niers Pédagogiques

OUR L'ENSEIGNEMENT
DU

Second Degré

ISEIGNEMENT
DES MATHÉMATIQUES

DIX NUMÉROS
PAR ANNÉE SCOLAIRE
5e Année

5

1er FEVRIER 1950
PRIX DE CE NUMÉRO :
90 frs

ICATION MENSUELLE DE L'A.N.E.C.N.E.S.
160, Rue Pierre Corneille, LYON

LA GÉOMÉTRIE INTUITIVE DANS L'ENSEIGNEMENT ITALIEN

SUR L'EMPLOI D'UNE MÉTHODE ACTIVE

Je désire tout d'abord adresser un chaleureux remerciement aux inspecteurs généraux du Ministère français de l'Education nationale et aux professeurs de mathématiques des classes nouvelles qui, pendant les stages de septembre 1949 à Sèvres, m'ont invitée à parler de mes expériences sur l'enseignement de la géométrie intuitive dans les écoles du second degré en Italie. Je voudrais aussi que les lecteurs des *Cahiers* sachent que c'est avec une véritable émotion que j'écris cet article pour leur revue ; la même émotion que j'ai éprouvée lors de ces inoubliables journées de Sèvres, travaillant avec eux et la délégation des professeurs belges au problème de l'Ecole.

La comparaison, justement, des programmes et des méthodes d'enseignement des mathématiques en France, en Belgique et en Italie m'a amenée à faire des réflexions qui peut-être vous aideront à comprendre les programmes italiens. Il est évident, en effet, que cette diversité de programmes et de méthodes tient non seulement aux traditions de l'école mathématique de chacun de nos pays, mais aussi au genre d'intelligence du peuple, à ses nécessités intellectuelles, à ses besoins sociaux, enfin à l'esprit du pays lui-même. Ces considérations pourront éclairer ce bref rapport, que pour plus de clarté je diviserai en trois parties :

1° La place de la géométrie — et en particulier de la géométrie intuitive — dans l'enseignement italien du second degré.

2° La critique de l'enseignement traditionnel du cours de géométrie intuitive et l'esquisse d'une méthode active suggérée par les *Eléments de géométrie*, de A.-C. Clairaut.

3° Considérations plus détaillées sur cette méthode active (1).

I. — L'enseignement de la géométrie en Italie.

L'école secondaire italienne (scuola media inferiore e liceo classico o scuola media e liceo scientifico) se compose de huit classes pour des élèves âgés de 11 à 18 ans. Du point de vue de l'enseignement de la géométrie, nous pouvons la partager en deux cycles : un premier cycle de trois ans, dans lequel on étudie la géométrie intuitive (plane et solide) et un cours de cinq ans consacré à la géométrie rationnelle (plane et solide).

Disons d'abord un mot de ce dernier. L'enseignement de la géométrie euclidienne a, on le sait, un but essentiellement formatif ; il dresse l'élève à la coordination des idées, au raisonnement rigoureux, à la logique. C'est très important en Italie. Permettez-moi d'attirer votre attention sur un défaut — ou, pourquoi pas ? une qualité — de notre caractère national : la plus grande partie des Italiens passe des heures à parler de tout et de rien sans aboutir jamais à aucun résultat ; ils font de longs discours dont les conclusions sont les hypothèses mêmes dont ils sont partis ; ils vivent, non pour manger, mais pour parler.

On voit quelle est l'importance, chez nous, d'un bon cours de géométrie euclidienne. — « Mais, direz-vous, si cet enseignement logique est tellement nécessaire, pourquoi ne pas le commencer le plus tôt possible ? » — Réfléchissons : nous avons devant nous un enfant italien qui est quelquefois très précoce, mais qui n'est pas du tout doué d'une intelligence rationnelle. Il a un esprit intuitif qui se rebelle au raisonnement euclidien jusqu'à l'âge de 14 ou 15 ans. Et on ne peut pas forcer la nature ! On pourrait chercher à faire entrer tout de suite l'enfant dans l'esprit des mathématiques, on pourrait vouloir qu'il comprenne tout de suite ce qu'est la rigueur mathématique ; on risquerait alors d'éveiller en lui un dégoût compréhensible pour cette science, ou bien — ce qui, à mon avis, serait encore pire — de lui en donner une idée absolument fausse. L'esprit de l'enfant ne peut s'assimiler en un jour la méthode euclidienne ; c'est pour lui un travail progressif, une lente conquête. On doit sentir la nécessité de cette rigueur pour la goûter. Ne mettons pas entre les mains des enfants des outils qu'il ne sait pas encore employer.

Cette difficulté que rencontrent les enfants s'explique par l'histoire : n'oublions pas en effet qu'avant les *Eléments* d'Euclide il y eut des siècles de travaux et de recherches ; et cet effort de l'humanité vers la perfection est, à mon avis, plus expressif, plus significatif, que la perfection même

Ainsi, pour tenir compte du type d'intelligence du garçon italien, nous faisons précéder le cours rationnel par un cours de géométre intuitive, ou expérimentale, ou pratique.

En quoi consiste cet enseignement ? C'est une lente préparation, une préparation de trois ans au cours rationnel. Mais l'esprit du cours en est différent : on ne donne pas, en général, et surtout au début, de démonstrations rationnelles, on se borne à faire appel à l'expérience et à l'intuition. En même temps, si nous jetons les yeux sur la table des matières d'un manuel quelconque, nous nous apercevons que l'ordre des chapitres est exactement celui du cours rationnel. Le premier chapitre traite de l'idée de point et de la ligne droite, des définitions du segment et de l'angle, des opérations sur les segments et sur les angles, de l'emploi de la règle, du compas et du rapporteur. On passe ensuite à la définition des droites parallèles et perpendiculaires, au triangle et au polygone, aux cas d'égalité des triangles, à la somme des angles d'un triangle, à l'étude

(1) J'ai déjà eu l'occasion d'écrire sur ce sujet de la géométrie intuitive, dans la revue italienne, « Periodico di mathematiche », n° 3, 1946 (E. C.). — Mlle Castelnuovo a également publié un livre, « Geometria intuitiva, per le scuole medie inferiori », Casa editrice R. Carabba, Lanciano (Chieti), Italie (F. G.).

de certains polygones et du cercle. Le cours de géométrie plane, qui se termine par un chapitre sur les aires, se développe pendant les deux premières années d'études secondaires. La troisième année est consacrée à l'étude de la géométrie solide, en commençant là aussi par les différentes positions des droites et des plans dans l'espace pour arriver aux volumes des solides les plus simples.

L'ordre suivi est exactement celui du cours rationnel ; le professeur connaît le pourquoi de cet ordre, l'élève l'ignore, puisque c'est l'enchaînement des démonstrations qui explique cet ordre et que cet enchaînement, dans son ensemble, ne lui est pas exposé.

II. — Comment enseigner la géométrie intuitive.

Ce qui me plaît le moins dans cette progression, c'est qu'on néglige absolument le point de vue de l'enfant. On a bien soin de regarder le tableau noir, mais on ne fait aucun cas des yeux de l'élève.

Je pense au contraire que tout cours cyclique a son importance si on l'adapte à l'état psychologique que l'élève traverse à ce moment-là.

Je me suis demandé il y a quelques années comment donner un sens à ce cours de géometrie intuitive et comment réveiller l'intérêt de l'enfant. La réponse est tout à fait simple : il faut suivre une méthode active. Mais, si la réponse est simple, n'est pas si simple son exécution. Est-il possible, en particulier, d'appliquer une méthode active à l'enseignement de la géometrie intuitive en suivant strictement l'ordre des chapitres du cours rationnel ? J'ai vu que cela était impossible et cela pour des raisons qui tiennent à la nature même des choses.

Un livre traditionnel, en effet, commence par des définitions et des conceptions générales. Or on ne peut pas s'attendre à ce qu'un élève, même bien dirigé, arrive dès le début à donner une définition. N'oublions pas — je me permets de le dire encore une fois — que chacune de nos définitions est le résultat d'un travail qui a duré pendant des siècles ; aussi ne peuvent-elles être formulées tout de suite par un enfant. Le professeur peut, au moyen d'exemples, chercher à illustrer les définitions qu'il donnera ; mais il reste qu'il fera faire des exercices sur des définitions que l'élève n'aura pas assimilées, qu'il n'aura pas été conduit à découvrir, dont il ne se sera pas rendu un compte exact ; ce qui est absurde.

Comme exemple de cette faute didactique, prenons la définition de l'angle. Le professeur qui donne la définition d'Euclide, « l'angle est l'inclinaison d'une droite sur une autre », et qui pour faciliter la compréhension dessine sur l'angle un petit arc qui a pour centre le sommet de l'angle, peut s'attendre avec certitude à ce que l'élève lui réponde que pour construire un angle plus grand que celui qui est donné il faut tracer un arc dont le rayon soit plus long. Alors le même professeur, qui ne manque ni d'intelligence, ni d'esprit didactique, ni de foi, décide de donner l'année suivante la définition qui apparaît pour la première fois dans les traités d'Arnaud et de Bertrand, vers 1660-70 : « l'angle est la partie du plan comprise entre deux demi-droites qui ont la même origine » ; mais cette année aussi son optimisme est compromis ! Pour construire un angle plus grand qu'un angle donné, l'élève va prolonger les côtés

A qui la faute ? A l'élève ou au maître ? Ni à l'un, ni à l'autre, évidemment.

Autre chose : le professeur peut, dans chaque chapitre, susciter l'intérêt de l'élève, le conduire à la découverte des propriétés géométriques. Mais, une fois un chapitre terminé, le chapitre suivant n'apparaît nullement à l'élève comme la suite du précédent. Il y a sans doute la progression logique, mais dans ce cours de géometrie intuitive l'élève ne la connait pas. On est donc réduit à ce qu'on pourrait appeler une méthode active par îlots, les îlots étant les chapitres du cours.

Je me suis demandé s'il ne serait pas possible de suivre pour la geométrie intuitive une méthode active continue.

Il m'est apparu que c'est l'histoire qui donnait la solution. De toute évidence, *le développement historique de la géométrie est un travail actif à travers les siècles.* Il suffirait donc de suivre la même suite pénible de recherches et d'erreurs, en évitant toutefois l'exagération qui consisterait à repasser par tous les tours et détours de l'évolution historique. *Nous substituerons ainsi à la méthode descriptive traditionnelle une méthode constructive dans le vrai sens du mot.*

J'ai été confirmée dans ces idées par la lecture des *Eléments de géométrie* d'Alexis-Claude Clairaut (1). Ce livre est vraiment un joyau de la littérature pédagogique des mathématiques. Ecrit en 1741, pour rendre la géométrie compréhensible et intéressante à la marquise du Châtelet qui désirait un « chemin royal » pour apprendre les mathématiques, il est surtout une critique de la tendance de mettre entre les mains des débutants les livres d'Euclide. Clairaut pénètre d'une façons vraiment merveilleuse pour un savant l'esprit de l'enfant. « Je me suis proposé, dit-il dans sa préface, de remonter à ce qui pouvait avoir donné naissance à la géométrie ; et j'ai tâché d'en développer les principes par une méthode assez naturelle pour être supposée la même que celle des premiers inventeurs, observant seulement d'éviter toutes les fausses tentatives qu'ils ont nécessairement dû faire. La mesure des terrains m'a paru ce qu'il y avait de plus propre à faire naître les premières propositions de géométrie. »

Ainsi son livre commence par le chapitre de l'*équivalence :* calculer l'aire d'un champ polygonal en le divisant en triangles. Mais ce n'est pas toujours possible en pratique, il peut se trouver à l'intérieur du champ un obstacle, un lac ou un bâtiment, qui empêche de prendre des mesures directes. Il faudrait alors tracer dans le voisinage du champ, par exemple sur une esplanade sans obstacle, un polygone égal au polygone qui est en question. C'est alors que naît, d'une façon toute naturelle, la notion d'*égalité,* et, avec elle, que s'impose le concept d'angle. Mais il n'est pas facile en pratique de trouver un espace libre égal au champ qui est en question. Surgit alors spontanément l'idée de construire le plan du polygone donné dans une certaine échelle : le chapitre de la *similitude* suit ainsi d'une façon naturelle.

On voit comment s'engendrent les arguments fondamentaux (équivalence, égalité, similitude) de la géométrie plane traitée d'une manière historique. On passe du complexe (polygone) au simple (segment, angle), du particulier au général, des problèmes pratiques aux théoriques en cherchant à s'approcher petit à petit du raisonnement rationnel, de sorte que, dit Clairaut, « ces premiers pas ne peuvent être hors de la portée des commençants, puisque c'étaient des commençants qui les avaient faits ».

---

(1) Une édition récente des « Eléments de géométrie » a été publiée par Gauthier-Villars, Paris, dans la collection « Les maîtres de la pensée scientifique ».

III. — Esquisse d'une méthode active en géométrie intuitive.

Dans mon cours, je suis l'idée fondamentale des *Eléments* de Clairaut, en omettant toutefois certaines parties, en ajoutant au contraire d'autres développements dans le but d'adapter mon modèle à l'école moderne. Mais comme il est très difficile de pénétrer une méthode d'enseignement sans l'avoir expérimentée directement, il vaut mieux que je vous indique la suite des chapitres et des arguments de ce cours *constructif* de géométrie. Je me permets de vous faire entrer pour ainsi dire dans ma classe dan l'espoir d'avoir de votre part des conseils et des suggestions.

Je commence le cours par des leçons de *dessin géométrique* dans le but d'habituer l'enfant à la précision de la construction, c'est-à-dire à la précision de l'expression ; cependant — il est utile d'y insister — je ne donne aucune définition ; l'élève doit sentir la nécessité des définitions, il doit formuler lui-même les définitions, et cela se produira quand il sera plus avancé dans le cours. Le rôle le plus important de ces leçons de dessin géométrique est d'attirer l'attention de l'enfant sur les ouvrages artistiques et décoratifs qu'il rencontre très souvent sans les observer. Une méthode active ne peut rester étrangère à la vie journalière, pas plus qu'à l'histoire de la civilisation ; ainsi la science que nous enseignons ne doit pas ignorer ses applications esthétiques. L'art proprement dit — aussi bien comme observation que comme joie pure — doit entrer dans la classe de géométrie.

On passe ensuite au problème de *l'équivalence,* à la recherche des règles pour déterminer l'aire d'un polygone, c'est-à-dire au problème le plus remarquable de la géométrie plane. Ayant donné une unité de mesure pour les surfaces, on calcule d'abord l'aire du carré et du rectangle (en considérant naturellement des dimensions commensurables entre elles) ; on passe ensuite à la recherche de la règle pour calculer l'aire d'un triangle (comme moitié d'un rectangle), celle d'un parallélogramme, d'un trapèze, d'un polygone régulier, d'un polygone quelconque que l'on divise en triangles. Des milliers d'exemples et d'applications sur l'utilité pratique de ces règles de mesure se présentent aux élèves habitant la ville et encore plus à ceux qui vivent à la campagne. Mais il est utile aussi que l'enfant s'entraîne avec quelque chose de plus petit, de plus tangible, par exemple des modèles de carton, la décomposition et la recomposition des polygones lui offrant la possibilité d'analyser et de synthétiser, tout en développant ses facultés d'observation.

Et cet exercice conduit d'une façon tout à fait naturelle à la plus simple démonstration du théorème de Pythagore. L'effet de ce théorème découvert par les enfants lors de la première année des écoles secondaires est psychologiquement intéressant. Il arrive à l'élève devant la « révélation » du théorème de Pythagore ce qui arrive à chacun d'entre nous devant un tableau merveilleux ou encore un spectacle naturel superbe et extraordinaire : c'est trop beau. Et d'abord cette étrange propriété du triangle rectangle ne donne que de l'admiration pour le génie qui l'a découverte ; pour l'apprécier à fond il faut en faire de très nombreuses applications. Voici que l'élève passe peu à peu de problèmes pratiques (détermination de la longuur de la diagonale de sa table rectangulaire, ou de la longueur d'une corde tendue entre sa fenêtre et celle de la maison d'en face à l'étage au-dessous, etc.) aux applications et aux extensions plus abstraites du même théorème, par exemple à cette propriété qui veut que le triangle équilatéral construit sur l'hypoténuse soit équivalent à la somme des triangles équilatéraux construits sur les cathètes. Ce passage lent et progressif du concret à l'abstrait, du particulier au général, fait en sorte que la matière soit créée et étudiée suivant les lois naturelles du développement psychologique. Et j'estime que le théorème de Pythagore, par son double aspect pratique et abstrait, est particulièrement indiqué pour dresser l'esprit de l'élève au raisonnement mathématique.

Mais reprenons notre problème au début : la détermination des aires des terrains, en suivant la progression que nous avons indiquée en commentant Clairaut. Soit à mesurer un champ polygonal ; c'est facile, mais il peut y avoir des obstacles ; reproduisons sur une surface plate et libre un polygone égal. Nous avons ainsi le problème de *l'égalité :* comment construire un polygone égal à un polygone donné ? Il est indispensable pour cela d'arriver à l'idée d'*angle ;* cette idée intervient comme une nécessité, on n'en donne pas la définition à l'élève, mais de nombreuses mesures d'angles par le rapporteur, différentes applications pratiques conduisent petit à petit l'élève à donner lui-même une définition.

Les problèmes pratiques sur les aires nous ont amenés au théorème de Pythagore, théorème non évident, qui donne le sentiment d'une découverte, pour lequel on éprouve le besoin d'une démonstration ; de même, les mesures sur les angles nous amènent à la propriété sur *la somme des angles d'un triangle,* propriété qui n'est pas évidente non plus à première vue et qui donne comme la précédente la sensation d'une découverte.

Et maintenant on peut arriver à la construction d'un triangle égal à un triangle donné, cela au moyen des trois cas d'égalité des triangles, qui s'imposent ici comme nécessité de construction.

Mais le plus souvent il n'est pas facile de trouver un espace libre et plat où l'on puisse construire un polygone égal au champ qui a été donné. Et alors ? L'enfant a recours à une idée que l'observation quotidienne du milieu même qui l'entoure lui suggère aisément. Tous les enfants savent qu'il peut y avoir des objets de même forme et d'extension différente. A-t-on oublié ces boites en forme de cube rentrant les unes dans les autres, ou bien ces œufs en bois dont l'un est la forme rapetissée de l'autre ? Quel enfant n'a vu aujourd'hui le plan d'un appartement ou bien l'agrandissement d'une photographie, ou encore deux cartes géographiques de la même région à deux échelles différentes. Il est donc naturel de songer à construire le plan du champ donné à une échelle déterminée, c'est-à-dire d'avoir recours à l'idée de *similitude,* qui est — ce me semble — l'idée géométrique la plus spontanée, la plus attrayante ; elle est plus suggestive, sinon plus facile, que celle même d'égalité. C'est une idée qui apparaît très tôt chez l'enfant, dès l'âge — je ne crois pas exagérer — de deux ou trois ans. Qu'est-ce qu'un jouet, le plus souvent, sinon un objet réel en réduction ? L'émerveillement de l'enfant qui s'amuse à voir représenté en petit le monde qui l'entoure (sa maison, la maison d'en face, l'église de son village) n'est pas autre chose que la découverte intuitive de l'idée de similitude. Il n'est donc pas prématuré d'en faire l'étude concrète et expérimentale pendant les premières années de l'école moyenne.

Toujours en suivant la même ligne directrice, je rencontre le problème de la détermination de l'aire d'un champ n'ayant pas la forme polygonale, et par conséquent le problème de la *quadrature du cercle,* qui est lié à celui de la rectification de la circonférence. Je cherche à amener l'élève à réfléchir sur l'importance qu'a toujours eue dans l'art la plus belle et la plus simple figure de la géométrie plane.

Je suis le même esprit de recherche dans l'étude de la géométrie *solide* ; là aussi on passe du complexe (les polyèdres, etc.) aux éléments (droites, plans, etc.) qui composent les solides. On commence par la construction des modèles en carton des solides les plus simples, on recherche les règles pour la détermination des surfaces et des volumes, on arrive enfin à l'analyse des solides eux-mêmes.

A la fin de ces trois premières années d'enseignement secondaire consacrées à la géométrie intuitive, il arrive toujours qu'un de mes élèves me pose la question suivante : « Alors, nous avons fini la géométrie ? Qu'est-ce qu'on va faire les années suivantes ? J'ai regardé les livres que nous allons avoir : j'ai vu les mêmes figures, les mêmes problèmes... Est-ce une simple répétition ? ».

C'est alors que j'introduis un exemple qui, étant tout à fait en dehors des mathématiques, fera mieux comprendre, je pense, le chemin qui a été fait et celui qui reste à faire : celui des fouilles archéologiques.

Tous les enfants en général ont entendu dire comment à travers des fouilles on réussit à mettre au jour des monuments, des vases, des fresques provenant de civilisations anciennes. La première couche de terre végétale remuée, on commence à entrevoir les parties les plus hautes des bâtiments que les événements géologiques, ou des guerres, ou d'autres accidents ont écrasés ou déformés. Et en outre, le plus souvent (c'est le cas par exemple à Troie, à Pompeï, à Ostie), ce n'est pas une seule civilisation, mais plusieurs successivement qui ont fleuri dans la même zone à différentes époques : ce sont ces diverses stratifications superposées qui révèlent les différentes vies de l'organisme urbain. L'archéologue emploie tout d'abord la méthode inverse de celle du constructeur : il marche de haut en bas, des stratifications supérieures aux plus profondes, des époques les plus récentes aux plus anciennes ; il va à la découverte.

Mais son œuvre ne s'arrête pas là ; après les fouilles proprement dites, après l'enthousiasme de la découverte, il aborde une phase plus abstraite et plus profonde de son travail, la reconstruction par la pensée de chaque cité à partir des bases qu'il a découvertes, la définition de chaque type de civilisation, l'étude de ses relations avec les autres, la systématisation, la synthèse historique. Le savant ne passe plus maintenant des civilisations les plus proches aux plus anciennes, il ne va plus au rebours du temps, il le suit au contraire dans son évolution, il reconstruit, il écrit l'histoire des hommes dans l'ordre même où elle s'est faite.

L'analogie entre les fouilles archéologiques et l'étude des travaux préeuclidiens est évidente ; dans cette dernière, en effet, l'enfant goûte ce qu'il y a de plus beau dans chaque science : la joie de la découverte. Le parallélisme entre la reconstitution historique et l'étude des *Eléments* d'Euclide me paraît aussi clair ; les *Eléments* habituent l'enfant à l'ordre et à la logique.

Enfin je crois très important du point de vue éducatif de présenter dès la première année les figures des plus grands savants, non pour apprendre aux élèves qu'ils sont nés à tel ou tel endroit, mais pour faire sentir à ces jeunes esprits l'effort de ces héros en vue de l'élévation de l'humanité.

Rome, octobre 1949.

Mlle Emma Castelnuovo,
Professeur à la Scuola Media Tasso, via Sicilia, Roma.

QUELQUES RÉFLEXIONS
au sujet de l'article de Mlle CASTELNUOVO
SUR LA GÉOMETRIE INTUITIVE

En remerciant vivement Mlle Emma Castelnuovo, professeur à la « Scuola Media Tasso » à Rome, d'avoir bien voulu rédiger la communication qu'elle a présentée au Centre de Sèvres, lors des stages de septembre 1949, je suis sûr d'être l'interprète de tous les lecteurs des *Cahiers pédagogiques ;* ceux qui l'ont entendue, il y a quelques mois, exposant avec esprit et vigueur sa conception d'un premier enseignement de la géométrie, ont certainement éprouvé un grand plaisir en retrouvant, dans ces lignes, les propos dont ils avaient déjà apprécié la qualité et la saveur ; pour ceux qui ont pris, en lisant ce texte, un premier contact avec les idées de l'auteur, l'intérêt n'aura pas été moindre, tant est importante la question posée et originale la contribution apportée à son étude.

Car il s'agit, en réalité, autant d'enseignement que d'éducation, autant de psychologie que de pédagogie ; le sujet dépasse largement le cadre strict de la présentation scolaire, à un niveau donné, des éléments de la géométrie, et je pense que les professeurs de mathématiques ne sont pas les seuls intéressés en cette affaire. C'est avec raison que Mlle Castelnuovo souligne, dès le début, que le choix des programmes et des méthodes dans chaque pays tient non seulement « aux traditions « de son école mathématique, mais aussi à la forme « d'intelligence de son peuple, à ses nécessités intel- « lectuelles, à ses besoins sociaux, à son esprit même ».

***

Les questions que l'on peut se poser, à la lecture de l'article de Mlle Castelnuovo, sont nombreuses et variées ; celles que je tente de formuler ici n'ont pas la prétention d'épuiser le problème :

Qu'est-ce que la géométrie ? — Que cherchons-nous en enseignant la géométrie ? — Peut-on concevoir comme valable un enseignement de la géométrie orienté essentiellement, ou uniquement, vers l'acquisition d'un certain nombre de connaissances en vue des applications ? — L'enseignement de la géométrie doit-il seulement, ou principalement, apporter une contribution à la formation de l'esprit, soit dans le sens de la rigueur, du développement des facultés de raisonnement, de la prise de conscience et de la clarification des idées, de l'enchaînement logique des preuves, soit dans le sens