulents (entourloupes, barbaque, tronche, bectance, calebombe, fourguer, morlingue, etc., pour bourrages de crânes, bidoche, tête, nourriture, bougie, mettre au clou, porte-monnaie — à noter que beaucoup de mots d'argot nouveau ne sont traduisibles qu'en termes d'argot plus ancien).

D'autres écrivains, dans ce même but de rénover, rafraîchir un vocabulaire qui leur paraît usé, fané, ne craignent pas de créer d'autorité des mots complètement nouveaux ; je citerai ci-après un passage d'un exemple assez savoureux emprunté au numéro spécial de la revue « Transitions » (N° 23, juillet 1935) consacré à ces

Il s'agit ici de mots devenus tellement « naturels » qu'on ne pense plus, en les employant, à leur étymologie ce n'est pas encore le cas pour des mots comme mithridatiser, homérique, virgilien, dantesque, racinien, etc.)

1. Claudel décrit en termes savoureux les forces quasi magiques émanant des mots et des tronçons de mots brassés par l'écrivain : « Si le vigneron n'entre pas impunément dans la cuve,

Croyez-vous que je sois puissant à fouler ma grande vendange de paroles,
Sans que les fumées m'en montent au cerveau ? »

Cette strophe fournit aussi un exemple caractérisque du rythme claudélien à longues ondes dirigées.

recherches. Le passage en question se trouve dans le poème « Rencontre dans la forêt », par M. Michaux ; il s'agit d'un vagabond qui rencontrant une jeune fille dans une forêt, lui fait subir « les derniers outrages » (je m'excuse pour la truculence légèrement sadique de la pièce) :

« Ça le soursouille, ça le salave
Ça le prend partout, en bas, en haut, en han, en hanhan.
Il pâtemine. Il n'en peut plus...
Il la déjupe ; puis à l'aise il la troulache,
La ziliche, la bourbouse et l'arronvesse,
(Lui gridote sa trilite, la dilèche)
Ivre d'immonde, fou de son corps doux,
Il s'y envanule et majalecte.
Ahanant éperdu à gouille et à gnouille
— Gouilles et vagouilles —,
Il la ranoule et l'embonchonne,
L'assalive, la bouzète, l'embrumanne et la goliphatte.
Enfin triomphant, il l'engangre ! » [1]

Encore une fois ce domaine du timbre déborde un peu le cadre de notre sujet ; contentons-nous, avec M. P. Servien, d'enregistrer la part capitale qui dans le phénomène lyrique revient aux structures sonores, et spécialement au rythme tonique qui en constitue l'armature et qui peut lui se mettre explicitement en nombres. Et admettons avec lui que : « Rythme et Lyrisme sont deux aspects du même », correspondant à certains mouvements de l'âme, et que son procédé lui a permis de résoudre élégamment le problème subtil qu'il s'était posé : établir une liaison méthodique entre le langage des sciences et le langage lyrique, en ajoutant ainsi un nouveau chapitre à l'Esthétique.

1. L'exemple à mon avis le plus réussi d'une création de mots organiquement vraisemblables et bien timbrés se trouve dans le poème « Jabberwocky » intercalé par Lewis Carrol dans « Through the Looking Glass » (la suite d' « Alice in Wonderland »). Voici les quatre premiers vers de la pièce en question :

« Twas brillig, and the slithy toves,
Did gyre, and gimble in the wabe ;
All mimsy were the borogroves,
And the mome raths outgrabe.

CHAPITRE XIII

RYTHME ET DURÉE

Ici s'achève ce périple autour du domaine du rythme ; nous avons vu que malgré ses aspects familiers, il contenait encore pas mal de massifs peu explorés. Essayons de résumer et de grouper les résultats acquis pour en tirer si possible les réponses aux questions posées dans l'avant-propos de cette étude, et peut-être même quelques aperçus d'une portée plus générale.

Nous avons noté qu'en première approximation ce domaine du rythme relevait spécifiquement des arts de la durée : musique et prosodie ; que par contre c'était la proportion qui régnait dans les arts de l'espace, et que ce n'était que par analogie que l'on parlait de rythme quand il s'agissait d'un tracé régulateur d'architecte, d'un tableau ou d'un bas-relief.

Ce faisant, nous avons énoncé des lieux communs vieux de plus de deux mille ans, et je m'excuse ici, pour arriver à des définitions et à des délimitations précises, ou du moins en essayant de le faire, d'avoir dû énoncer un bon nombre de truismes et de m'être maintes fois répété. C'est qu'en vérité il y a entre les perceptions esthétiques dans la durée et celles qui opèrent dans l'espace plus que de simples analogies. D'autre part le même phénomène peut donner lieu à des enregistrements, des aspects différents, suivant la voie d'approche ; ainsi l'on pourra parfois passer insensiblement du continu au discontinu, du réversible à l'irréversible, voire de l'espace à la durée, ou inversement.

Reprenons pour la dernière fois l'examen de ces similitudes et de ces contrastes, et pour cela revenons au noyau « substantifique » de la définition de M. P. Servien :

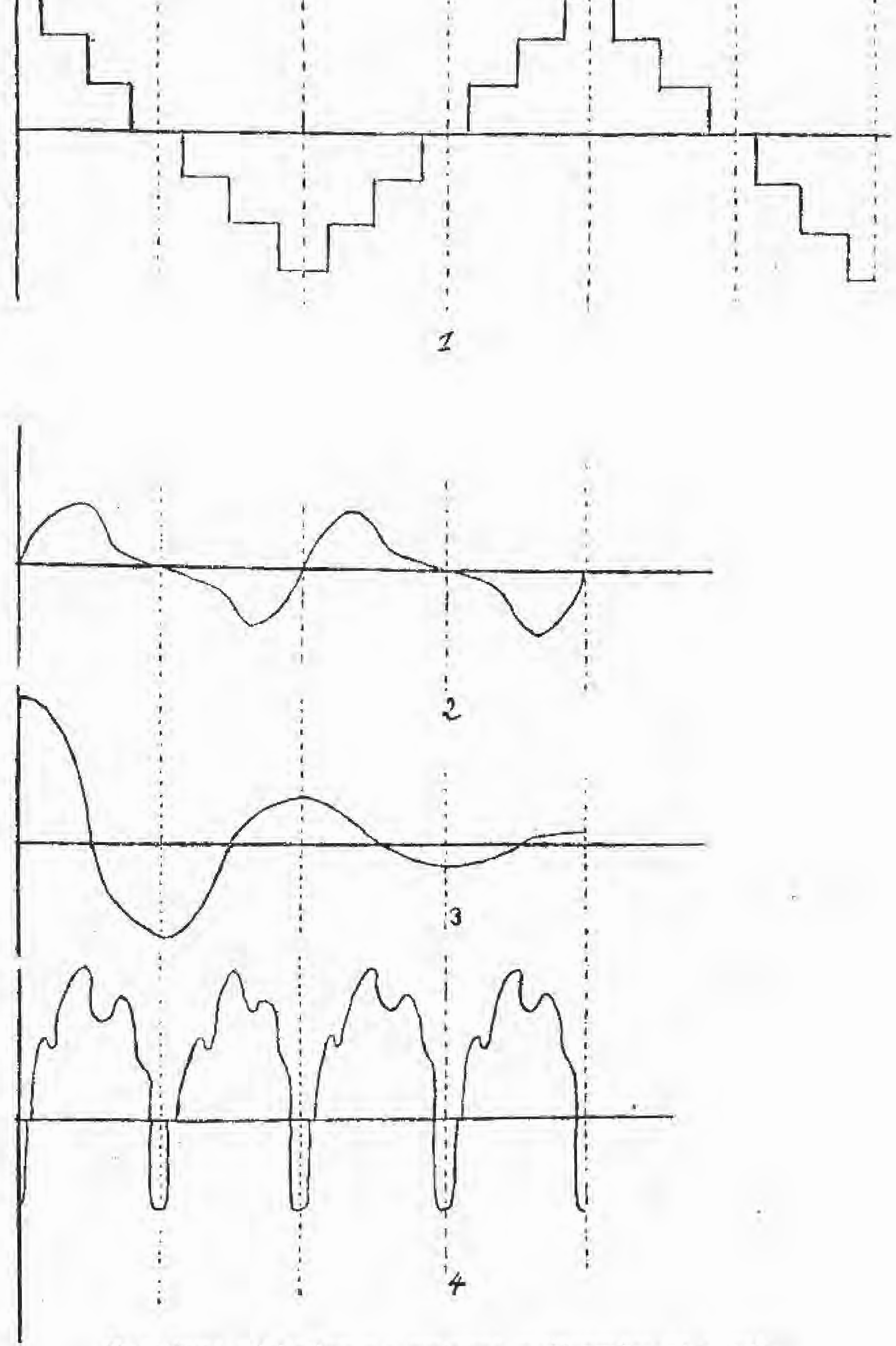
« Le rythme est périodicité perçue... » Ces quelques mots paraissent bien énoncer la caractéristique essentielle du rythme ; et il en découle que les notations les plus propres à figurer des rythmes sont ce que nous avons appelé des « suites discontinues », c'est-à-dire des suites de nombres entiers ou fractionnaires rationnels (une suite de fractions rationnelles peut toujours se ramener à une suite de nombres entiers si l'on choisit un multiplicateur approprié).

Mais si dans une composition musicale, un thème mélodique par exemple, nous enlevons tout ce qui à première vue constitue le rythme[1] (cadences, temps frappés, durées) nous trouvons comme résidu la ligne mélodique qui, elle, est constituée par une suite de rapports et de proportions : la suite enchaînée des intervalles successifs (rapports entre les hauteurs des notes consécutives). Nous retrouvons donc dans les « Arts de la durée » un enchaînement de proportions semblable à ceux que la « symmetria » ou *commodulatio* nous procurait dans les arts de l'espace ; ce sont aussi des jeux de proportions que nous percevons dans les accords de trois ou quatre notes simultanées, et dans ce que nous avons appelé le « timbre »[2], ou coloris des notes ou des accords, qualité analogue,

1. On peut concevoir un thème mélodique comme étant formé de deux composantes bien distinctes, et telles que l'on puisse supprimer l'une en laissant intacte l'autre, qui montrera alors sa structure essentielle ; ces composantes sont le rythme et la ligne mélodique. Le rythme comprend la suite des notes avec leur cadence, leur intensité et leur fréquence (*temps*), mais dépourvues de leurs hauteurs, — donc réduites à de simples battements —, la trame des temps frappés, et celle des durées ; la ligne mélodique comprend la suite des notes *en tant que hauteurs*, c'est-à-dire la suite des intervalles entre notes successives.

Ceci n'est bien entendu que l'armature simplifiée de la ligne mélodique ; chaque note peut y représenter un accord (ou plusieurs accords de plusieurs notes simultanées. Ici peut se glisser le théorème suivant : tout thème mélodique complexe peut être condensé en une suite de notes simples qui en donne la ligne essentielle, l'invariant mélodique. Lorsque deux ou trois mélodies distinctes s'enlacent et s'enchevêtrent, nous tombons dans le domaine du contrepoint ; chaque mélodie peut être traitée à part et décomposée en rythme et en ligne mélodique. Parfois dans ce cas l'une des mélodies fait office de rythme, l'autre s'enroulant en quelque sorte autour d'elle et faisant office de ligne mélodique. Puis cette dernière peut à son tour devenir rythme presque pur, accompagnement, et la première prendre le caractère d'une ligne mélodique.

2. Dans le phénomène du timbre il se produit justement un jeu de commodulations, de combinaisons d'harmoniques ; un certain nombre de ceux-ci se confondent et se renforcent en se superposant.



Fonctions périodiques ; cadence uniformément variée, cadences rythmées (2 et 4), rythme cadencé (3).

nous l'avons déjà signalé, à la texture des matériaux en architecture.

Du reste, même dans le rythme pur, l'armature rythmée d'un thème mélodique isolée par la pensée, on peut, au lieu de considérer les suites discontinues de « piquets », notes ou temps frappés, considérer la trame même, l'étoffe de la durée jalonnée par ces piquets, et observer l'enchaînement des proportions entre ces segments de durée. [1]

Mais de même que l'on peut passer des rythmes discontinus aux proportions, on peut repasser de celles-ci aux rythmes, puisque la récurrence des mêmes proportions nous fait retomber tout naturellement dans le domaine de la « périodicité perçue », en introduisant un nouveau jalonnement discontinu.

Dans l'espace aussi, les enchaînements de proportions amènent des récurrences périodiques de proportions et de formes qui suggèrent des rythmes et des passages naturels du continu au discontinu. Le simple graphique d'une sinusoïde, de toute courbe à allure périodique, d'une série de Fourier, produit la même suggestion, plus précise encore, puisque l'œil parcourt tout naturellement le graphique de gauche à droite, le lit automatiquement comme un phénomène développé dans le temps [2]. On est ainsi fatalement amené à introduire le mot rythme dans les arts de l'espace ; on envisage alors plus ou moins consciemment la représentation spatiale de périodicités passées ou possibles, en concevant les constructions dans l'espace comme les traces de créations dans le temps, en admettant que dans la composition et création d'un édifice par exemple il y a une expansion dirigée, comme dans la croissance vivante. L'ensemble architectonique sera, comme le graphique de plus haut, la notation (en surfaces et volumes) d'un phénomène qui s'est déroulé dans le temps.

Inversement, on peut imaginer pour une composition musicale une notation dans l'espace qui rende compte simultanément de l'ensemble du morceau, rythme et ligne mélodique ; dans cet ordre

1. C'est ce que fait la définition de Sonnenschein citée au cours du Chapitre IV.

2. La planche XL donne des exemples de graphiques de fonctions périodiques empruntés à l'enregistrement de courants alternatifs (2), d'oscillations amorties (3), et d'oscillations cathodiques (4). Les courbes 2 et 4 suggèrent des cadences rythmées (éléments de rythme répétés périodiquement).

d'idées, M. Etienne Souriau a établi une formule [1] qui permet de donner à la traduction graphique d'une composition musicale « le galbe correspondant à ses propriétés mélodiques ».

On peut dire qu'en architecture c'est plutôt la « ligne mélodique » (l'eurythmie des proportions) qui compte, et en musique plutôt le rythme.

J'intercale ici une série de planches montrant en architecture des exemples de cadences, uniformément variée (planche XLI), rythmée (planche XLII), de rythmes mélodiques (planches XLIII et XLIV). Dans la planche XLV, le rythme est heureusement stimulé par le choix du point de vue par le photographe ; dans les planches XLVI (la Salute), XLVII (*Id*, intérieur) et XLVIII (Piazza Navone), le rythme perçu par l'artiste (G. M. Cantacuzène) est incorporé dans ses croquis.

En résumé : le rythme est plutôt vécu dans la durée, la proportion est plutôt instantanément perçue dans l'espace ; mais on peut vivre dans la durée une suite de proportions qui s'enchaînent et retrouver ainsi un rythme, et l'on peut aussi percevoir instantanément un intervalle musical, un rapport de hauteurs (fréquences).

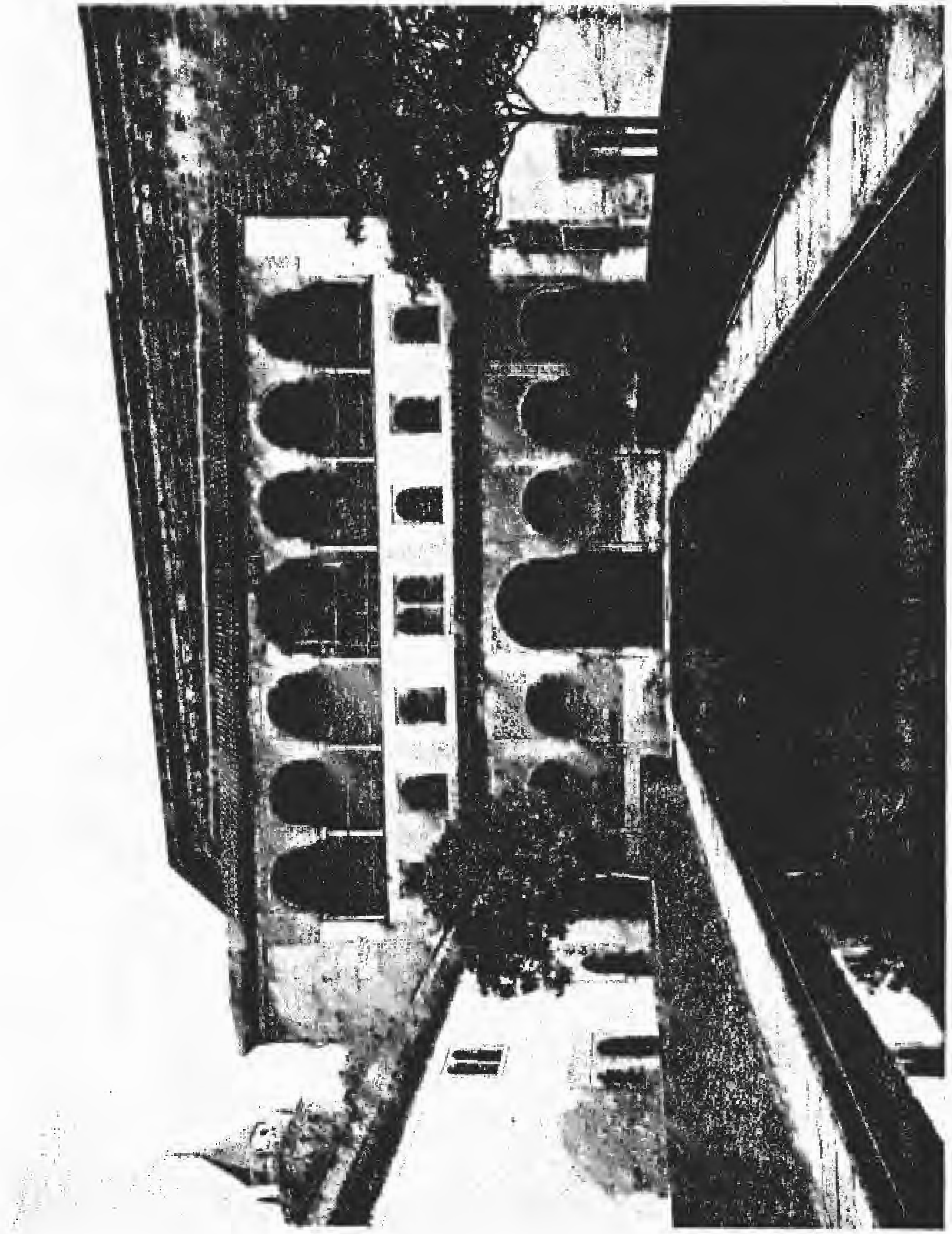
Nous nous trouvons ramenés devant les deux sens du concept de Nombre dans la mathématique grecque :

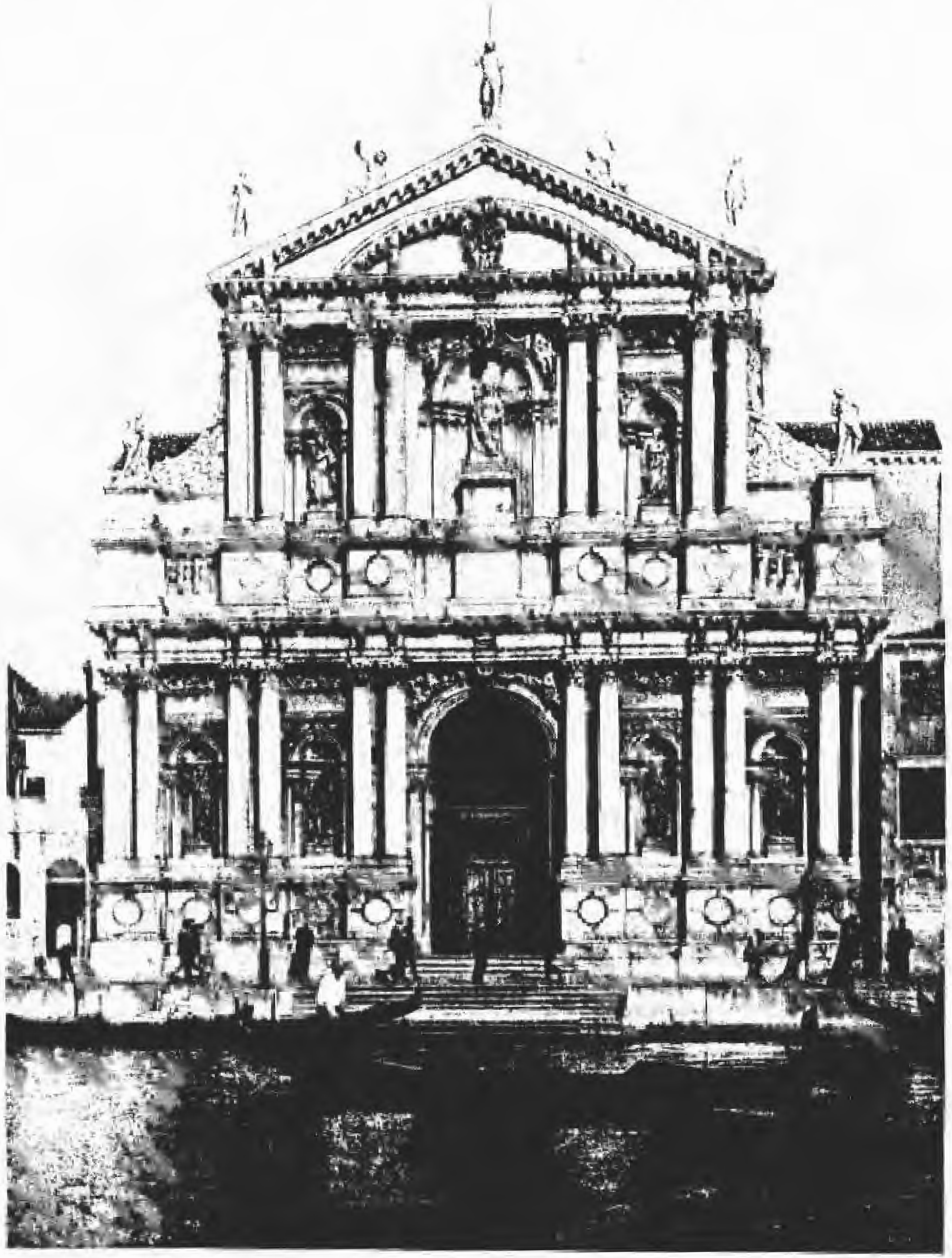
ῥυθμός coulée dénombrable, nombre-série, concept qui correspond au rythme *stricto sensu*, parce que les suites de nombres peuvent représenter des périodicités [2] d'allure quelconque, et ἀριθμός le nombre-pesée ou rapport, qui évoque immédiatement la proportion (dominance, invariance, d'un rapport caractéristique).

En restant sur le terrain mathématique, nous pouvons dire aussi que tandis que la proportion dont il a ici été question (en tant que perception distincte de celle du rythme) est la proportion géométrique $\left(\frac{a}{b}=\frac{c}{d}\right)$, tout particulièrement la proportion géométrique

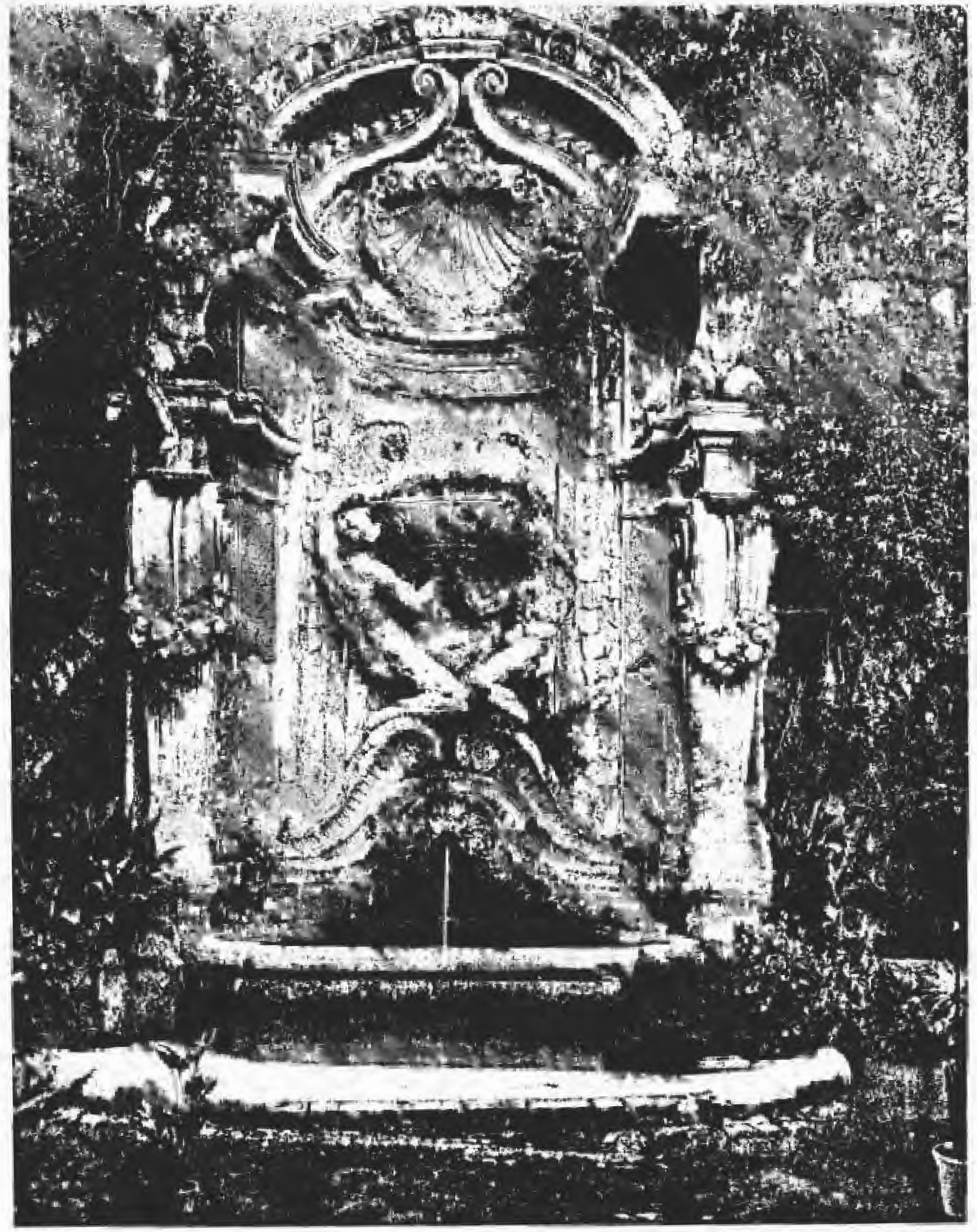
1. Si n est la fréquence de la vibration sonore, l'ordonnée y de la courbe cherchée sera $y = 12 \log 2n \times \frac{16}{435}$ (cf. l'exemple tiré du premier *Nocturne* de Chopin donné par M. Souriau dans *Revue d'Art et d'Esthétique*, juin 1935).

2. Rappelons encore que la périodicité associée à l'idée de *mètre*, de cadence toujours égale à elle-même, est la périodicité « statique », homogène, tandis que la périodicité du rythme proprement dit peut être asymétrique, imprévue, comme la croissance vivante, comme le souffle de la passion.

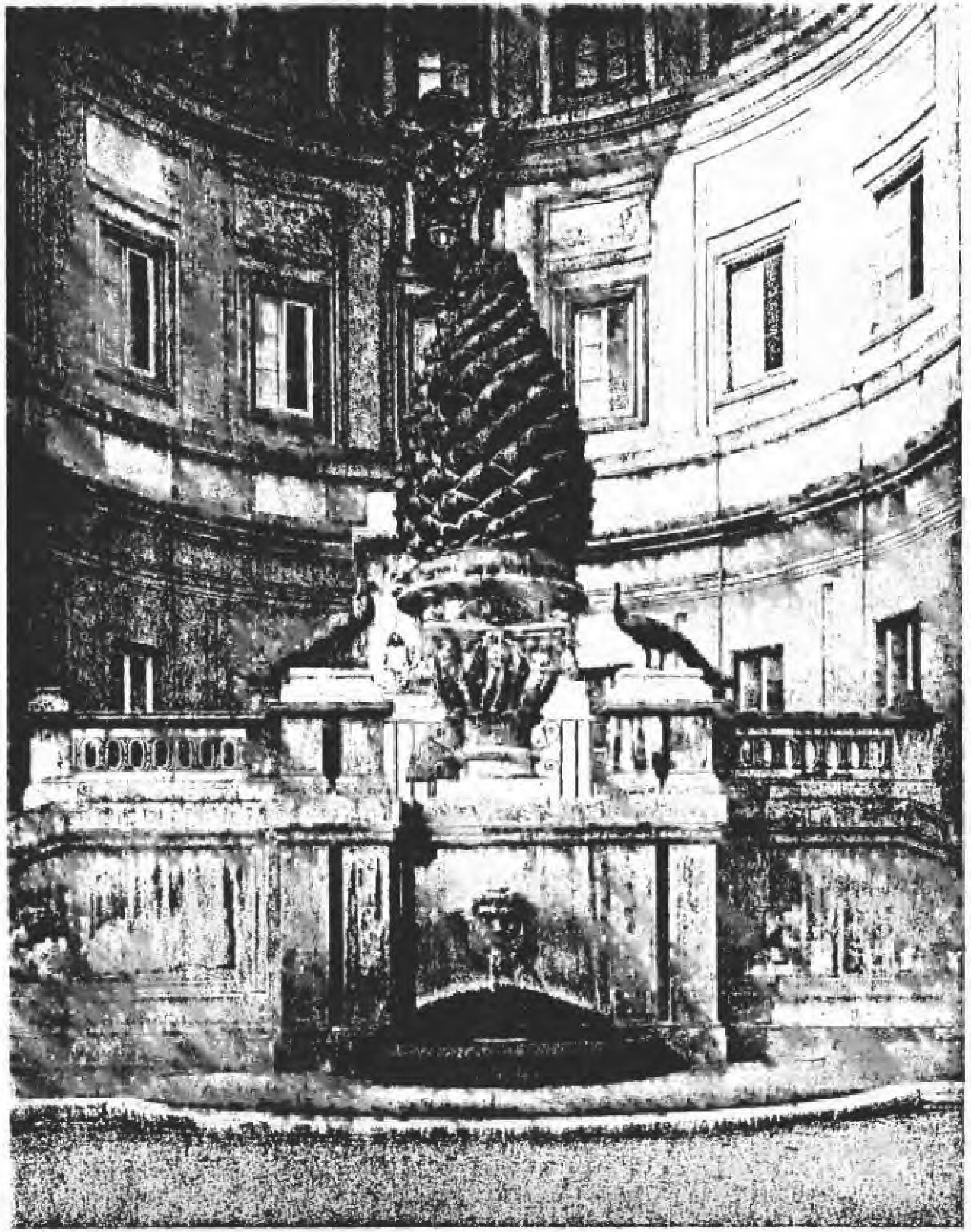




Église des Scalzi, Venise (cadence rythmée).



Fontaine du Palais del Grillo, Rome (rythme mélodique).



Fontaine de la Pigna, Vatican (rythme mélodique).

continue $\left(\frac{a}{b}=\frac{b}{c}\right)$, dont le rapport caractéristique est souvent irrationnel, le rythme, lui, est en général (spécialement en musique) associé à la proportion *harmonique*, dont le rapport caractéristique est le plus souvent rationnel. Mais ici aussi nous avons noté des chassés-croisés d'un domaine à l'autre; la gamme tempérée est régie par une proportion géométrique (progression géométrique de raison $\sqrt[12]{\frac{1}{2}}$; nous y avons même perçu, grâce à M. Denéréaz, le reflet de la section dorée): réciproquement en architecture même, terrain d'élection de la proportion géométrique, nous avons trouvé, de l'antiquité à la Renaissance[1], des traces de l'emploi heureux de proportions harmoniques et des rapports simples suggérés par les intervalles des gammes pythagoriciennes ou majeures.

De tout ceci on peut conclure que si c'est la mise en relief de la périodicité qui distingue spécialement le rythme sonore, c'est plutôt la perception d'une proportion (d'une source d'analogies) qui caractérise le rythme visuel. Lorsque les éléments périodiques dénombrables arrivent à s'effacer, à s'intégrer dans le jeu des proportions, on obtient, aussi bien dans la durée que dans l'espace, ce qu'on peut appeler le « rythme pur ».

Nous avons ainsi raccordé les deux domaines que nous nous étions plutôt efforcés d'opposer l'un à l'autre au cours de cette analyse ; nous pouvons ajouter, en effleurant le côté métaphysique de la question, qu'il paraît aussi licite (ou aussi arbitraire) d'employer le mot rythme pour les arts de l'espace que d'imaginer le temps comme l'une des dimensions linéaires d'un *continuum* à quatre dimensions.

Cependant une propriété du rythme sonore que le rythme dans l'espace ne possède pas, ou du moins ne manifeste pas au même degré, est son action directe sur le *tonus* psycho-physiologique de celui qui le perçoit.

Cela aussi est parfaitement condensé en quelques mots de la définition de M. P. Servien :

1. Même au XVIIIe siècle, comme il ressort de l'ouvrage de Briseux cité au cours d'un chapitre précédent. Sans l'avoir contrôlé sur les plans, j'ai l'impression que Gabriel, très « palladien » comme inspiration, s'est servi de la proportion harmonique pour l'établissement de certains au moins de ses tracés.

« Il (le rythme) agit dans la mesure où pareille périodicité (la périodicité perçue par l'observateur) déforme en nous la coulée habituelle des temps. »

Il y a une induction purement physiologique, pouvant se produire quand le rythme (musical par exemple), ou plutôt sa cadence de base, est en phase avec la cadence du cœur (une cadence de moins de 70 battements à la minute déprime, une cadence de plus de 80 stimule); il y a aussi une induction ou incantation plus complexe, psycho-physiologique, dans laquelle les rythmes respiratoires et même purement affectifs sont influencés par le rythme sonore.

« Ainsi tout phénomène périodique perceptible à nos sens se détache de l'ensemble des phénomènes irréguliers... pour agir seul sur nos sens et les impressionner d'une manière tout à fait disproportionnée à la faiblesse de chaque élément agissant... et peu à peu notre respiration, nos pulsations, nos pensées et nos tristesses, tout danse sur le rythme effacé, mais persistant, que nous croyions ne pas entendre [1]. »

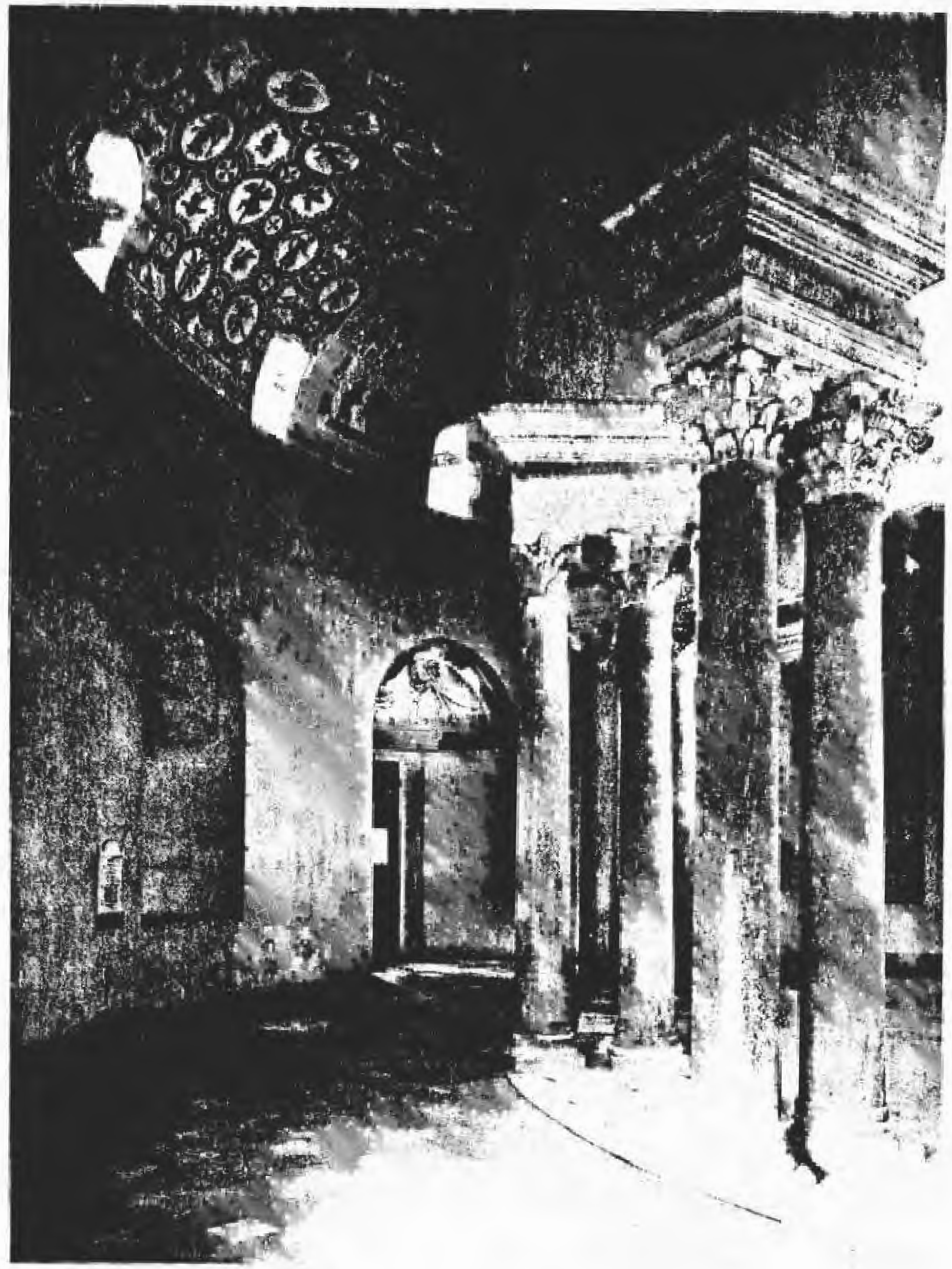
Platon (*Timée*) explique ainsi l'action (cathartique » du rythme musical :

« Car l'harmonie, dont les mouvements sont de même espèce que les révolutions régulières de notre âme, n'apparaît pas à l'homme qui a un commerce avec les Muses comme bonne simplement à lui procurer un agrément irraisonné, ainsi qu'il le semble aujourd'hui. Au contraire, les Muses nous l'ont donnée comme une alliée de notre âme, lorsqu'elle entreprend de ramener à l'ordre et à l'unisson ses mouvements périodiques, qui se sont déréglés en nous. Pareillement, le rythme, qui corrige en nous une tendance à un défaut de mesure et de grâce, visible en la plupart des hommes, nous a été donné par les mêmes Muses et en vue de la même fin. »

Dans le même *Timée*, Platon postule un synchronisme idéal entre les rythmes de l'âme individuelle « bien accordée » et ceux de l'Ame Universelle :

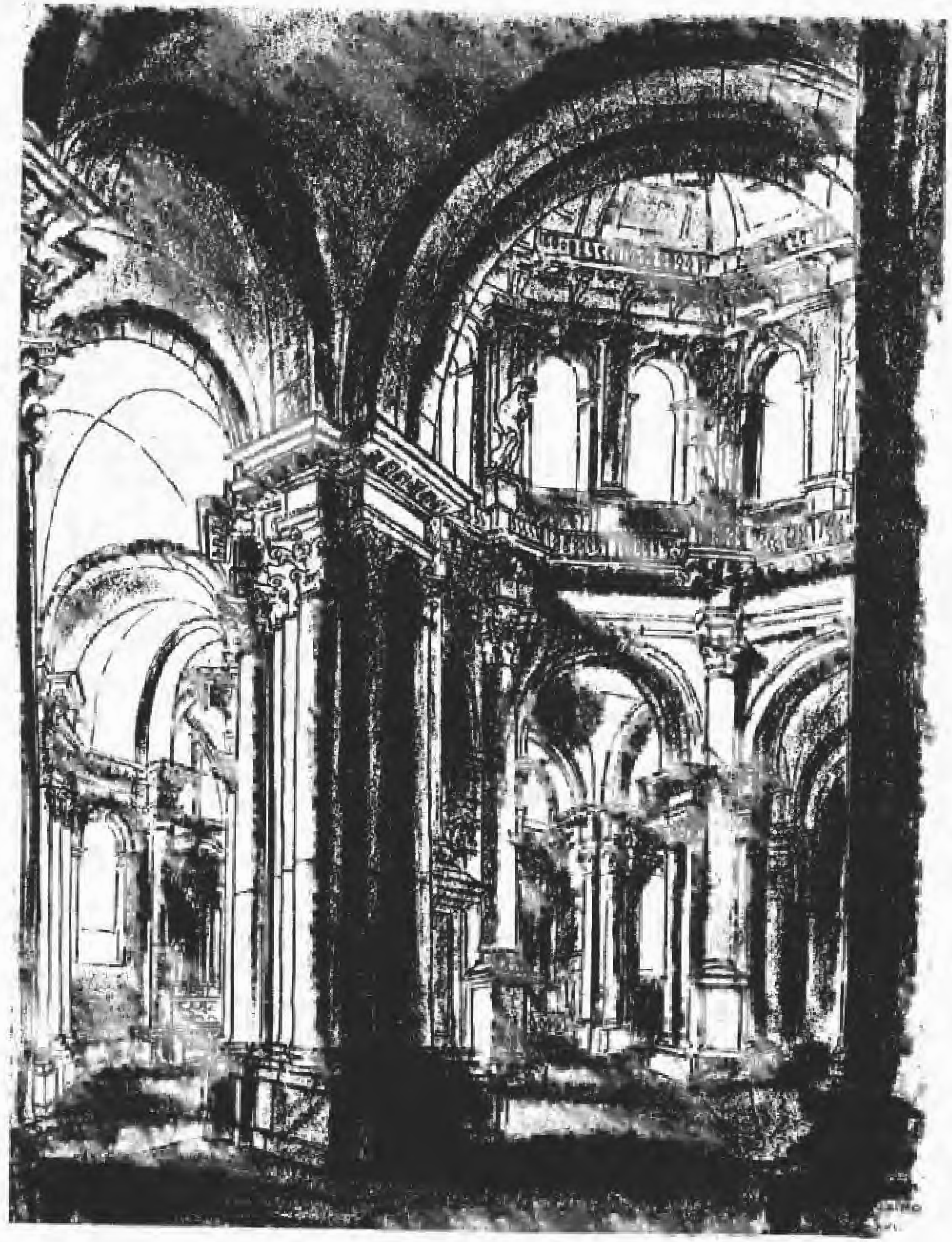
« Puis dans ce corps dans lequel afflue et d'où s'écoule un flot ininterrompu, ils (les dieux) introduisent les mouvements périodiques de l'Ame immortelle. »

1. P. Servien, *Essai sur les rythmes toniques du Français*.



Sainte Constance, Rome (rythme mélodique).

La Salute, extérieur, par G. M. Cantacuzène (suite rythmée).



La Salute, intérieur, par G. M. Cantacuzène (suite rythmée).

Piazza Navone, par G. M. Cantacuzène (suite rythmée).

J'ai insisté plusieurs fois sur la distinction entre la cadence ou plutôt suite cadencée (soit uniforme, soit rythmée, c'est-à-dire uniformément variée), dont la périodicité est rigoureusement régulière, et le rythme (ou plutôt suite rythmée) proprement dit, dont les périodes peuvent être irrégulières, ou même à première vue indiscernables (nous retombons alors dans le domaine de la proportion) ; et ce faisant j'ai comparé la cadence (uniforme ou uniformément variée) aux réseaux ou suites « statiques », et le rythme, cadencé ou non, aux schémas « pulsants » gouvernés par la « symétrie dynamique ». Mais pour rectifier l'étiquette d'apparence péjorative ainsi atribuée à la cadence, nous devons ici noter que l'effet incantatoire du rythme en général est dû précisément à sa cadence, à sa périodicité explicite ; plus celle-ci sera uniforme, plus l'action incantatoire (aboutissant parfois à l'hypnose) pourra être forte. Encore une fois, lorsque la cadence, la périodicité même irrégulière, disparaissent complètement du rythme, nous passons, même dans la durée, dans le domaine de la proportion et de la « symétrie dynamique ». A condition bien entendu qu'il subsiste une suggestion d'organisation harmonique ; sans quoi nous quittons complètement la zone du rythme pour les terrains vagues de la dissonance, de l'arythmie. Ces considérations nous permettent d'ordonner à nouveau les types du rythme *lato sensu*, qui embrasserait alors cadence et proportion :

a) Cadence uniforme (périodicité pure, comme dans un roulement de tambour monotone) ou uniformément variée (on a en réalité deux ou plusieurs cadences pures entrelacées, comme dans une combinaison de marteaux de forge, ou dans les exemples graphiques de la planche XXIV ; aussi fig. 1, planche XL, et la plupart des courbes sinusoïdales régulières).

b) Cadence rythmée ; les motifs élémentaires de la suite se répètent en périodes identiques, mais ce motif est un élément rythmique ne manifestant pas (en lui-même) de périodicité rigoureuse mais seulement des fragments de cadence ou de proportion (exemples graphiques : planche XL, fig. 2 et 4).

c) Rythme cadencé ; les éléments séparés par les césures de la cadence ne sont plus nécessairement identiques ; ils peuvent exhiber intérieurement des fragments de cadence, de périodicité, ou seulement des éléments dynamiques, proportions ou chaînes de proportions (exemples graphiques : les oscillations amorties de la fig. 3 pl. XL, la pseudo-spirale de la planche XXVII dans laquelle la cadence est marquée par les angles tournants) ; notons ici que divers éléments d'une courbe peuvent entrer dans un jeu de proportions : amplitude de l'oscillation, coefficient angulaire de la tangente, rayon de courbure ;

d) Suite rythmée à périodicité irrégulière ; la cadence est élastique (et n'en est plus une, au sens rigoureux du mot), mais la périodicité peut être exprimée par une loi, ou du moins, comme nous l'avons fait dans les analyses de rythmes toniques, par des suites de nombres ayant une apparence ordonnée.

e) Rythme dépourvu de toute cadence ou périodicité apparente, comme les motifs élémentaires dans les cadences rythmées mentionnées en *b* (exemples graphiques : une branche d'hyperbole, un segment de chaînette ou de spirale, les diagrammes harmoniques comme ceux de la planche XXVI ; nous retombons sur la proportion, ou l'enchaînement de proportions, et serons tentés de dire que le rythme nu privé du facteur cadence ou périodicité, *est* proportion ; ce qui paraît être en contradiction avec l'affirmative répétée tout au long de cet essai que « le rythme est périodicité perçue ». La contradiction n'est qu'apparente, et son examen va même nous livrer la clef des analogies et des divergences qui alternativement (j'allais écrire périodiquement) ont superposé ou séparé rythme et proportion au cours des chapitres précédents. En voulant étendre d'autorité la classe des différents types de rythmes pour embrasser aussi le cas-limite où toute cadence apparente a disparu, nous avons spontanément avancé que si (dans ce cas limite) il y a encore rythme, c'est qu'il y a proportion. En vérité (et c'est une vérité importante) ces éléments de rythme « pur » réduits à l'indication d'une proportion dans la durée ou dans l'espace (accords parfaits majeur ou mineur, arcs de spirale logarithmique, diagrammes harmoniques de Hambidge), quoique dépourvus de cadence apparente, ont le pouvoir de suggérer (par extrapolation automatique, inconsciente) des récurrences et des périodicités virtuelles, « à venir », très précises ; la spirale logarithmique par exemple est la courbe à pulsation périodique, la courbe de crois-

sance réglée par excellence ; de même tout diagramme fondé sur la section dorée (le rectangle Ø par exemple) a une faculté d'autorésonance, de multiplication harmonique, génératrice de récurrences sans nombre (le cercle par contre, ou l'arc de cercle, suggère la répétition statique, sans « pulsation », la cadence proprement dite[1]).

Le fait qu'un élément de rythme pur peut suggérer non seulement une proportion ou un jeu de proportions mais aussi une périodicité, une suite cadencée virtuelle, est vérifié dans le langage écrit ou parlé aussi bien qu'en architecture ou en musique. Rappelons ici le théorème de Fourier qui permet de considérer une courbe quelconque comme la première demi-période d'une courbe périodique. M. Desmond Mac Carthy[2] cite à ce propos l'observation suivante de Robert Bridges : « La différence principale entre les rythmes classiques de la prosodie et ceux d'un beau fragment de prose est que dans le vers nous avons une prévision, une attente plus précise (*a greater expectancy*) du rythme ; et cela vient de ce que les rythmes sont ici plus marqués et prédéterminés. ».

M. Desmond Mac Carthy note ensuite que toute prose (surtout dans le langage parlé) contient des fragments de rythmes capables d'être amplifiés en rythmes prosodiques (ceci concorde avec le résultat des analyses par M. P. Servien des rythmes toniques chez Rousseau, Chateaubriand, etc.) et que la composition prosodique serait un exercice dépourvu de tout intérêt si l'agencement de mesures cadencées qui en constitue l'essence ne se retrouvait pas dans le langage courant.

Grâce à cette faculté de suggestion, de propagation et de multiplication virtuelle possédée par la proportion, la périodicité, même quand elle n'est pas explicite, accompagne en puissance le rythme. Le rythme est donc bien périodicité perçue, périodicité développée ou suggérée.

Et ce sont en dernier lieu les facteurs cadence et proportion, et leurs dosages respectifs, qui constituent l'essence du phénomène ;

1. La spirale d'Archimède, dont les spires successives découpent sur ses rayons des segments égaux, est également une courbe « statique », par opposition à la spirale logarithmique, dont les rayons augmentent à chaque spire suivant une progression géométrique, et qui est le symbole linéaire de la proportion géométrique continue.
2. *Prose Poetry and Poetic Prose*, Sunday Times, 24 janvier 1937.

une cadence peut être infléchie, peut sous l'action d'une proportion recevoir une pulsation dynamique, dans le cas-limite passer du discontinu au continu, devenir la proportion même; une proportion peut se développer, se régler, suivant certaine cadence, dans le cas-limite (passage du continu au discontinu) devenir la cadence même... Si l'on veut allier en une formule brève les trois éléments fondamentaux de l'esthétique mathématique, on peut dire que *le rythme naît de l'action de la proportion sur la cadence.*

La proportion (comme les accords musicaux et les timbres verbaux qui lui sont apparentés), produit aussi ses incantations; mais celles-ci sont instantanées, différentes comme procédé de celles que produisent les rythmes cadencés; on peut dire que leur action (comme celle des suggestions sémantiques par associations de sons, d'images ou d'idées) est moins directement physiologique, plus cérébrale. D'une façon générale, le domaine de la proportion, dans l'espace comme dans la durée, s'adresse plutôt aux facultés mentales; l'action du rythme cadencé, par contre, fait vibrer directement les cordes d'une sensibilité reliée aux circuits physiologiques. Il y a une nuance entre l'émotion abstraite ressentie par un architecte contemplant le Parthénon ou même le plan du Parthénon, et la stimulation euphorique que l'on peut éprouver en écoutant un lied, un opéra de Wagner, ou un beau poème[1]. Sans quitter le domaine des arts de la durée, on voit que c'est la combinaison heureuse de ces deux actions, cadence et proportion, en certaine pulsation (en certain rythme), qui donnera de par la création d'ondes psycho-physiologiques induites le maximum de stimulation esthétique.

Ces considérations sur les synchronismes ou les inductions mutuelles pouvant relier les rythmes sonores, les rythmes affectifs et

1. L'énoncé le plus net de l'attitude abstraite, cérébrale, dépouillée, virile pourrait-on dire, dans la jouissance esthétique, se trouve dans le *Philèbe* de Platon : « Mais par beauté de la forme je veux que l'on entende ici non pas ce que la foule entend généralement par là, comme la beauté des êtres vivants ou des tableaux qui les représentent, mais quelque chose de rectiligne et de circulaire, et les surfaces et les corps que l'on peut déduire du rectiligne et du circulaire au moyen du compas, du cordeau et du rapporteur. Car ces choses ne sont pas, comme les autres, conditionnellement belles, mais sont toujours belles en elles-mêmes. »

J'emprunte cette citation, qui aurait pu servir de manifeste au cubisme, à l'ouvrage capital d'E. Moessel : *Die Proportion in Antike und Mittelalter*, C.-H. Beck, éd. Munich.

les rythmes (cadences et rythmes pour être précis) physiologiques, nous ramènent aussi dans les arts de la durée au ανθροπος παντων μετρον (« l'homme est la mesure de toutes choses[1] ») de Protagoras, auquel la nouvelle compréhension des tracés régulateurs grecs et gothiques, et de la « symétrie dynamique », avait en architecture rendu déjà son sens profond.

L'élan vital de Bergson et les rythmes (de l'âme individuelle et de l'Ame du Monde) de Platon font assez bon ménage; cela ne nous empêche pas de rencontrer de-ci de-là des antinomies subtiles : le flot psychologique est continu (il est probablement le modèle du continu mathématique), le phénomène vivant est continu et irréversible, l'Univers physique est discontinu et peut-être réversible[2]. Et l'écoulement du flot vivant psycho-physiologique est ponctué d'une cadence discontinue : celle du cœur.

Comme le lecteur a déjà pu le remarquer, les considérations sur la durée que l'analyse des rythmes proprement dits ou rythmes sonores nous ont suggérées dans ce chapitre posent des problèmes franchement métaphysiques. Les Grecs et surtout les Pythagoriciens trouvaient tout naturel le passage direct de la musique à la philo-

1. Nous avons déjà relevé que les divisions de la suite sonore en octaves et des octaves en 12 ou 7 sons paraissent bien être imposées par notre constitution psycho-physiologique.

2. Les idées de Bergson et celles d'Einstein sur le temps et la durée se laissent assez bien juxtaposer et combiner; en développant cette combinaison jusqu'au bout, on arrive aux conclusions suivantes :

Le temps scientifique n'est qu'une convention, le temps absolu n'existe pas, ou du moins n'a pas de direction; c'est l'écoulement de la durée de l'observateur qui crée l'illusion d'un temps absolu dirigé. Dans le monde à 4 ou 5 dimensions d'Einstein — Weyl, ce temps scientifique purement conventionnel peut être identifié à l'un quelconque des axes que l'on affectera du coefficient « imaginaire » de transcendance en le faisant coïncider en direction avec la durée propre de l'observateur. Tout ceci, qui est parfaitement logique et satisfaisant, nous mène brusquement à une antinomie :

Les périodicités non perçues, non vécues comme déroulements jalonnés dans la durée d'une conscience, n'existent pas (en tant que rythmes), car il n'y a en elles ni durée, ni temps, seulement une pseudo-périodicité spatiale, donnée une fois pour toutes... Ce serait le cas pour les mouvements périodiques des astres, si l'on faisait abstraction des observateurs : il ne resterait que des pseudo-rythmes, des rythmes morts qui n'auraient pas plus d'existence « dans le temps » que la spirale d'une ammonite fossile. Mais alors (c'est ici que paraît l'antinomie) comment se fait-il que ces pseudo-rythmes (rythme des saisons, rythme lunaire) puissent influencer très directement le métabolisme, les cycles de croissance et de reproduction des organismes vivants, et les sentiments qui leur sont reliés ?

J'ai essayé dans mon « Nombre d'Or » tome II, *Les Rites*, de résoudre cette « antinomie du rythme », la plus sérieuse de celles que soulève la négation du temps absolu.

sophie ; ce point de vue, spécialement en ce qui concerne les échappées que la musique nous présente sur la nature du temps et de la durée, a été repris de nos jours, et je me permettrai de citer ci-après quelques passages de l'intéressante brochure de M. Francis Warrain intitulée *Conception Psycho-Physique de la Gamme*[1].

« La Musique est au Temps ce que la Géométrie est à l'Espace. La Géométrie considérée comme art constitue le Dessin ; la Musique considérée comme science se ramène à l'Arithmétique. »

C'est-à-dire que la Musique est « le Dessin dans le Temps », proposition approximativement symétrique de la fameuse boutade sur la musique pétrifiée.

« Le Rythme est une synthèse subjective de durées finies, distinctes, et perceptibles comme telles. »

Ceci s'accorde avec la définition de Sonnenschein considérant le rythme comme un enchaînement de proportions dans la durée ; nous avons vu que l'on peut aussi envisager le rythme au point de vue « discontinu » en notant les « piquets » toniques qui jalonnent sa route.

Si nous nous rappelons que les durées sont proportionnelles aux intensités, parce que la suite des durées et celle des intensités ne sont que les traces, les accompagnements, diversement notés, de la suite sous-jacente des « explosions » affectives, nous constatons que suivant que l'on examine l'accompagnement des durées ou celui des accents toniques, on percevra l'enchaînement des proportions (si l'on veut : le « rythme » des proportions), notation continue, ou le rythme des intensités, rythme proprement dit, notation discontinue.

Revenons à M. F. Warrain :

« Le son musical qualifie directement l'essence même du temps, puisque cette qualité est déterminée par un rapport de deux fréquences uniformes, c'est-à-dire par une relation d'éléments infinitésimaux de durée tout pure... Les intervalles musicaux nous font saisir les conditions esthétiques de la durée elle-même, qui nous font pénétrer plus intimément que tout autre phénomène dans l'essence du Temps. »

1. Extrait du *Bulletin de l'Institut Général Psychologique*, Paris.

Ces considérations ont été développées du côté de la métaphysique pure par une école allemande de « philosophie harmonique » dont l'organe paraît en Suisse. Voici quelques propositions tirées du premier numéro de ces « Blätter für harmonische Forschung » (Berne) :

« Notre oreille saisit *a priori* la valeur exacte des nombres, en même temps que le ton. Cette spontanéité, cette faculté unique et étrange de l'oreille de pouvoir évaluer exactement le moyen de définition le plus important du domaine de la connaissance, le *Nombre* — et ceci en un acte de perception spontanée — doit frapper notre attention, et a du reste toujours stimulé une façon déterminée de penser, commençant par Pythagore et Platon, en passant par Képler jusqu'à A. von Thimus. Nous nommons l'*Harmonique* la façon de penser qui se sert du phénomène tonal comme d'un moyen de connaissance. »

Cette école voit dans le ton « ...l'Entité reliant le Nombre et la Sensation... l'unique possibilité de vivre le Nombre spirituellement... C'est le Nombre en tant que Ton qui seul crée le trait d'union, le pont entre la pensée et la sensation... L'*Harmonique*, de par la particularité du Ton de mettre en regard l'Espace et le Temps (longueur de la corde et durée de la vibration), comme images réfléchies l'un de l'autre, crée non seulement un pont entre la pensée et la sensation, mais un pont entre l'Espace et le Temps. »

On voit que si la Musique aida jadis les Grecs à développer les sciences mathématiques et à établir non seulement leur théorie des proportions, mais aussi leur conception symphonique de l'architecture (*symmetria* et commodulation), elle stimule à nouveau tout un ordre de recherches dans cet intéressant domaine de la science où se rejoignent physique mathématique, méthaphysique et Esthétique.

Les Grecs qui, se conformant d'avance au programme énoncé plus haut, savaient déjà « vivre le nombre spirituellement[1] », surent aussi occasionnellement retransformer le Nombre en Beauté.

1. On connait le célèbre résumé de la doctrine de Pythagore, du moins de son système du monde, provenant de son « Hiéros Logos » : « Tout est arrangé d'après le Nombre » (ἀριθμῷ δέ τε πάντ' ἐπέοικεν). Aristoxène de Tarente (cité par Stobée) attribue aussi cette conception au Maître de Samos (Πυθαγορας ... πάντα τά πράγματα ἀπεικάζων τοῖς ἀριθμοῖς).

J'ai déjà cité dans mon « Nombre d'Or » l'important passage de la biographie de Pythagore par Héraclide le Pontique[1] où il est dit que « Pythagore plaçait le bonheur suprême (littéralement « l'eudaïmonie de l'âme ») dans la contemplation des rythmes de l'Univers » (littéralement : « de la perfection des Nombres », τῆς τελειότητος τῶν ἀριθμῶν, le Nombre étant ici à la fois *rythmos et arithmos*, rythme et proportion).

C'est encore par une citation de P. Servien que je terminerai cette tentative de reprendre et de mettre à jour la synthèse pythagoricienne :

« La plus haute volupté des hommes est l'appréhension, sous l'infinie variété des choses, de rapports mathématiques simples. Faites sensation, elle est art ; faite concepts, elle est science ; nébuleuse résoluble ou non d'un même Univers : l'Esthétique.

Donc le Rythme est partout. Et dans les espaces troubles qui nous environnent, les seuls amis de l'homme, les seuls qui le rassurent de paroles claires, ce sont les rythmes »...

1. Fragment cité par Clément d'Alexandrie, *Strom.*

FIN

TABLE DES PLANCHES

PLANCHE I. — Proportions d'un corps masculin (carré et section dorée) . 17
— II. — Schéma géométrique de la planche I 18
— III. — Proportions d'un corps féminin (deux rectangles $\sqrt{5}$ horizontaux superposés et section dorée) 21
— IV. — Proportions d'un corps masculin $\left(\text{deux rectangles } \sqrt{5} \text{ horizontaux superposées et rapport } \frac{5}{8}\right)$ 22
— V. — La section dorée, constructions élémentaires 29
— VI. — Section dorée, pentagone, décagone 30
— VII. — Inscription du pentagone dans un cercle donné. Construction du pentagone de côté donné AB 31
— VIII. — Amplification de la construction précédente. Pentagone et pentagramme 32
— IX. — Pentagone, décagone et section dorée 35
— X. — Pentagramme. Pentagone, décagone étoilé et pentagramme. 36
— XI. — Le triangle du pentagramme (constructions harmoniques). 37
— XII. — Le triangle du pentagramme (constructions harmoniques). 38
— XIII. — Le triangle du pentagramme (constructions harmoniques). 41
— XIV. — Le triangle du pentagramme (ogive et portail gothique, d'après Moessel) 42
— XV. — Les rectangles dynamiques 51
— XVI. — Spirale $\varnothing$. Rectangle $\varnothing$. — 52
— XVII. — Le carré : décompositions harmoniques en $\varnothing$ 53
— XVIII. — Rectangle $\varnothing$: décompositions harmoniques 54
— XIX. — Rectangle $\sqrt{2}$ 55
— XX. — Rectangle $\sqrt{3}$. Tracé régulateur gothique en $\sqrt{3}$ (Dôme de Milan) 56
— XXI. — Rectangle $\sqrt{5}$. Relations entre les rectangles $\sqrt{5}$, $\sqrt{\varnothing}$, $\varnothing$, $\varnothing^2$. 59
— XXII. — Rectangle $\varnothing$ et pentagone. Trois variations sur le rectangle $\varnothing$ 60
— XXIII. — Rectangles complexes 61
— XXIV. — Rectangle $\sqrt{\varnothing}$. Rectangles complexes 62

PLANCHE XXV. — Rectangle $\sqrt{\varnothing}$ (thèmes $\varnothing$ et $\sqrt{\varnothing}$). 63
— XXVI. — Décagone, pentagone, section dorée; diagramme des proportions d'après Moessel 64
— XXVII. — Réseau gothique pour tracés régulateurs (d'après Moessel) 67
— XXVIII. — Deux tracés régulateurs gothiques types (d'après Moessel) 68
— XXIX. — Tracé régulateur d'une coupe, par M. J. Puiforcat . . 69
— XXX. — Tracé régulateur d'un légumier, par M. J. Puiforcat . 70
— XXXI. — Tracé régulateur d'une statue de Descartes par M. J. Puiforcat 72
— XXXII. — Trois états d'un tableau d'après M. Louis Livet . . . 73
— XXXIII. — Partitions isotropes (cadences uniformes). 81
— XXXIV. — Partitions équilatérales (cadences uniformément variées). 82
— XXXV. — Développement du schéma 4 de la planche XXXIV. . 85
— XXXVI. — Rectangles dynamiques et carré (rythmes découlant des proportions) 86
— XXXVII. — Deux spirales et une pseudo-spirale (rythmes pulsants et rythme cadencé) 89
— XXXVIII. — Cadences rythmées. Cadence rythmée et proportion 90
— XXXIX. — Cadences rythmées à l'intérieur de rectangles dynamiques 91
— XL. — Fonctions périodiques : cadence uniformément variée, cadences rythmées (2 et 4) rythme cadencé (3) . . 161
— XLI. — Alhambra de Grenade, Cour des Myrtes (cadence uniformément variée) 165
— XLII. — Eglise des Scalzi, Venise (cadence rythmée). 166
— XLIII. — Fontaine du Palais del Grillo, Rome (rythme mélodique) 167
— XLIV. — Fontaine de la Pigna, Vatican (rythme mélodique). . 168
— XLV. — Sainte-Constance, Rome (rythme mélodique) 171
— XLVI. — La Salute, extérieur, par G. M. Cantacuzène (suite rythmée) 172
— XLVII. — La Salute, intérieur, par G. M. Cantacuzène (suite rythmée). 173
— XLVIII. — Piazza Navone, par G. M. Cantacuzène (suite rythmée). 174

TABLE

AVANT-PROPOS 9

CHAPITRE PREMIER. — *Science et Esthétique* 13
Le point de vue géométrique, caractéristique de la civilisation méditerranéenne. Conception harmonique, symphonique, dans l'architecture et les arts plastiques. De Pythagore aux architectes gothiques, en passant par Platon et Vitruve. Macrocosme et Microcosme. *Ars sine Scientia nihil.*

CHAPITRE II. — *La Proportion* 27
Rapport, proportion, symétrie, eurythmie. Le partage asymétrique le plus simple : la section dorée. Proportion arithmétique, proportion géométrique, proportion harmonique. Les dix types de proportions. La proportion et le principe d'Analogie.

CHAPITRE III. — *La Symétrie Dynamique*. 49
Les travaux récents sur les canons et les tracés régulateurs de l'architecture grecque ou gothique. Théories de Hambidge (rectangles dynamiques et *symétrie dynamique*) et de Moessel (segmentation du cercle directeur). Convergence des résultats. La symétrie pentagonale et la section dorée. Applications des méthodes de Hambidge et de Moessel aux tracés régulateurs modernes.

CHAPITRE IV. — *Rythme et Cadence dans la Durée et dans l'Espace* 77
Catégories du réversible et de l'irréversible, du continu et du discontinu, dans la perception esthétique. Définitions du Rythme, d'Aristoxène à P. Servien. — Le Rythme *périodicité perçue*. Distinction entre mètre (Cadence) et Rythme. Cadences et rythmes physiologiques.

CHAPITRE V. — *Rythme et Musique* 97
Cadence et Rythme dans les arts de la durée. Les différents rythmes en musique (intensités, durées, hauteurs).

CHAPITRE VI. — *La Gamme et les Nombr s* 101
Gamme naturelle ou gamme des harmoniques. Accords parfaits majeur et mineur. Gammes diatoniques. La gamme pythagoricienne des quintes. La gamme majeure Aristoxène-Zarlin). Gammes chromatiques. Dièses et bémols. Gamme tempérée.

Chapitre VII. — *La Gamme d'Or* 115
La proportion géométrique génératrice des intervalles de la gamme tempérée. Observations de M. Denéréaz : la section dorée et la gamme tempérée. La gamme d'or de M. Dérénéaz.

Chapitre VIII. — *La Gamme Humaine* 127
Le bruit, le son, le son musical. Théorème de Fourier. La division de la suite sonore en octaves diatoniques ou chromatiques imposée par notre constitution psycho-physiologique. La gamme humaine.

Chapitre IX. — *Rythme et Langage* 133
Les rythmes en prosodie. Importance du rythme des intensités ou *Rythme Tonique*. Rythme iambique et rythme trochaïque. Rythme des hauteurs.

Chapitre X. — *Le Phénomène Lyrique et le Rythme Tonique* 139
Théories de M. Pius Servien : le Langage des Sciences et le Langage Lyrique. Transcendance du Langage Lyrique. Le Rythme et le Nombre.

Chapitre XI. — *Le Rythme Tonique* 145
Représentation des phonèmes par des suites de nombres (les « nombres caractéristiques » de M. Pius Servien). Analyses de textes.

Chapitre XII. — *Les Timbres* 153
Rythme des timbres. Les vertus suggestives des timbres. Recherches nouvelles dans le domaine de la sémantique expérimentale.

Chapitre XIII. — *Rythme et Durée* 159
Extension aux arts de l'espace des notions de cadence et de rythme, et aux arts de la durée des notions de proportion et de symétrie. Le rythme naît de l'action de la proportion sur la cadence. Le son musical qualifie directement l'essence même du temps. Le Nombre en tant que Ton forme un pont entre l'Espace et le Temps. « Tout est arrangé d'après le Nombre ».

Table des Planches 183

IMPRIMERIE DE LAGNY
EMMANUEL GREVIN ET FILS
. . . . . 5-1952 . . . . .

Dépôt légal : 1938.
N° d'Éd. 2849. — N° d'Imp. 3024.
Imprimé en France.