

La Géométrie dans les écoles Steiner/Waldorf

Volume 3

ERNEST SCHUBERTH

Premiers pas dans la géométrie par le raisonnement

Sixième classe - Avec un chapitre d'introduction sur l'ombre projetée et la lumière

La Géométrie dans les écoles Steiner/Waldorf

Volume 3

ERNEST SCHUBERTH

Premiers pas dans la géométrie par le raisonnement

*Sixième classe -
Avec un chapitre d'introduction
sur l'ombre projetée et la lumière*

La Géométrie dans les écoles Steiner/Waldorf

Volume 3

ERNEST SCHUBERTH

**Premiers pas dans la géométrie
par le raisonnement**

*Sixième classe -
Avec un chapitre d'introduction
sur l'ombre projetée et la lumière*

Titre original :

Der Geometriunterricht an Waldorfschulen

*Band 3: Erste Schritte in die beweisende Geometrie
für die 6. Klasse*

© 2001 : Verlag Freies Geistesleben

Landhausstr. 82, 70190 Stuttgart www.geistesleben.com

© 2012: Fédération des Écoles Steiner-Waldorf en France,

36 rue Gassendi, 75014 Paris

www.steiner-waldorf.org

Coordination éditoriale :

Jacques Dallé

Traduction :

Jean Pierre Ablard

Pierre Paccoud

Conception graphique :

Anne Bissières / Manuela Klug

Table des matières

Avant-propos

Introduction

Les angles dans les polygones réguliers

Les formes de triangles

Le triangle équilatéral

Le tétraèdre

L'hexagone régulier inscrit dans un cercle

Le triangle isocèle

Exercices sur le triangle isocèle

Le triangle rectangle

Le triangle quelconque

Exercices sur le triangle quelconque

La somme des angles dans le triangle

Exercices sur le triangle quelconque

Le triangle rectangle et le cercle

Angles droits inscrits dans un cercle

Exercices sur les angles droits inscrit dans un cercle

Les lois relatives au triangle rectangle

Le théorème de Pythagore

Exercices sur le théorème de Pythagore

Pour compléter le théorème de Pythagore

Les cas d'isométrie des triangles

Les cas d'isométrie

Les exercices de base sur le triangle

Exemples de problèmes de base sur le triangle

Exercices sur le triangle

Les lignes importantes du triangle
Les médiatrices dans le triangle
Exercices sur les médiatrices dans le triangle
Les hauteurs dans le triangle
Exercices sur les hauteurs dans le triangle
Les bissectrices dans le triangle
Exercices sur les bissectrices dans le triangle
Les cercles exinscrits à un triangle

Les corps platoniciens
Le langage des formes
Une première approche conceptuelle
Il n'existe que cinq corps réguliers
La construction des corps platoniciens

Approche d'un cours sur la lumière projetée et les ombres
La lumière projetée et les ombres, en 6^e classe

Géométrie et minéralogie

Pour terminer

Bibliographie

Index

Avant-propos

Le troisième volume de la série « Cours de géométrie dans les écoles Steiner/Waldorf » s'adresse surtout, comme les deux autres, aux professeurs de classe des écoles Waldorf. Son intention est de suggérer des idées au professeur pour organiser son cours en lui laissant toute liberté. Parmi les souvenirs de mes propres années d'enseignement à l'école Waldorf de Hanovre puis à l'école Steiner de Wuppertal, les instants de bonheur pendant lesquels nous avons pu avoir un aperçu des idées mathématiques sont encore là pour moi. Ce petit fascicule aimerait aider à conduire des jeunes de l'âge approprié à des instants comme ceux-ci.

La présentation de l'ouvrage est désuète à plusieurs égards. Elle tente d'inviter très simplement à ressentir la joie devant la vérité et la beauté de la géométrie, sans se servir des moyens techniques que les programmes de démonstration et d'apprentissage font miroiter sur l'écran. Le processus collectif qui se déroule dans une communauté de classe entre les élèves et avec le professeur, la joie commune quand on a compris ou que l'on admire une belle figure – ces précieux éléments du cours d'un pédagogue me semblent plus importants qu'un apprentissage ponctuel selon une progression construite par des autorités inconnues. Ceci ne prétend pas s'élever contre une technique moderne, mais contre une utilisation fallacieuse dont j'ai hélas fait le constat.

La parution de ce livre a été possible grâce à de nombreuses personnes : les responsables de la maison d'édition ; la section de recherche pédagogique de la Fédération des Ecoles Steiner/Waldorf qui a apporté une aide fondamentale à mon équipement technique ; Monika Feles-Baumann, toujours si disponible ; mon éminent collègue de l'Institut Pédagogique de Heidelberg, le docteur Klaus Volkert, qui a annoté soigneusement plusieurs essais et dont les remarques m'ont été fort précieuses ; madame Elisabeth Wannert qui a participé à une série de belles figures en noir et blanc ; sans oublier mon épouse qui s'est toujours montrée compréhensive à l'égard de mes projets de travaux.

Ernst Schubert

Mannheim, août 2000

Introduction

Ce troisième volume de la série *La Géométrie dans les écoles Steiner/Waldorf*, après les descriptions dans *Du dessin de formes au tracé géométrique* (1^{re} à 4^e classe), et *Approche comparative des figures géométriques de base* (4^e et 5^e classe) nous introduit à la *Géométrie par le raisonnement : la géométrie démonstrative*.

En 6^e classe, l'enfant traverse une étape importante de son évolution et s'éveille à un besoin nouveau : connaître les causes des phénomènes. Ce besoin, toutes les matières enseignées doivent le satisfaire. Même si on a déjà fait dans les années précédentes l'expérience et l'usage des causes et des effets, c'est maintenant seulement qu'apparaît en général le désir de connaître les liens logiques. La géométrie est particulièrement appropriée pour satisfaire ce souhait. Elle a en même temps un effet bienfaisant sur la tendance qui apparaît à cet âge : « vouloir avoir raison ». Quand on croit vraiment avoir raison, on doit pouvoir fournir des preuves ! Certes, toutes les questions de l'existence ne se traitent pas à la manière de la géométrie, mais la géométrie peut enseigner qu'il existe certains domaines de la connaissance où l'on peut fort bien distinguer entre la vérité et des jugements dictés par la sympathie et l'antipathie !

La pré-adolescence et son aspiration à l'indépendance en matière de savoir et de jugement esthétique, donne un avant-goût des transformations profondes qu'apportera l'adolescence proprement dite. Le plan pédagogique des écoles Steiner/Waldorf tente de prendre en compte ce besoin, si possible encore sous la direction du professeur de classe, sans aller trop tôt vers la situation spécifique et différente de l'adolescence elle-même. Il faut prendre cela en compte lorsque ce qui est présenté dans ce livre semble ne pas être systématique ou complet. Il s'agit de présenter ici des manières d'explorer les relations conceptuelles entre des formes géométriques et non de décrire une science aboutie.

Ce livre se fonde sur les travaux préparatoires déjà effectués en 4^e et 5^e classe. En particulier, on suppose connues les constructions géométriques de base (voir *La géométrie dans les écoles Steiner/Waldorf*, volume 2). On suppose aussi que la période de géométrie de 6^e classe a été précédée par une période d'algèbre, celle-ci ayant introduit la formule des intérêts et pourcentages, et

quelques autres lois. La première séance d'observation au sujet des polygones est conduite dans l'intention suivante : il s'agit de découvrir des lois générales qui englobent des cas particuliers et qui conduisent à des relations que l'on saisit uniquement par la pensée.

Le cours de grammaire sur la phrase et la syntaxe lui aussi (on y traite les différentes relations entre les propositions, principale et subordonnées, et on y observe la tâche des différentes conjonctions) s'inscrit tout à fait dans cet ordre d'idées. On peut dire pour prendre une image : avec les enfants de douze ans, il est possible de cultiver une « impulsion jupitérienne » en saisissant les liens de pensée.

Cet ouvrage contient plus que ce que l'on peut normalement traiter en cours. Il faut donc faire un choix en veillant à une cohérence sensée. Le but principal n'est pas de traiter l'ensemble de la matière. L'impulsion est essentiellement d'expérimenter le bonheur de la connaissance ; jamais quasiment on ne pourra le ressentir avec un enthousiasme aussi intense qu'à cet âge, avec les forces de l'intellect naissant placé devant les formes géométriques pures.

Beaucoup d'enfants cependant ne connaissent pas ce bonheur, mais plutôt les douleurs de la connaissance. En effet, ils ne voient pas se dévoiler devant eux la relation recherchée, la solution de l'exercice. Nous pouvons les consoler en leur indiquant que c'est quand on n'a pas encore trouvé la solution que l'on se forge les capacités, pour peu qu'on s'efforce vraiment de la trouver. Les différents exercices de construction du cours sur les triangles conviennent tout particulièrement pour cela. Il ne faut pas craindre de donner aux enfants des problèmes qu'ils ressentiront comme très difficiles. Ils sont nombreux à avoir peur de cela ; leur capacité de résistance à la frustration est souvent trop faible pour qu'ils tiennent jusqu'à la solution. C'est ici que nous devons les encourager : le travail intellectuel est au moins aussi difficile que le travail physique, et il fait grandir tout autant les forces. Pas à pas, le professeur peut montrer ce qu'est un travail intellectuel systématique sur un problème. Il faut surtout que les enfants apprennent à se demander systématiquement : Qu'est-ce qui est donné ? Qu'est-ce qui est demandé ? Qu'est-ce que je peux faire avec ce qui m'est donné ? Quelles sont les lois que je connais et qui ont un rapport avec la question posée ? Une fois que le professeur aura soigneusement étudié les premières solutions avec eux, les enfants pourront ainsi en trouver d'autres eux-mêmes et aussi les expliciter.

Dans les écoles Steiner/Waldorf, nous cultivons –à juste titre– non seulement la vérité, mais un sens du beau qui peut s'éduquer au contact du langage

esthétique des formes géométriques. Le précurseur du cours de mathématiques des écoles Waldorf, Hermann von Baravalle, a donné de nombreuses impulsions à ce sujet dans son ouvrage de référence *Geometrie als Sprache der Formen*. Dans la mesure où c'est possible dans le cadre d'une présentation rapide, nous donnerons ici aussi des exemples du langage des formes. On pourra sans peine découvrir soi-même de fort belles choses. Ce faisant, il faudra toujours opérer la distinction : où s'agit-il d'une composition formelle décorative, et où reconnaît-on peut-être une loi mathématique d'un ordre supérieur ?

Le projet de plusieurs collègues des écoles Steiner/Waldorf est de bâtir l'ensemble du cours de géométrie sur la *géométrie projective* classique, comme on la trouve mise en place par exemple dans les œuvres de Louis Locher-Ernst (espace et contre-espace) à un niveau supérieur. Bien que l'on puisse entièrement développer la géométrie élémentaire à partir de la géométrie projective, la valeur éducative de la géométrie euclidienne classique ne me semble pas du tout dépassée. C'est pourquoi l'organisation que je propose suit un cheminement traditionnel à bien des égards. Le connaisseur trouvera toutefois en filigrane certains indices qui peuvent mener aux méthodes de pensée de la géométrie projective. Cette manière de penser de la géométrie projective (dont Félix Klein en particulier a déjà souligné l'importance) a produit dans plusieurs directions, des formes modernes de pensée, appelées par la vie contemporaine, et dont l'importance dépasse largement le cadre des mathématiques, par exemple : la pensée intégrant la globalité, la compréhension des liens de polarité, le primat des processus par rapport aux formes, etc.

Dans le même ordre d'idées, je n'ai pas non plus pu me résoudre à construire la géométrie élémentaire sur la notion de transformation, et pourtant ce serait possible et séduisant. Le contenu du volume suivant ira davantage dans cette direction. Une véritable pensée de la géométrie des transformations me semble vraiment appropriée pour un âge déjà plus avancé. Celui qui voudrait procéder autrement trouvera toutes sortes de propositions, y compris dans la littérature des écoles Steiner/Waldorf. Ce volume présente simplement un cheminement possible qui prétend donner des indications mais non fixer des voies méthodiques.