

# Gebruikershandleiding van DR. GEO



Hilaire Fernandes  
Tobias Verbeke  
*OFFSET*  
<http://www.offset.org>

29 augustus 2004



# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Basisfuncties</b>	<b>11</b>
2.1	Tekeninstrumenten . . . . .	11
2.1.1	Instrumenten die punten betreffen . . . . .	12
2.1.2	Instrumenten die lijnen betreffen . . . . .	12
2.1.3	Instrumenten die transformaties in het vlak betreffen . . . . .	14
2.1.4	Numerieke instrumenten . . . . .	15
2.1.5	Instrumenten voor macro-constructies . . . . .	16
2.2	Andere functies . . . . .	16
2.2.1	Boomstructuur van de constructie . . . . .	16
2.2.2	Een figuur verplaatsen . . . . .	16
2.2.3	Een object verplaatsen . . . . .	17
2.2.4	Een object verwijderen . . . . .	17
2.2.5	Het uitzicht van een object aanpassen . . . . .	17
2.2.6	De eigenschappen van een object aanpassen . . . . .	20
2.2.7	Een rooster weergeven . . . . .	21
2.3	Voorkeuren van de gebruiker . . . . .	21
2.3.1	Standaardvoorkeuren . . . . .	21
2.3.2	Andere voorkeuren . . . . .	22
<b>3</b>	<b>Gevorderde functies</b>	<b>23</b>
3.1	Macro-constructie . . . . .	23
3.1.1	Aanmaken van de macro-constructie . . . . .	24
3.1.2	Uitvoeren van een macro-constructie . . . . .	26
3.2	DR. GEO Guile scripts . . . . .	28
3.2.1	DGS a.d.h.v. voorbeelden . . . . .	28
3.2.2	Methodes van verwijzen voor DR. GEO-scripts . . . . .	31
3.3	De instrumenten in de gebruikersinterface aanpassen . . . . .	34
3.3.1	Instrumenten vergrendelen . . . . .	34
3.3.2	Instrumenten ontgrendelen . . . . .	34
<b>4</b>	<b>Dr. Geo-Scheme-figuren</b>	<b>37</b>
4.1	Enkele voorbeelden . . . . .	37
4.2	Verwijzingsmethoden voor de DR. GEO Scheme Figuren . . . . .	39
4.2.1	Algemene commando's . . . . .	39
4.2.2	Definitie van nieuwe objecten van een figuur . . . . .	39
4.3	Galerij met voorbeelden . . . . .	47
4.3.1	Regelmatige veelhoek . . . . .	47
4.3.2	Fractaal . . . . .	47

<b>5</b>	<b>Bestanden en documenten</b>	<b>51</b>
5.1	Opslaan van een constructie . . . . .	51
5.2	Opslaan van een sessie . . . . .	51
5.3	Een bestand openen . . . . .	52
5.4	Een figuur exporteren . . . . .	52
5.4.1	Exporteren naar L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X . . . . .	52
5.4.2	Exporteren naar PostScript . . . . .	52
5.4.3	De zone bepalen die men exporteert . . . . .	53
<b>6</b>	<b>Receptenboek</b>	<b>55</b>
6.1	Constructies . . . . .	55
6.1.1	Een punt plaatsen met gegeven coördinaten . . . . .	55
6.1.2	Een punt plaatsen a.d.h.v. zijn coördinaten . . . . .	55
6.2	Andere truken . . . . .	55
6.2.1	Een figuur afdrukken . . . . .	55
6.2.2	Een paragraaf met tekst in een figuur plaatsen . . . . .	56
<b>A</b>	<b>GNU Free Documentation License</b>	<b>61</b>

# Copyright

Copyright (c) 2000-2003 OFSET.

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

Other copyright apply to the respective owners of the modified documentations. See the section history for the complet list.



# Hoofdstuk 1

## Inleiding

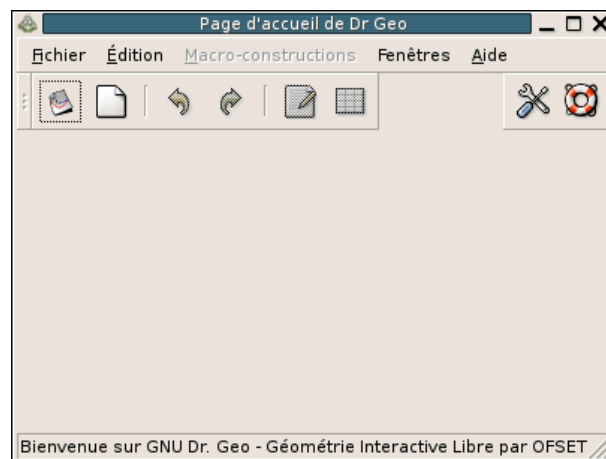
DR. GEO is het programma voor interactieve meetkunde van Gnome. Je kan er meetkundige figuren mee tekenen en deze interactief manipuleren, rekening houdende met hun meetkundige eigenschappen. Het programma is bruikbaar in lessituaties zowel in het lager als in het middelbaar onderwijs.

De gebruikersinterface van DR. GEO werd ontworpen om eenvoud in gebruik, ergonomie en gevorderde functies op een harmonische wijze met elkaar te verzoenen.

Door de grote eenvoud van de DR. GEO-interface raakt de beginner onmiddellijk uit de voeten met de basisfuncties. Naarmate hij de uithoeken van de interface en de werking van DR. GEO verkent, dienen de voortgezette functies zich aan : verschillende constructiewijzen van eenzelfde object<sup>1</sup>, macro-constructies, sessies, aanpassing van de interface, scriptmogelijkheden en DR. GEO Scheme figuren. De gevorderde functies blijken de interface niet te beladen, zodat men er aangenaam gebruik van kan maken in het lager onderwijs. Ook in het middelbaar onderwijs is het gebruik een makkie.

In de gedeelten die volgen worden de basisfuncties uit de doeken gedaan. Vervolgens worden de voortgezette functies in detail behandeld.

Figuur 1.1: Opstartscherm van DR. GEO



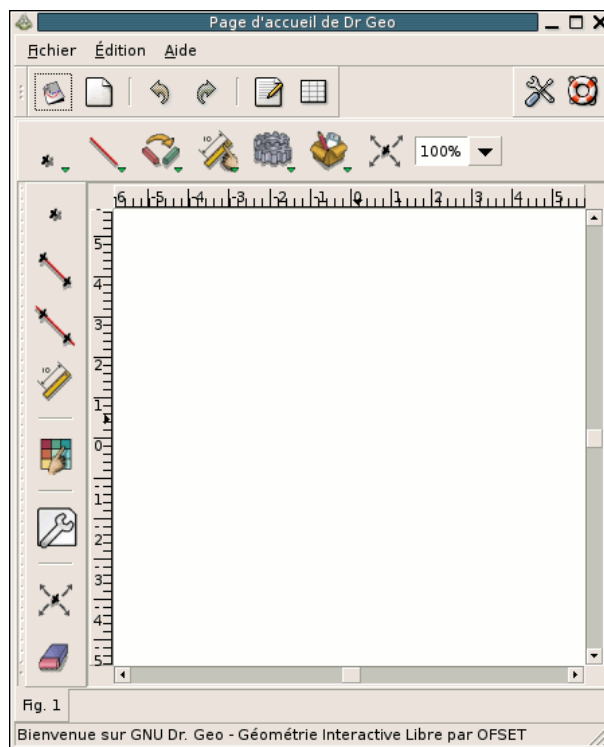
Om een meetkundige figuur te tekenen, kan je drukken op de eerste knop van de taakbalk.

---

<sup>1</sup>Met eenzelfde commando is het mogelijk een bepaald type object op verschillende wijzen te creëren. Wanneer je, bij voorbeeld, het commando 'cirkel tekenen' gebruikt, kan je een cirkel definiëren aan de hand van het middelpunt enerzijds en een ander punt, een lengte (van de straal) of een lijnstuk (met de lengte van de straal) anderzijds.

Een andere manier om dit te doen is via het menu **Bestand**->**Nieuwe...**->**Figuur**. Wanneer je een nieuwe figuur hebt gecreëerd, verschijnt een nieuwe taakbalk met zes iconen. Op het einde van de balk staat een menu dat toelaat de schaal van de huidige meetkundige figuur aan te passen.

Figuur 1.2: Een lege meetkundige figuur

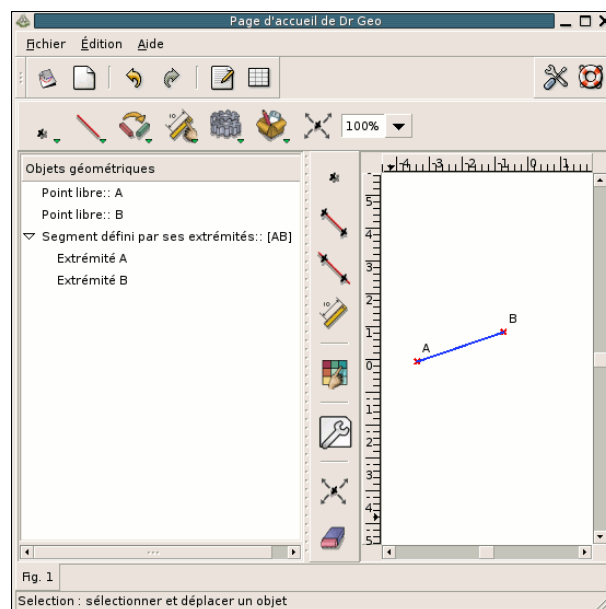


Via de zes iconen op de taakbalk krijg je toegang tot menu's voor specifieke functies. In het volgende hoofdstuk staan die functies beschreven.

Bij elke figuur hoort een beschrijving in een paneel. Dit paneel wordt standaard uiterst links geplaatst zodat aanvankelijk enkel de tekening van de figuur zichtbaar is. De gebruiker kan echter op elk moment het paneel naar rechts opschuiven en zo de beschrijving zichtbaar maken. Een beschrijving van een figuur is een boomstructuur waarin alle elementen van de figuur een plaats krijgen. Om de relaties tussen de elementen zichtbaar te maken, kan je op het '+'-teken klikken. Zo zie je de elementen waarmee een ander deel van de figuur werd opgebouwd.



Figuur 1.3: Een DR. GEO-figuur en zijn beschrijving





# Hoofdstuk 2

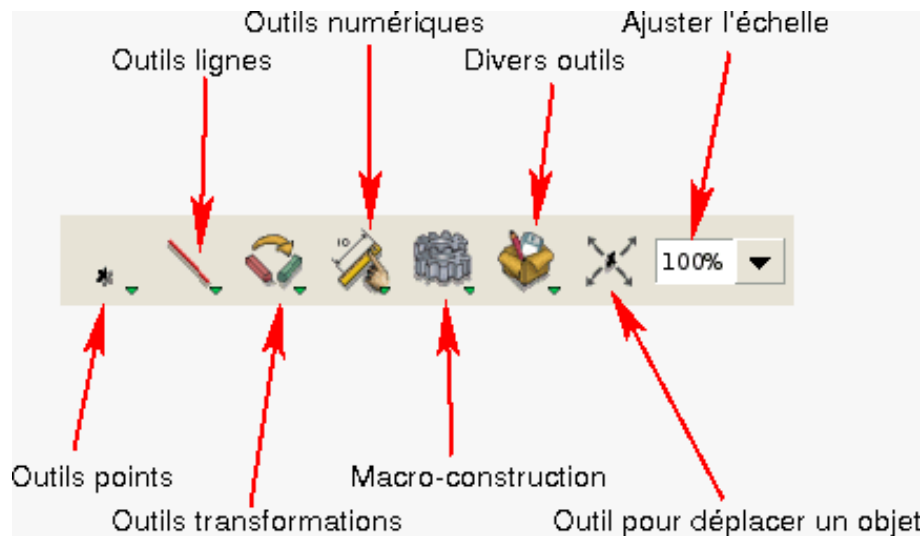
## Basisfuncties

Dit hoofdstuk beschrijft de instrumenten om een meetkundige figuur te construeren. Op het einde wordt getoond hoe de gebruiker zijn persoonlijke voorkeuren kan instellen.

### 2.1 Tekeninstrumenten

Deze instrumenten zijn in zes groepen onderverdeeld. Je krijgt toegang tot die groepen op de tweede taakbalk van DR. GEO.

Figuur 2.1: De categorieën van de instrumenten van DR. GEO en hun beschrijving



Wanneer je op een icoontje klikt waar een klein groen driehoekje opgetekend staat, komt ogenblikkelijk een nieuwe verticale taakbalk te voorschijn. Zo'n balk bevat alle functies van dezelfde familie.

Van links naar rechts, hebben we toegang tot de verticale taakbalken om punten en lijnen te construeren, om transformaties in het vlak uit te voeren, om waarden te berekenen, macro-constructies te gebruiken en zaken aan te passen – *Verskillende instrumenten* op de figuur.

Al deze functies zijn eveneens te selecteren via een contextueel menu dat verschijnt wanneer je met de rechtermuisknop klikt op de achtergrond van een figuur.

### 2.1.1 Instrumenten die punten betreffen

#### Willekeurig punt



Tekent een willekeurig punt in het vlak of op een eendimensioneel object. In het eerste geval, kan men het punt achteraf overal verplaatsen in het vlak. Je tekent het punt door eenvoudigweg te klikken op gewenste plaats in het vlak. In het laatste geval kan het punt enkel vrij bewegen op het eendimensionele object (de rechte, etc.) waarop het punt oorspronkelijk werd getekend ; het punt plakt er als het ware aan vast. Om een dergelijk punt te tekenen, klik je op een drager (i.e. een rechte, een halfrechte, een lijnstuk, een cirkel, een cirkelboog, etc.).

#### Middelpunt



Tekent het middelpunt ofwel tussen twee punten ofwel van een lijnstuk. In het eerste geval, selecteert de gebruiker twee punten. In het laatste geval, selecteer je eenvoudigweg het gewenste lijnstuk.

#### Snijpunt



Tekent het of de snijpunten van twee lijnen (i.e. een rechte, halfrechte, lijnstuk, cirkelboog, cirkel). De gebruiker dient twee lijnen te selecteren.

#### Punt gedefinieerd door zijn coördinaten



Tekent een punt, gedefinieerd door zijn coördinaten. De gebruiker voert twee getallen in, waarbij het eerste als abscis, en het tweede als ordinaat van het punt geldt.

### 2.1.2 Instrumenten die lijnen betreffen

#### Rechte



Tekent een rechte, door twee punten gedefinieerd. De gebruiker selecteert twee punten.

#### Halfrechte



Tekent een halfrechte, bepaald door twee punten. De gebruiker selecteert twee punten. Het eerste punt vormt de oorsprong van de halfrechte, het tweede wordt een willekeurig punt op de halfrechte.

**Lijnstuk**

Tekent een lijnstuk, begrensd door twee punten.

**Vector**

Tekent een vector, bepaald door twee punten. De gebruiker selecteert twee punten, waarvan het eerste als aangrijpingspunt geldt en het tweede het grenspunt is.

**Cirkel**

Tekent een cirkel. Men kan op verschillende manieren een cirkel tekenen. Men maakt een van drie volgende selecties :

1. het middelpunt en een punt op de cirkel ;
2. het middelpunt en een getal (de straal van de cirkel) ;
3. de cirkel en een lijnstuk, dat de lengte van de straal bepaalt.

**Cirkelboog**

Tekent een cirkelboog, bepaald door drie punten. Het eerste is het beginpunt van de boog, het derde is het eindpunt van de boog, en het tweede punt is een (willekeurig) punt op de boog.

**Meetkundige plaats**

Creëert een meetkundige plaats, bepaald door twee punten. De gebruiker selecteert twee punten. Het eerste punt is een punt op een lijn. Het tweede punt staat in een welbepaalde relatie tot het eerste punt, zodat het eerste punt voorwaarden stelt aan de bewegingsvrijheid van het tweede (i.e. wanneer het ene punt beweegt, beweegt het andere eveneens).

**Veelhoek**

Tekent een veelhoek, bepaald door  $n$  punten. De gebruiker selecteert  $n + 1$  punten die de hoeken van de veelhoek bepalen. Het eerst en laatst geselecteerde punt moeten hetzelfde zijn. Zo weet DR. GEO dat de puntselectie afgerond werd. Het object veelhoek is geen object dat zich gedraagt als de andere lijnen. Het is namelijk niet mogelijk om er een punt op te plaatsen of om een snijpunt te tekenen met een andere lijn. Het is daarentegen wel mogelijk om het beeld van een veelhoek te tekenen onder een meetkundige transformatie.

### 2.1.3 Instrumenten die transformaties in het vlak betreffen

#### Evenwijdige rechte



Tekent een rechte, evenwijdig aan een richting en door een punt. De gebruiker selecteert een punt en een richting (zoals die bepaald wordt door een rechte, een halfrechte, een lijnstuk of een vector).

#### Loodlijn



Tekent een rechte, loodrecht op een richting en door een punt. De gebruiker selecteert een punt en een richting (i.e. een rechte, een halfrechte, een lijnstuk of een vector).

#### Spiegeling (om een as)



Tekent het beeld van een object onder een spiegeling. De gebruiker selecteert het te spiegelen object en de spiegelas (een rechte). Wanneer je een rechte wil spiegelen, geldt de eerste rechte als de te spiegelen rechte.

#### Puntspiegeling



Tekent het beeld van een object onder een puntspiegeling. De gebruiker selecteert het te spiegelen object en het centrum van de spiegeling (een punt). Wanneer de gebruiker een punt wil spiegelen, geldt het eerste punt als het te spiegelen punt.

#### Verschuiving



Tekent het beeld van een object onder een verschuiving. Wanneer de gebruiker het beeld van een vector wenst te tekenen, geldt de eerste vector als de te verschuiven vector.

#### Draaiing



Tekent het beeld van een object onder een draaiing. De gebruiker selecteert het te draaien object, het centrum van de draaiing en de hoek van de draaiing. Wanneer men het beeld van een punt onder een draaiing wil tekenen, geldt het eerst gekozen punt als het te draaien punt.

Aan de hoek kan men op drie verschillende manieren een waarde toekennen :

- **getalwaarde** : de hoek wordt in dit geval uitgedrukt in radialen. Voorbeelden van getalwaarden zijn : een willekeurige waarde, een afstand tussen twee punten, de lengte van een lijnstuk, een coördinaat, een waarde die de uitkomst is van een DR. GEO-Guile-script, etc. ;

- **de grootte van een meetkundige hoek, gevormd door drie punten** : hier wordt de hoekgrootte uitgedrukt in graden. Opgelet, de grootte kan in dit geval enkel vallen in het interval  $[0 ; 180]$  ;
- **de grootte van een georiënteerde hoek tussen twee vectoren** : hier wordt de hoekgrootte uitgedrukt in graden. De grootte van de hoek kan vallen in het interval  $] -180 ; 180]$ .

### Homothetie



Tekent het beeld van een object onder een homothetie. De gebruiker selecteert een te transformeren object, het centrum en de factor (i.e. een getal). Wanneer je het beeld van een punt wil tekenen, geldt het eerste punt als het te transformeren punt.

### 2.1.4 Numerieke instrumenten

#### Afstand, lengte & getal



Creëert een getalwaarde. De getalwaarde kan naar keuze ofwel berekend ofwel ingebracht worden :

1. twee punten : de afstand tussen deze twee punten ;
2. een lijnstuk : de lengte van het lijnstuk ;
3. een vector : de norm van deze vector ;
4. een cirkel : de omtrek van de cirkel ;
5. een cirkelboog : de lengte van de cirkelboog ;
6. een rechte : de richtingscoëfficiënt van de rechte ;
7. een rechte en een punt : de afstand tussen van het punt tot de rechte ;
8. wanneer je op het tekenvlak klikt, kan je een nieuwe getalwaarde invoeren (i.e. een willekeurige waarde).

### Hoek



Berekent de grootte van een hoek, gedefinieerd door hetzij drie punten hetzij twee vectoren. In het eerste geval wordt de hoek als niet-georiënteerd

beschouwd (i.e. als een hoek waarvan de grootte binnen het interval  $[0 ; 180]$  graden valt). In het tweede geval wordt de hoek als een georiënteerde hoek beschouwd en valt de hoekgrootte dus binnen het interval  $] -180 ; 180]$ .

### Coördinaten



Creëert de coördinaten (abscis en ordinaat) van een punt of van een vector.

### Dr. Geo-Guile-script



Maakt een DR. GEO-Guile-script aan. Het script ontvangt  $n$  objecten als invoergegevens. Het kan, wanneer daarom gevraagd wordt, een getalwaarde als uitkomst leveren, die dan wordt afgebeeld in de figuur. Een script kan gebruikt worden omwille van de neveneffecten of voor de uitkomst die het levert. De Guile-scripts van DR. GEO worden in detail belicht in het hoofdstuk voor gevorderde functies (hoofdstuk 3) en met name in het deel DR. GEO-Guile-scripts (deel 3.2, pagina 28).

### 2.1.5 Instrumenten voor macro-constructies

#### Een macro-constructie aanmaken



Slaat de opeenvolgende stappen van de constructie van een meetkundige figuur op en vormt het geheel om tot één enkele macro-constructie.

#### Een macro-constructie uitvoeren



Voert een vooraf aangemaakte macro-constructie uit (i.e. “lanceert ze” of “laat ze afspelen”). De macro-constructie kan nieuw zijn (pas geconstrueerd) of opgeroepen zijn uit een bestand (waar ze vooraf werd opgeslagen).

---

(!) De macro-constructies worden voorgesteld in het deel gewijd aan macro-constructie, deel 3.1, pagina 23.

---

## 2.2 Andere functies

### 2.2.1 Boomstructuur van de constructie

Elke figuur is verbonden met een boomstructuur van de constructie. De boom is chronologisch, d.w.z. dat hij van boven naar beneden de verschillende stappen in de constructie van de figuur weergeeft. Bepaalde takken aan de boom kunnen worden uitgeklaapt om de antecedenten – de samenstellende objecten – zichtbaar te maken die gebruikt werden om het (resulterende) object te definiëren.

De boom wordt standaard verscholen. Hij is eigenlijk dichtgeklapt tegen de linkerboord van het venster. Om hem te voorschijn te toveren, moet je de boom ontvouwen met behulp van de muis. Beweeg hiertoe de muis naar de linkerrand van het DR. GEO-venster. Wanneer de muiscursor verandert in een “ $\text{I}$ ”, druk dan de muisknop in en sleep de boom open (naar rechts).

### 2.2.2 Een figuur verplaatsen

Je kan een figuur verplaatsen door de Control-toets in te drukken samen met de eerste muisknop.



### 2.2.3 Een object verplaatsen



Je kan een object verplaatsen door het vast te nemen (eerste muisknop) en te verschuiven naar de gewenste plaats. De figuur wordt ogenblikkelijk opnieuw getekend, rekening houdende met haar eigenschappen. Omzeggens alle meetkundige objecten kunnen verplaatst worden. Als het nodig is verplaatst DR. GEO eveneens de willekeurige punten die in verband staan tot het object. Wanneer je b.v. een rechte verplaatst, die gedefinieerd werd door twee punten, zal DR. GEO in eenzelfde beweging deze punten meeverplaatsen.

### 2.2.4 Een object verwijderen



Een object van een figuur kan verwijderd worden door dit menu te activeren. De gebruiker kan de verwijdering eventueel annuleren. Hij kan daartoe ofwel de functie ‘Ongedaan maken’ gebruiken op de taakbalk, ofwel door dezelfde functie aan te klikken in het menu. Standaard zijn 10 opeenvolgende annulaties mogelijk, maar dit aantal kan worden aangepast in het dialoogvenster ‘Voorkeuren’.

### 2.2.5 Het uitzicht van een object aanpassen



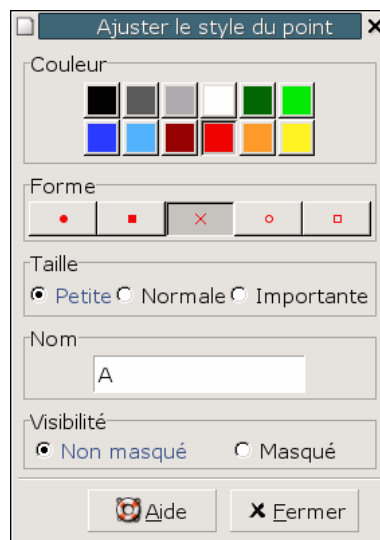
Van elk meetkundig object kan je een aantal visuele eigenschappen (zoals zijn kleur, dikte, etiket, grootte en vorm) aanpassen. Bovendien is het mogelijk om tijdelijk een object te verbergen zonder het te verwijderen. Het kan bij voorbeeld nuttig zijn om voorbereidende constructies onzichtbaar te maken zonder ze daarom te verwijderen. Al deze eigenschappen kunnen worden aangepast via het dialoogvenster dat verschijnt wanneer de gebruiker op een object van de figuur klikt. Om dit te doen, activeert men eerst de modus die toelaat het uitzicht van een object aan te passen door **Andere->Uitzicht** te selecteren op het contextuele menu van de figuur. Men kan eveneens op bovenstaand icoon klikken, dat deel uitmaakt van de zesde iconenschuif.

Het dialoogvenster Uitzicht van een punt aanpassen betreft alle soorten punten. Het is mogelijk de kleur, de vorm, de grootte, de naam en de zichtbaarheid aan te passen.

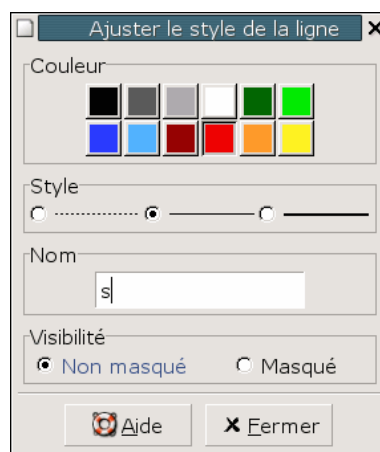
Het dialoogvenster Uitzicht van een lijn betreft rechten, halfrechten, lijnstukken, vectoren, cirkels, cirkelbogen en meetkundige plaatsen. Het is mogelijk de kleur, de stijl, de naam en de zichtbaarheid aan te passen. Wanneer een rechte, halfrechte, vector of lijnstuk door twee punten gedefinieerd zijn en die twee punten een naam werden toegekend, wordt de naam van de rechte, etc. automatisch afgeleid van de naam van de twee punten. In dit geval kan de gebruiker zelf aan de rechte, etc. geen nieuwe naam geven.

Het dialoogvenster Uitzicht van een getal of van een veelhoek betreft allerlei getalwaarden (ingevoerd door de gebruiker, berekend door een DR. GEO-Guile-script of een grootte afgeleid van een meetkundige figuur) en de verschillende veelhoeken.

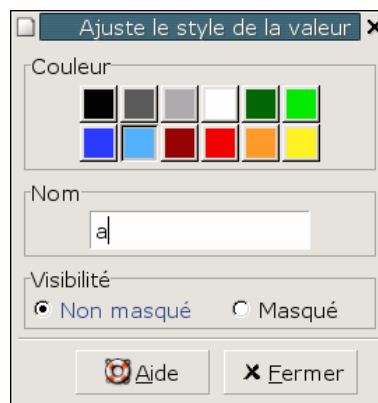
Figuur 2.2: Dialoogvenster voor het uitzicht van een ‘punt’-object



Figuur 2.3: Dialoogvenster voor het uitzicht van een object ‘lijn’



Figuur 2.4: Dialoogvenster voor het uitzicht van getallen &amp; veelhoek-objecten



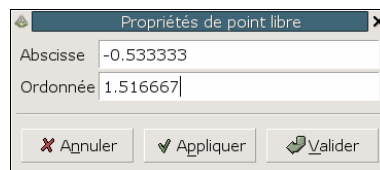
### 2.2.6 De eigenschappen van een object aanpassen



Van bepaalde eigenschappen van objecten kan de gebruiker de parameters aanpassen. Wanneer je op een object klikt, verschijnt het geëigende dialoogvenster. Op dit moment gaat het over volgende objecten :

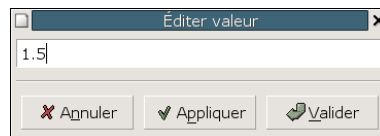
1. willekeurig punt : abscis et ordinaat kan men wijzigen ;

Figuur 2.5: Aanpassingen voor de coördinaten van een willekeurig punt



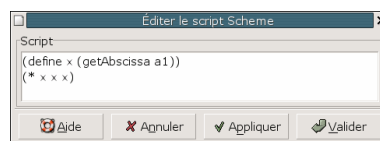
2. willekeurige getalwaarde : de waarde kan aangepast worden ;

Figuur 2.6: Wijziging van een willekeurige getalwaarde



3. script : de code kan aangepast worden.

Figuur 2.7: Wijziging van een script



### 2.2.7 Een rooster weergeven

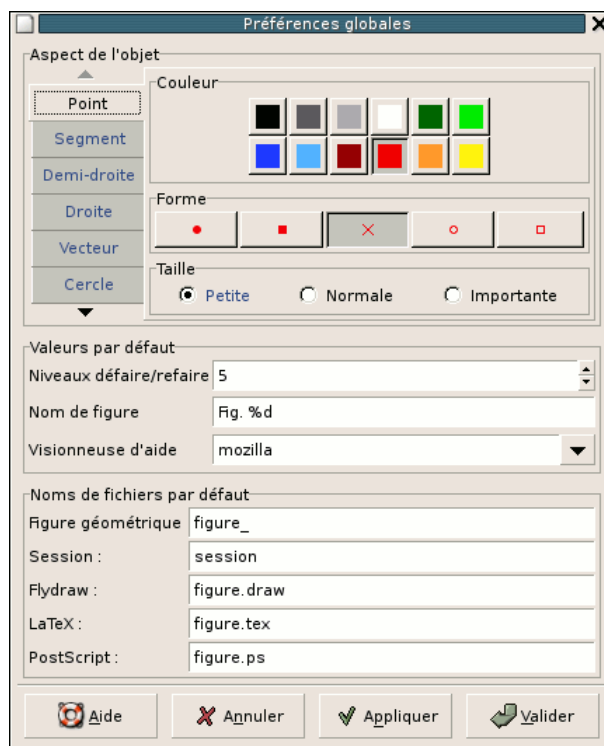
Het is mogelijk een rooster met de eenheden weer te geven op elke DR. GEO-figuur via het menu **Editie->Rooster tonen of verbergen**. Je kan een rooster eveneens oproepen met de sneltoets **Ctrl-G**. Wanneer men de functie een tweede maal activeert, verdwijnt het rooster opnieuw. Het betreft een unitair rooster : elke onderverdeling stelt een eenheid voor. Tenslotte, wanneer het rooster zichtbaar is bij het opslaan, wordt het mee opgeslagen.

## 2.3 Voorkeuren van de gebruiker

### 2.3.1 Standaardvoorkeuren

De standaardinstellingen van DR. GEO kunnen op verscheidene manieren worden bijgesteld. Om zijn voorkeuren in te stellen, gaat de gebruiker naar het menu **Bewerken->Voorkeuren...** om het dialoogvenster van de voorkeuren te openen.

Figuur 2.8: Voorkeuren i.v.m. de meetkundige figuren



Het dialoogvenster bevat twee delen :

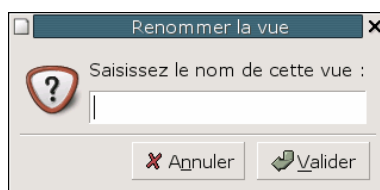
1. Het eerste deel betreft de voorkeuren in verband met de meetkundige figuren. Met de oortjes kan men de standaardinstellingen van elk soort object (meetkundig of numeriek) aanpassen. Men kan er met name het uitzicht van de figuren regelen.
2. Het tweede deel betreft de algemene voorkeuren :
  - Het aantal niveaus voor het Ongedaan maken/Herstellen ;
  - De standaardnaam bij creatie van een nieuwe figuur. De %d wordt vervangen door een geheel getal dat DR. GEO bijhoudt. Bij elke nieuwe figuur wordt dit getal met een eenheid verhoogd ;

- De standaard internetbrowser – bladeraar – om de on-line-hulp weer te geven ;
- De standaardnamen bij het opslaan van een figuur of een sessie ;
- De standaardnamen voor bestanden met figuren die naar een  $\text{\LaTeX}$ - of PostScript-formaat worden geëxporteerd ;

### 2.3.2 Andere voorkeuren

Naast de standaardinstellingen van DR. GEO, kan de gebruiker ook de naam van een figuur aanpassen via het menu **Bewerken**->**Nieuwe naam geven**.

Figuur 2.9: Naam van een figuur wijzigen



## Hoofdstuk 3

# Gevorderde functies

In dit hoofdstuk stellen wij functies voor die toelaten de mogelijkheden van DR. GEO uit te breiden of het programma aan te passen aan een gegeven lessituatie.

De eerste functie is de macro-constructie. Hiermee kan je verschillende opeenvolgende stappen in een constructie opslaan. Achteraf kan je deze constructie (opname) automatisch opnieuw laten bouwen (laten afspelen) of ze bewaren in een bestand.

De DR. GEO-Guile-scripts – DGS – vormen een andere uitbreidingsmogelijkheid voor DR. GEO. Deze scripts zijn werkelijk onderdelen van een figuur net als de meetkundige onderdelen. Zo'n script krijgt een of meer meetkundige items als input, en geeft als output een getalwaarde die in de figuur wordt geplaatst.

De Guile scripts in DR. GEO zijn nuttig omdat ze een waarde berekenen en weergeven of omwille van hun 'pedagogisch surplus'. Alles hangt af van wat de gebruiker wil realiseren.

Tenslotte is er de aanpassing van de gebruikersinterface van DR. GEO. Deze stelt een leraar in staat stelt een sessie voor te bereiden met documenten waarin bepaalde functies geblokkeerd zijn en beveiligd met een paswoord.

### 3.1 Macro-constructie

Een macro-constructie lijkt een beetje op een procedure waarbij je zelf onderdelen van de figuur aangeeft, en de macro-constructie vervolgens op basis van die gegevens nieuwe elementen automatisch toevoegt aan de figuur. Macro-constructies verrichten hun bouwwerk volgens het model dat werd aangereikt door de gebruiker. Dit betekent dat hij de opeenvolgende stappen in het constructieproces zelf een eerste keer toepast op een bepaalde figuur, om DR. GEO vervolgens te vragen die opeenvolgende stappen als één geheel op te slaan in een macro-constructie. Om een constructieproces te kunnen opslaan moet DR. GEO een beeld hebben van de items die van in het begin aanwezig zijn én van de items die op het einde van de rit zichtbaar moeten zijn. Het spreekt voor zich dat de items in de eindconstructie *enkel en alleen* getekend kunnen worden aan de hand van de items die van bij de start aanwezig waren. Anders kan DR. GEO de eindconstructie niet stap voor stap afleiden uit de elementen in de beginsituatie.

Op die manier leidt DR. GEO dus de logica van het constructieproces af en slaat die op in een macro-constructie. Achteraf kan de gebruiker deze macro-constructie het werk laten doen. De macro-constructie vraagt dan enkel om de begingegevens (van het juiste type) aan te duiden en construeert zelf alle onderdelen van de eindfiguur.

---

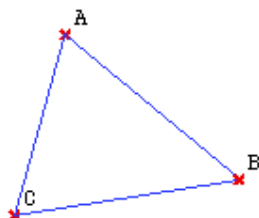
(!) De items van voorlopige of onzichtbare constructies worden eveneens geconstrueerd door de macro-constructie. Ze zijn noodzakelijk om het eindresultaat te bekomen.

---

Als illustratie van een macro-constructie, vertrekken we van het voorbeeld waarbij een

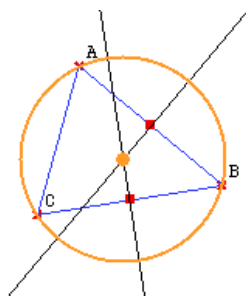
gebruiker de constructie van een cirkel door drie punten samen met zijn middelpunt wil opslaan.

Figuur 3.1: De beginfiguur



Om een macro-constructie aan te maken, moet de gebruiker eerst zelf de eindfiguur construeren : deze figuur fungeert als model voor de macro-constructie.

Figuur 3.2: De figuur met de gewenste eindconstructie



### 3.1.1 Aanmaken van de macro-constructie

Op dit moment, zijn de opeenvolgende stappen in de constructie doorlopen. De gebruiker dient nu DR. GEO duidelijk te maken dat hij een macro-constructie wil maken, vertrekkende van deze voorbeeldconstructie. Daartoe moet hij beroep doen op de functie **Een macro**



**aanmaken** die men op de taakbalk vindt of via het contextueel menu van het beeld in zijn geheel.

Een dialoogvenster zal de gebruiker bijstaan tot op het einde. Je selecteert de invoerparameters en de uitvoerparameters. Vervolgens kies je de naam en voeg je eventueel een beschrijving van de macro-constructie toe.

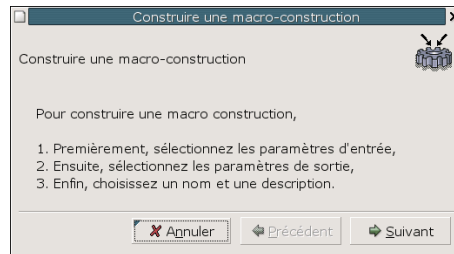
Op de tweede pagina van het dialoogvenster kan men de invoerparameters kiezen. In ons voorbeeld gaat het om de drie punten die de cirkel definiëren. Het enige wat de gebruiker moet doen is naar die tweede pagina gaan en de drie punten op de figuur aanklikken. Als items correct geselecteerd worden, flinkeren ze op het scherm.

Op de derde pagina kiest de gebruiker de uitvoerparameters. In ons voorbeeld willen we de cirkel en zijn middelpunt als resultaat van de macro-constructie. De uitvoerparameters worden op dezelfde manier gekozen als de invoerparameters.

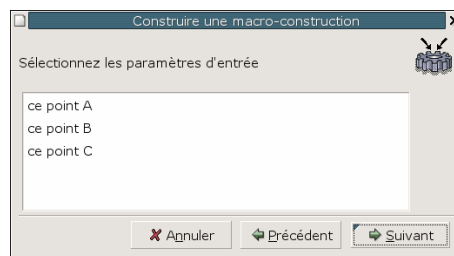
Op de vierde pagina kan de gebruiker een naam en een beschrijving toekennen aan de macro-constructie. Die informatie zal weergegeven worden, telkens je de bewuste macro-constructie uitvoert. Op die manier zijn macro-constructies overigens makkelijk te onderscheiden van mekaar.



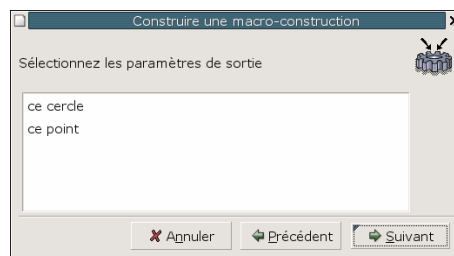
Figuur 3.3: Eerste pagina van het dialoogvenster dat de aanmaak van een macro-constructie begeleidt



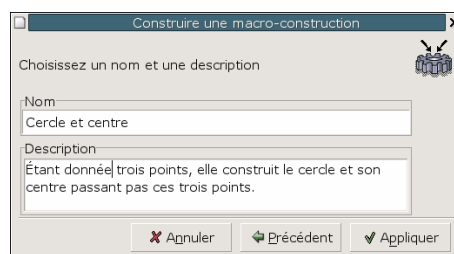
Figuur 3.4: De tweede pagina, de drie punten zijn geselecteerd



Figuur 3.5: De derde pagina, de cirkel en zijn middelpunt zijn geselecteerd



Figuur 3.6: De vierde pagina, de naam en de beschrijving van de macro-constructie



Op de vijfde en laatste pagina van het dialoogvenster wordt de aanmaak afgerond, zodra de gebruiker op de knop **Beëindigen** drukt. Als hij dat wil, kan hij ook op zijn stappen terugkeren en de parameters van de macro-constructie aanpassen.

- 
- (!) Als de keuze van invoerparameters en van uitvoerparameters niet coherent is (DR. GEO vindt geen logica in de constructie), kan de macro-constructie niet aangemaakt worden. In dat geval, bekijkt de gebruiker zijn selectie van invoer- en uitvoerparameters best nog eens van dichterbij. Hij kan altijd terug naar de tweede of derde pagina van het dialoogvenster om die keuze te veranderen.
- 

In deze fase is de macro-constructie aangemaakt en steekt hij in het geheugen van DR. GEO. In het volgende deel, zien we hoe er gebruik van te maken.

### 3.1.2 Uitvoeren van een macro-constructie

Om een macro-constructie uit te voeren, doet de gebruiker beroep op de functie **Een vooraf**

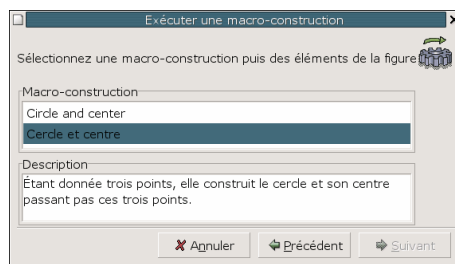
**gebouwde macro uitvoeren** vanop de taakbalk



of via het contextueel menu van het beeld in zijn geheel.

In het dialoogvenster dat verschijnt, kiest de gebruiker de gewenste macro-constructie. Op de tweede pagina selecteert hij de macro-constructie uit de lijst bovenaan het dialoogvenster. Eens hij de macro gekozen heeft, kan hij onmiddellijk klikken op de invoerparameters op de figuur. Van zodra alle invoerparameters geselecteerd zijn, wordt de macro-constructie uitgevoerd en wordt het eindresultaat (de uitvoerparameters) zichtbaar.

Figuur 3.7: De gebruiker selecteert de invoerparameters op de figuur



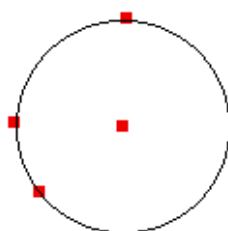
In ons voorbeeld had de macro-constructie drie invoerparameters nodig (drie punten), waarna de cirkel door die punten en zijn middelpunt worden geconstrueerd. Om de macro-constructie te kunnen uitvoeren, moeten er dus al drie punten staan op de figuur (waar we op aan het werken zijn).

Figuur 3.8: Een figuur met drie punten



Wanneer we de macro-constructie toepassen op die drie punten, verschijnt de gewenste cirkel met zijn middelpunt.

Figuur 3.9: De eindfiguur, met de cirkel en zijn middelpunt



## 3.2 Dr. Geo Guile scripts

DR. GEO is compatibel met Guile. Dit betekent dat het mogelijk is Guile scripts uit te voeren met DR. GEO. Maar wat is Guile ? Volgens het Guile-handboek :

*Guile is een interpreter voor de programmeertaal Scheme, en werd ontworpen voor gebruik in een grote hoeveelheid omgevingen.*

Volgende citaten beschrijven precies hoe Guile gebruikt wordt in DR. GEO :

*Net als een shell, kan Guile op interactieve manier gebruikt worden, expressies ontvangen van de gebruiker, ze evalueren en de resultaten weergeven. Guile kan ook, net als een interpreter van scripts, code lezen en uitvoeren die in een bestand bewaard werd. Guile is eveneens beschikbaar als een bibliotheek die toelaat op eenvoudige wijze een volwaardige Scheme interpreter in te bouwen in andere toepassingen. Een toepassing kan Guile gebruiken als een uitbreidingstaal, als een krachtige taal voor de eigen configuratie of als een multifunctionele “lijm”, die de primitieven van de toepassing verbindt.*

Een API is beschikbaar in DR. GEO via de Guile interpreter. Het is een verzameling “haakjes” in de meetkundige motor. Dat is de reden waarom een gebruiker scripts kan schrijven om de (meetkundige of numerieke) items van een figuur te manipuleren. Omdat scripts onderdelen zijn van een figuur net als andere onderdelen, is het niet nodig ze in een afzonderlijk bestand op te slaan : ze worden bewaard in het bestand van de figuur. In wat volgt gebruiken we de afkorting DGS om een “DR. GEO-Guile-script” aan te duiden.

### 3.2.1 DGS a.d.h.v. voorbeelden

Het instrument om een DGS te schrijven is bereikbaar via het numerieke onderdeel van het contextueel menu of van de gereedschapskist. Een DGS kan tussen de 0 en  $n$  invoerparameters te verwerken krijgen.

Nadat men het instrument gekozen heeft, volstaat het de in te voeren objecten aan te klikken en vervolgens ergens op de achtergrond van de figuur. Op die laatst aangeklikte positie zal het script geplaatst worden.

In wat volgt stellen wij voor op enkele DGS-voorbeelden te werken, zodat men er de kracht en functionaliteit makkelijker van kan inzien. Net als de macro-constructies, geven de DGS een speciale dimensie aan DR. GEO. Ze laten je toe – elk met een andere aanpak<sup>1</sup> – paden te bewandelen die de auteurs van het programma niet bewandeld hebben of niet wensen te bewandelen.

Het is belangrijk bewust te zijn dat het leeuwendeel van de functionaliteit van de GNU-Guile-interpreter aanspreekbaar is via de DGS. Dit is met name zo voor de functiebibliotheken<sup>2</sup>, die we uiteraard intens zullen gebruiken.

**DGS zonder invoerparameters** Klik, na het instrument voor scripts(Cf. deel 2.1.4, pagina 16) te hebben gekozen, direct op de achtergrond van de figuur, op de plaats waar je het script wil zetten. Klik vooral op geen enkel object van de figuur. Als je dat wel zou doen, denkt DR. GEO dat je dit object als invoerparameter van het script aanklikt<sup>3</sup>. Als het script een plaats gekregen heeft, ziet u de tekens “Dr. Genius” verschijnen. Elk nieuw script bevat standaard het commando om die tekenreeks af te beelden, maar dit kan je uiteraard aanpassen met behulp van het instrument m.b.t. de eigenschappen van een object Deel 2.2.6, pagina 20. Klik na de selectie van voornoemd instrument op het script – of preciezer : op zijn

<sup>1</sup>Macro-constructies hebben een meetkundige invalshoek. DGS daarentegen werken vanuit een numerieke invalshoek maar laten vooral ook toe te prutsen en de dingen fijn te stellen (te “hacken” in het Engels).

<sup>2</sup>In het bijzonder, de wiskundige functies

<sup>3</sup>Als je per toeval toch op een object zou klikken, selecteer dan opnieuw het instrument voor scripts. Dit zal de selectie van een object ongedaan maken.

waarde – dat u wil bijstellen op de figuur. Een dialoogvenster met het script zal verschijnen. In de rest van dit deel, zullen we de scripts in dit dialoogvenster invoeren.

**Een generator van willekeurige en andere getallen** Niets is eenvoudiger dan willekeurige getallen genereren. Voer volgende code in :

```
(random 10)
```

Bij elke update van de figuur, zal het script een willekeurig geheel getal voortbrengen dat valt in het interval  $[0 ; 10[$ .

Wanneer u een reëel getal (float) wenst in het interval  $[0 ; 1[$ , maak dan gebruik van volgend script :

```
(random:uniform)
```

---

(!) Enkele precizeringen :

- De uitkomst van het script is de waarde die op de laatste regel berekend werd. In dit voorbeeld, gaat het om een waarde die de uitkomst is van een functie waar we beroep op deden ;
  - De laatste regel van het script moet een reëel getal als uitkomst hebben. Anders zal DR. GEO de boodschap “Niet af te drukken resultaat” weergeven ;
  - Wanneer men de waarde van een veranderlijke wenst als uitkomst, volstaat het om de naam van de variabele op de laatste regel te plaatsen.
- 

**Veelgebruikte waarden berekenen** Om een benaderde waarde van  $\pi$  te berekenen :

```
(acos -1)
```

of van  $e$  :

```
(exp 1)
```

De uitkomst van een DGS kan vervolgens gebruikt worden op dezelfde manier als alle andere getalwaarden die DR. GEO kan voortbrengen. Voor dit soort kleine zaken, zijn de DGS dus uw bondgenoten. Maar ze kunnen veel interessanter dingen wanneer je hen laat werken met invoerparameters.

**DGS met minstens een invoerparameter** De procedure om een DGS met invoerparameters te creëren is bijna identiek. Het volstaat om, onmiddellijk na het instrument voor scripts te hebben geselecteerd, het object aan te klikken dat je als invoerparameter wenst te gebruiken. Klik vervolgens op de achtergrond van de figuur, op de plaats waar je het script zetten wil.

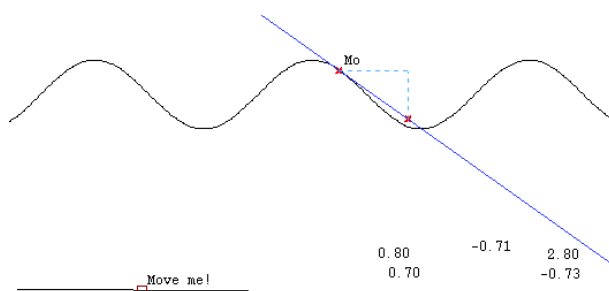
In het script wordt verwezen naar de invoerparameter met de veranderlijke  $a1$ . Hadden we twee invoerparameters gedefinieerd, dan zou de volgorde van selectie van die parameters weerspiegeld zijn in de naamgeving van de veranderlijken :  $a1$  en  $a2$ . Hetzelfde gaat op voor drie, vier of meer invoerparameters.

Naargelang het type object waarnaar men verwijst, zijn er verschillende methoden om de getalwaarde te bekomen, om de coördinaten te bekomen, etc. Het overzicht van de methoden kan men nalezen in het deel Verwijzingsmethoden van de DGS (Deel 3.2.2, pagina 31).

In wat volgt, zullen we stapsgewijs de constructie uiteenzetten van een (deel van een) kromme en zijn tangens in een punt dat we zullen kunnen bewegen over dat deel van de kromme.

De eindfiguur wordt meegeleverd met DR. GEO. Zij heet `/usr/share/drgeo/examples/figures/slope.fgeo`.

Figuur 3.10: De figuur die we zullen bekomen



**Een waarde definiëren in een gegeven interval** Om te beginnen plaatsen we twee punten in een nieuwe figuur, en tekenen we het lijnstuk dat begrensd wordt door deze twee punten. Op dit lijnstuk plaatsen we een punt dat we “Move me!” noemen. Dit punt zal als ijkpunt fungeren ; de juiste afmetingen zal het script ons leveren. We creëren nu een script met als enige invoerparameter dit bewuste punt.

Als `a1` verwijst naar het punt “Move me!”, dan geeft het script dat volgt als uitkomst een reëel getal binnen het interval  $[-10 ; 10]$  :

```
(define x (getAbscissa a1))
(* 20 (- x 0.5))
```

Wat uitleg is nodig. In de eerste regel, laat de aanroep `(getAbscissa a1)` toe de abscis te bekomen van het object waarnaar `a1` verwijst<sup>4</sup> – namelijk het punt “Move me!”. De waarden van deze abscis worden toegekend aan een nieuwe veranderlijke `x`. Op de tweede regel passen we vervolgens de schaal aan. Deze uitdrukking zou in algebraïsche notatie overeenstemmen met  $20 \times (x - 0.5)$ . Omdat dit de laatste regel is, is de uitkomst van het script de uitkomst van die regel en wordt die uitkomst afgebeeld in de figuur.

Laat ons dit script, tenslotte, `Xo` noemen.

**Een representatief gedeelte van een kromme afbeelden** We zullen ons bedienen van de uitkomst van het eerste script om met een tweede script de ordinat te berekenen in een punt onder de functie  $x \rightarrow \cos(x)$  :

```
(define x (getValue a1))
(cos x)
```

De aanroep `(getValue a1)` laat toe de getalwaarde te bekomen van het object waarnaar we verwijzen met `a1`. Hier willen we de uitkomst van het vorige script gebruiken in een nieuw script. We zullen het `Yo` noemen.

In een volgende stap creëren we het punt `Mo` met coördinaten  $(Xo ; Yo)$ . Het gaat om een willekeurig punt op de kromme  $x \rightarrow \cos(x)$ . Om een representatief gedeelte van de kromme af te beelden dat zich b.v. uitstrekt over het interval  $[-10 ; 10]$ , creëren we de plaats van het punt `Mo`, wanneer het punt “Move Me!” het lijnstuk beschrijft. Zo, nu hebben we een kromme !

<sup>4</sup>Deze abscis ligt in het interval  $[0 ; 1]$ , en dit voor om het even welke soort lijn.

**De raaklijn aan een kromme berekenen en afbeelden** Om de raaklijn in het punt Mo te tekenen, hebben we vooreerst de richtingscoëfficiënt in dat punt nodig, waarvoor we dus zowel de afgeleide functie  $x \rightarrow -\sin(x)$  nodig hebben als Xo. We schrijven dus een script met als invoerparameter het script Xo :

```
(- 0 (sin (getValue a1)))
```

De prefixnotatie die Scheme/Guile gebruikt kan verwarrend werken, maar is een kwestie van gewoonte. Laat ons dit script “richtingscoëfficiënt in Mo” noemen. Op die manier zal, telkens wanneer Mo verplaatst wordt, de richtingscoëfficiënt opnieuw berekend worden.

Er rest ons nog de raaklijn te tekenen. Daartoe berekenen we eerst de coördinaten van een tweede punt – M1 – van deze rechte.

Laat ons beginnen met de abscis, b.v.  $X1 = Xo + 2$ . Om die te berekenen, schrijven we een script met als invoerparameter het script Xo :

```
(define x1 (getValue a1))
(+ x1 2)
```

Dit script noemen we X1.

Nu nog de ordinaat van M1 te pakken krijgen. Hiervoor hebben we het volgende nodig :

- Mo (waarnaar we verwijzen met *a1*) ;
- de richtingscoëfficiënt in Mo (*a2*) ;
- de abscis van X1 (*a3*).

In dit script berekenen we de ordinaat van M1 op de volgende manier  $Yo + m \times (X1 - Xo)$  :

```
(define x0 (car (getCoordinates a1)))
(define y0 (cadr (getCoordinates a1)))
(define m (getValue a2))
(define x1 (getValue a3))
(+ (* m (- x1 x0)) y0)
```

Enkele woorden commentaar bij de aanroep (*getCoordinates a1*). Bij deze aanroep moet *a1* verwijzen naar een object van het type ‘punt’. Deze methode geeft als output een lijst met de coördinaten van het punt – hier Mo. Met *car* kan men het eerste element uit de lijst nemen, en met *cadr* het tweede. De rest van het script zou geen problemen mogen stellen.

Laat ons dit script Y1 noemen. Nu kunnen we het punt M1 construeren, met coördinaten (X1 ; Y1) en tenslotte de raaklijn (MoM1).

Het was natuurlijk mogelijk om maar twee of drie scripts te schrijven in plaats van deze panoplie. Maar we hopen dat u met deze kleine voorbeelden de smaak te pakken krijgt en zelf met DGS aan de slag gaat.

### 3.2.2 Methodes van verwijzen voor Dr. Geo-scripts

De volgende delen beschrijven de methodes die beschikbaar zijn voor de DR. GEO-scripts. Ze zijn geordend naar het type meetkundig of numeriek object.

#### Punt

<b>waarde</b> ( <i>getAbscissa punt</i> )
---

*punt*: Verwijzing naar een willekeurig punt op een lijn

*Uitkomst*: De abscis van dit punt op de lijn. De waarde ligt in het interval  $[0 ; 1]$

**Voorbeeld:**

```
(define x (getValue a1))
(* x 10)
```

```
(setAbscissa punt x)
```

*punt*: Verwijzing naar een willekeurig punt op een lijn

*x*: De decimale waarde binnen het interval  $[0 ; 1]$ , die de nieuwe abscis voorstelt

**Voorbeeld:**

```
(setAbscissa a1 0.5)
```

```
lijst (getCoordinates punt|vector)
```

Geeft als output de coördinaten van een punt of een vector.

*punt/vector*: Verwijzing naar een punt of een vector

*Uitkomst*: Lijst die de coördinaten van het punt of van de vector bevat

**Voorbeeld:**

```
(define c (getCoordinates a1))
(define x (car c))
(define y (cadr c))
(+ (* x x) (* y y))
```

```
(setCoordinates punt coörd)
```

Legt de coördinaten van een punt vast

*punt*: Verwijzing naar een willekeurig punt in het vlak

*coörd*: Lijst van twee decimale getallen

**Voorbeeld:**

```
(define l (list 1.4 (random 5)))
(setCoordinate a1 l)
```

**Rechte, Halfrechte, Lijnstuk, Vector**

```
waarde (getSlope richting)
```

*richting*: Verwijzing naar een object van het type rechte, halfrechte, lijnstuk of vector

*Uitkomst*: De richtingscoëfficiënt van deze richting

**Voorbeeld:**

```
(define p (getSlope a1))
```

```
waarde (getNorm vector)
```

*vector*: Verwijzing naar een vector

*Uitkomst*: De norm van deze vector

**Voorbeeld:**

```
(define n (getNorm a1))
```

```
waarde (getLength lijnstuk)
```

*lijnstuk*: Verwijzing naar een lijnstuk

*Uitkomst*: De lengte van dit lijnstuk

**Voorbeeld:**

```
(define l (getLength a1))
```



**Cirkel, Cirkelboog**

```
lijst (getCenter cirkel|cirkelboog)
```

*cirkel/cirkelboog*: Verwijzing naar een cirkel of naar een cirkelboog

*Uitkomst*: Lijst die de coördinaten van het middelpunt van de cirkel of van de cirkelboog bevat

**Voorbeeld:**

```
(define c (getCenter a1))
(car c)
```

```
waarde (getRadius cirkel|cirkelboog)
```

*cirkel/cirkelboog*: Verwijzing naar een cirkel of naar een cirkelboog

*Uitkomst*: Straal van de cirkel of van de cirkelboog

**Voorbeeld:**

```
(define r (getRadius a1))
```

```
waarde (getLength cirkel|cirkelboog)
```

*cirkel/cirkelboog*: Verwijzing naar een cirkel of naar een cirkelboog

*Uitkomst*: Omtrek van de cirkel of lengte van de cirkelboog

**Voorbeeld:**

```
(define l (getLength a1))
```

**Getal**

```
waarde (getValue getal)
```

*getal*: Verwijzing naar een getal

*Uitkomst*: Waarde van dit getal

**Voorbeeld:**

```
(define a (getValue a1))
(define b (getValue a2))
(+ a b)
```

```
(setValue getal v)
```

*getal*: Verwijzing naar een getal

*v*: Decimale getalwaarde

**Voorbeeld:**

```
(define v (getValue a1))
(setValue a2 v)
```

**Hoek**

```
waarde (getAngle hoek)
```

*hoek*: Verwijzing naar een meetkundige of georiënteerde hoek

*Uitkomst*: De hoek uitgedrukt in graden. Om de hoek in radialen te bekomen, dient men de methode *getValue* te gebruiken

**Voorbeeld:**

```
(define angle1 (getAngle a1))
(define angle2 (getAngle a2))
```

```
(define angle3 (getAngle a3))
(+ angle1 angle2 angle3)
```

### Overige

```
(move item t)
```

*item*: Verwijzing naar een object van de figuur

*t*: Vector met twee dimensies

#### Voorbeeld:

```
(define v (vector .1 0))
(move a1 v)
```

## 3.3 De instrumenten in de gebruikersinterface aanpassen

DR. GEO biedt de mogelijkheid sessies<sup>5</sup> voor te bereiden waarbij de leraar voor bepaalde figuren kan beslissen de toegang tot bepaalde instrumenten te blokkeren. De beveiliging gebeurt per figuur afzonderlijk, en dit telkens met een verschillend paswoord. Op die manier heeft een leraar de volle vrijheid om een activiteit met verschillende figuren voor te bereiden en die op gepaste wijze te beveiligen.

### 3.3.1 Instrumenten vergrendelen

De beveiliging gebeurt figuur per figuur. Om een figuur te beveiligen, ga je naar het menu **Bewerken->Gebruikersinterface aanpassen**. Er verschijnt een groot dialoogvenster waarin de gebruiker de verschillende icoontjes herkent, die men op de tweede taakbalk van DR. GEO terugvindt. Om een instrument te activeren of vergrendelen, volstaat het op het gepaste icoontje te drukken. Als een instrument vergrendeld werd, ziet het overeenkomstige icoontje er iets grijzer uit. Het is eveneens mogelijk een hele reeks instrumenten in één keer uit te schakelen door te klikken op het icoontje van de hele groep (i.e. met een groen driehoekje)

Wanneer de gebruiker de te beveiligen instrumenten geselecteerd heeft, kan hij overgaan tot de eigenlijke vergrendeling door in het dialoogvenster op de knop **Vergrendelen** te drukken. DR. GEO vraagt dan om een paswoord.

---

(!) Bij het opslaan van een figuur of een sessie met vergrendelingen in de gebruikersinterface worden de paswoorden mee opgeslagen in het bestand. Ze zijn weliswaar gecrypteerd.

---

### 3.3.2 Instrumenten ontgrendelen

Het spreekt vanzelf dat je een interface daarna ook kan ontgrendelen, hetzij om geleidelijk aan toegang te verschaffen aan instrumenten – wanneer leerlingen op een sessie werken b.v. – of om een figuur bij te werken. Om dit te doen moet je naar het menu **Bewerken->Gebruikersinterface aanpassen** gaan en in het dialoogvenster de knop **Ontgrendelen** aanklikken. DR. GEO vraagt dan het correcte paswoord opnieuw in te voeren.

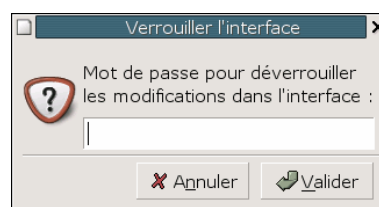
---

<sup>5</sup>Sessies zijn bestanden die verschillende DR. GEO-documenten (i.e. figuren en/of teksten) bevatten.

Figuur 3.11: Het dialoogvenster om instrumenten te vergrendelen.



Figuur 3.12: Het dialoogvenster om de interface van een figuur te ontgrendelen.





## Hoofdstuk 4

# Dr. Geo-Scheme-figuren

De DR. *GEO-Scheme-figuren* – (DSF) – zijn figuren die in een relatief natuurlijke taal beschreven worden. Het gaat er dan niet langer om een figuur te construeren via de grafische interface van DR. GEO, maar veeleer om de figuur te beschrijven in de taal Scheme. Wij hebben gepoogd om de syntaxis zo licht en gemakkelijk mogelijk te maken. Alle sleutelwoorden om een eenvoudige figuur te tekenen kunnen in verschillende talen gesteld zijn. Zo kan men een figuur beschrijven in het Frans, in het Engels, in het Spaans, in het Nederlands, etc. (Een mengeling van talen is ook mogelijk, maar niet aan te raden).

### 4.1 Enkele voorbeelden

Scheme is als dusdanig een taal op hoog niveau. Wanneer we een figuur definiëren, kunnen we bijgevolg van zijn kracht gebruikmaken om dit of dat deel van de figuur op recursieve wijze te definiëren, of om bepaalde objecten op toevallige wijze op de figuur te plaatsen zodat de figuur er telkens lichtjes anders uitziet wanneer men ze opnieuw opent. De DSF zijn kortom bevrijd uit het kader van de grafische interface en winnen aan kracht dankzij Scheme. Een DSF is dus een bestand dat met een tekst-*editor* wordt aangemaakt en dat in DR. GEO wordt geopend met de opdracht **Bestand->Evalueren**.

Laat ons een eenvoudig voorbeeld van de DSF bestuderen :

```
(nieuwe-figuur "Mijn figuur")
```

Dit is de kleinste DSF die we konden definiëren. Wanneer we het bestand laden in DR. GEO, wordt er louter een nieuwe, lege figuur gecreërd onder de naam “Mijn figuur”. Hadden we verschillende commando’s in de lijn van (nieuwe-figuur "Mijn figuur") ingebracht, dan zouden er evenveel nieuwe figuren gecreëerd zijn.

Laat ons een tweede voorbeeld bekijken :

```
(nieuwe-figuur "Mijn figuur")  
(weze Punt "A" willekeurig 1.2 -2)
```

Deze DSF definiëert een figuur met een willekeurig punt *A* met coördinaten (1,2 ; -2). De syntaxis is kennelijk relatief aangenaam, te meer omdat zij in de moedertaal gesteld is. Laat ons dieper ingaan op de tweede regel. De syntaxis is immers dezelfde voor alle commando’s die objecten definiëren. Een dergelijk commando kan als volgt worden opgesplitst :

1. We beginnen steeds met het sleutelwoord **weze**, dat aangeeft dat we een nieuw object in het leven willen roepen.
2. Onmiddellijk daarop volgt de categorie van het object, **Punt** in dit geval **Punt**.

3. Vervolgens volgt de naam van het object,  $A$ , die we steeds tussen aanhalingstekens plaatsen. Zelfs als we geen naam willen geven aan het object, moet men een lege naam geven.
4. Daarna geven we het type object aan – het type punt in ons voorbeeld – hier willekeurig. Het punt  $A$  is dus een willekeurig punt.
5. Na het type object volgt een lijst met specifieke argumenten. Die lijst bestaat in ons voorbeeld uit twee getallen, de coördinaten van het willekeurige punt  $A$ .

Laat ons verder gaan met een derde voorbeeld :

```
(define (driehoek p1 p2 p3)
  (Lijnstuk "" uiteinden p1 p2)
  (Lijnstuk "" uiteinden p2 p3)
  (Lijnstuk "" uiteinden p1 p3))

(define (toeval)
  (- 8 (* 16 (random:uniform))))

(nieuwe-figuur "Mijn figuur")

(weze Punt "A" willekeurig (toeval) 0)
(weze Punt "B" willekeurig 5 0)
(weze Punt "C" willekeurig (toeval) 5)

(driehoek A B C)
```

Dit voorbeeld is bijzonder interessant omdat het drie belangrijke zaken demonstreert :

1. Het gebruik van constructies op hoog niveau. We definiëren een functie **driehoek** die aan de hand van drie gegeven punten, een driehoek door die punten construeert. Deze manier van handelen is vergelijkbaar met de macro-constructies, maar we hebben een veel grotere vrijheid van beweging.
2. De definitie van bijkomende functies. Hier hebben we de functie **toeval** gecreëerd, die ons een decimaal getal bezorgt dat tussen -8 en 8 ligt. We gebruiken de functie om bepaalde punten van onze figuur op toevallige wijze te positioneren. Op die manier zal een figuur lichtjes anders zijn telkens zij geopend wordt.
3. Het gebruik van het sleutelwoord **weze** is eigenlijk niet verplicht. Enkel als we een verwijzing (een naam) van een object willen bewaren, maken we er gebruik van. Bij de functie **driehoek** kozen we er bij voorbeeld voor om de lijnstukken geen namen te geven. De punten  $A$ ,  $B$  en  $C$  daarentegen kregen verwijzingen met dezelfde naam.

Merk op dat als we geen naam geven bij het definiëren van de lijnstukken, DR. GEO zelf een standaardnaam toekent aan de hand van de uiteinden. De drie lijnstukken zullen dus in ons geval de namen  $[AB]$ ,  $[BC]$  en  $[AC]$  dragen.

Laat ons dit gedeelte met een laatste voorbeeld beëindigen :

```
(weze Punt "A" willekeurig 1 0)
(weze Punt "B" willekeurig 5 0)
(weze Rechte "r1" 2punten A B)

(zend A kleur geel)
(zend A vorm rond)
(zend A grootte groot)
(zend B verbergen)
(zend d1 dikte streepje)
```

De drie eerste commando's creëren twee punten en een rechte. Hier belangt ons vooral de reeks **geef**-commando's aan. Met dit commando kunnen we communiceren met een object waarvan we een symbool hebben opgeslagen. In ons geval hebben we de symbolen **A**, **B** en **r1**. We zenden telkens een boodschap aan een object. In het eerste argument geven we aan met welk object we communiceren en in het tweede argument de boodschap die we willen meegeven. Het derde en de volgende argumenten hangen af van de aard van de boodschap in het tweede argument. Met de zin (**zend A kleur geel**) stuur je het punt **A** de boodschap **kleur** met als parameter **geel**. De andere **geef**-commando's zijn zo gemakkelijk te begrijpen. Ze zullen uitgelegd worden in het volgende gedeelte.

Wij hebben onze kleine begeleide wandeling doorheen de *Dr. Geo Scheme Figuren* afgerond. In wat volgt, zullen wij alle beschikbare commando's om DSF'en te definiëren uit de doeken doen.

## 4.2 Verwijzingsmethoden voor de Dr. Geo Scheme Figuren

Het definiëren van objecten in een DSF-document gebeurt via prototypes. Prototypes zijn om zo te zeggen objecten die wij kunnen bevragen en aanpassen zoals zal blijken.

Vooraleer echter objecten te definiëren binnen een figuur moeten wij die figuur zelf tot leven wekken met het commando **nieuwe-figuur**.

### 4.2.1 Algemene commando's

(nieuwe-figuur naam)

*naam*: Tekenreeks

*Uitkomst*: Geeft geen waarde als resultaat. De functie-aanroep heeft enkel een zijdelings effect, namelijk het creëren van een nieuwe figuur. Alle objecten die volgen worden in deze figuur gecreëerd, tot we de functie-aanroep opnieuw gebruiken

**Voorbeeld:**

```
(nieuwe-figuur "Mijn 1ste figuur")
```

### 4.2.2 Definitie van nieuwe objecten van een figuur

Een object kan op syntactisch verschillende wijzen worden gedefiniëerd.

- (weze Punt "p1" type args)

Het punt wordt aangemaakt en zijn verwijzing wordt opgeslagen in de variabele **p1**. Deze syntaxis gebruikt een Scheme-macro.

- (Punt "Naam" type args)

Het punt wordt aangemaakt maar geen enkele verwijzing naar het punt wordt bewaard.

- (set! p1 (Punt "Naam" type args))

Het punt wordt aangemaakt en zijn verwijzing wordt gekopieerd naar de reeds bestaande variabele **p1**.

Wanneer objecten worden gecreëerd vanuit een functie, gebruik dan ofwel de vorm **set!** ofwel de speciale Scheme-vorm **let**. Het is belangrijk op te merken dat de basisaanroep een functie is die een verwijzing naar het aangemaakte object als uitkomst geeft.

**Punt**

```
prototype (Punt naam willekeurig x y)
```

*naam*: Tekensreeks die de naam van het object aangeeft

*x*: De abscis van het punt

*y*: De ordinaat van het punt

*Uitkomst*: Verwijzing naar een willekeurig punt in het vlak met coördinaten *x* en *y*.

**Voorbeeld:**

```
(define p1 (Punt "A"willekeurig 1.2 (acos -1)))
```

```
prototype (Punt naam op-kromme lijn x)
```

*naam*: Tekensreeks die de naam van het object aangeeft

*lijn*: Verwijzing naar een lijn (rechte, halfrechte, lijnstuk, etc.)

*x*: Kromme-abscis van het willekeurig punt, de waarde behoort tot het interval  $[0 ; 1]$

*Uitkomst*: Verwijzing van een willekeurig punt op een lijn.

**Voorbeeld:**

```
(Punt "Möp-kromme s1 0.5 )
```

```
prototype (Punt naam midden-2ptn p1 p2)
```

*naam*: Tekensreeks die de naam van het object aangeeft

*p1*: Verwijzing naar een punt

*p2*: Verwijzing naar een punt

*Uitkomst*: Verwijzing naar het midden van twee punten.

**Voorbeeld:**

```
(weze Punt "A"willekeurig 1 1)
```

```
(weze Punt "B"willekeurig 4 4)
```

```
(Punt "I"midden-2ptn A B)
```

```
prototype (Punt naam midden-lijnstuk s)
```

*naam*: Tekensreeks die de naam van het object aangeeft

*s*: Verwijzing naar een lijnstuk

*Uitkomst*: Verwijzing naar het midden van twee punten.

**Voorbeeld:**

```
(weze Punt "L"midden-lijnstuk s)
```

```
prototype (Punt naam snijpunt l1 l2)
```

*naam*: Tekensreeks die de naam van het object aangeeft

*l1*: Verwijzing naar een lijn

*l2*: Verwijzing naar een lijn

*Uitkomst*: Verwijzing naar het snijpunt van twee lijnen.

**Voorbeeld:**

```
(Punt "I"snijpunt rechte lijnstuk)
```

```
prototype (Punt naam snijpunt2 l1 l2)
```

*naam*: Tekensreeks die de naam van het object aangeeft

*l1*: Verwijzing naar een lijn

*l2*: Verwijzing naar een lijn

*Uitkomst*: Verwijzing naar het tweede snijpunt van twee lijnen als een van de twee een cirkelboog of een cirkel is.



**Voorbeeld:**

```
(Punt "I"snijpunt2 rechte cirkel)
```

**Rechte**

```
prototype (Rechte naam 2punten p1 p2)
```

*naam*: Tekenreeks die de naam van het object aangeeft

*p1*: Verwijzing naar een punt

*p2*: Verwijzing naar een punt

*Uitkomst*: Verwijzing naar een rechte door twee punten

**Voorbeeld:**

```
(weze Punt "A"willekeurig 0 0)
```

```
(weze Punt "M"willekeurig 1 2)
```

```
(Rechte 2punten A M)
```

```
prototype (Rechte naam evenwijdig p r)
```

*naam*: Tekenreeks die de naam van het object aangeeft

*p*: Verwijzing naar een punt

*r*: Verwijzing naar een richting (rechte, lijnstuk, vector, ...)

*Uitkomst*: Verwijzing naar een rechte evenwijdig met de richting *r* en door het punt *p*.

**Voorbeeld:**

```
(weze Punt "A"willekeurig 1 5)
```

```
(weze Rechte "r1"evenwijdig A r)
```

```
prototype (Rechte naam loodrecht p r)
```

*naam*: Tekenreeks die de naam van het object aangeeft

*p*: Verwijzing naar een punt

*r*: Verwijzing naar een richting (rechte, lijnstuk, vector, ...)

*Uitkomst*: Verwijzing naar een rechte loodrecht op de richting *r* en door het punt *p*.

**Voorbeeld:**

```
(weze Punt "A"willekeurig 1 5)
```

```
(weze Rechte "r1"loodrecht A r)
```

**Halfrechte**

```
prototype (Halfrechte naam 2punten o p)
```

*naam*: Tekenreeks die de naam van het object aangeeft

*o*: Verwijzing naar een punt, grenspunt van de halfrechte

*p*: Verwijzing naar een ander punt, op de halfrechte

*Uitkomst*: Verwijzing naar een halfrechte gedefiniëerd door zijn grenspunt en een tweede punt.

**Voorbeeld:**

```
(weze Punt "A"willekeurig 1 5)
```

```
(weze Punt "O"willekeurig 0 0)
```

```
(weze Halfrechte "dd1"2punten A O)
```

## Lijnstuk

```
prototype (Lijnstuk naam grenspunten p1 p2)
```

*naam*: Tekenreeks die de naam van het object aangeeft

*p1*: Verwijzing naar een punt

*p2*: Verwijzing naar een punt

*Uitkomst*: Verwijzing naar een lijnstuk gedefiniëerd door zijn grenspunten.

**Voorbeeld:**

```
(weze Punt "A"willekeurig 1 5)
```

```
(weze Punt "B"willekeurig 10 4)
```

```
(weze Lijnstuk grenspunten A B)
```

## Cirkel

```
prototype (Cirkel naam 2punten m p)
```

*naam*: Tekenreeks die de naam van het object aangeeft

*m*: Verwijzing naar een punt, middelpunt van de cirkel

*p*: Verwijzing naar een punt op de cirkel

*Uitkomst*: Verwijzing naar een cirkel gedefiniëerd door zijn middelpunt en een punt

**Voorbeeld:**

```
(weze Punt "A"willekeurig 1 5)
```

```
(weze Punt "B"willekeurig 10 4)
```

```
(weze Cirkel "C1"2punten A B)
```

```
prototype (Cirkel naam middelpunt-straal m r)
```

*naam*: Tekenreeks die de naam van het object aangeeft

*m*: Verwijzing naar een punt, middelpunt van de cirkel

*r*: Verwijzing naar een lijnstuk, de straal van de cirkel

*Uitkomst*: Verwijzing naar een cirkel bepaald door zijn middelpunt en straal

**Voorbeeld:**

```
(weze Punt "A"willekeurig 1 5)
```

```
(weze Getal "r"willekeurig 10)
```

```
(weze Cirkel "C1"middelpunt-straal A r)
```

## Cirkelboog

```
prototype (Cirkel naam 3punten p1 p2 p3)
```

*naam*: Tekenreeks die de naam van het object aangeeft

*p1*: Verwijzing naar een punt, 1<sup>e</sup> grenspunt van de boog

*p2*: Verwijzing naar een punt op de boog

*p3*: Verwijzing naar een punt, 2<sup>de</sup> grenspunt van de boog

*Uitkomst*: Verwijzing naar een cirkelboog gedefiniëerd door zijn grenspunten en een punt.

**Voorbeeld:**

```
(weze Punt "A"willekeurig 1 5)
```

```
(weze Punt "B"willekeurig 0 5)
```

```
(weze Punt "C"willekeurig -1 -2)
```

```
(weze Cirkelboog "boog"3punten A B C)
```

### Veelhoek

**prototype** (Veelhoek naam npunten args)

*naam*: Tekensreeks die de naam van het object aangeeft

*args*: Een lijst met verwijzingen naar punten, hoekpunten van de veelhoek

*Uitkomst*: Verwijzing naar een veelhoek gedefinieerd door zijn hoekpunten

**Voorbeeld:**

(weze Veelhoek "quad"npunten A B C D)

### Meetkundige transformaties

De prototypes van meetkundige transformaties laten toe objecten te tekenen onder een transformatie. Men kan transformaties toepassen op verwijzingen naar objecten van het type punt, lijnstuk, rechte, halfrechte, vector, cirkel, cirkelboog en veelhoek.

**prototype** (ObjectType naam draaiing object middelpunt hoek)

*ObjectType*: Punt, Lijnstuk, Rechte, Halfrechte, Vector, Cirkel, Cirkelboog, Veelhoek

*naam*: Tekensreeks die de naam van het object aangeeft

*object*: Verwijzing naar het te transformeren object

*middelpunt*: Verwijzing naar een punt, middelpunt van de draaiing

*hoek*: Verwijzing naar een getalwaarde, hoek van de draaiing

*Uitkomst*: Verwijzing naar een getransformeerd object

**Voorbeeld:**

(weze Punt "I1"draaiing I C a)

**prototype** (ObjectType naam homothetie object middelpunt k)

*ObjectType*: Punt, Lijnstuk, Rechte, Halfrechte, Vector, Cirkel, Cirkelboog, Veelhoek

*naam*: Tekensreeks die de naam van het object aangeeft

*object*: Verwijzing naar het te transformeren object

*middelpunt*: Verwijzing naar een punt, middelpunt van de homothetie

*k*: Verwijzing naar een getalwaarde, factor van de homothetie

*Uitkomst*: Verwijzing naar een getransformeerd object

**Voorbeeld:**

(weze Veelhoek "P1"homothetie P C k1)

**prototype** (ObjectType naam puntspiegeling object middelpunt)

*ObjectType*: Punt, Lijnstuk, Rechte, Halfrechte, Vector, Cirkel, Cirkelboog, Veelhoek

*naam*: Tekensreeks die de naam van het object aangeeft

*object*: Verwijzing naar het te transformeren object

*middelpunt*: Verwijzing naar een punt, middelpunt van de puntspiegeling

*Uitkomst*: Verwijzing naar het getransformeerde object

**Voorbeeld:**

(weze Lijnstuk "L1"puntspiegeling L m)

**prototype** (ObjectType naam spiegeling object spiegelas)

*ObjectType*: Punt, Lijnstuk, Rechte, Halfrechte, Vector, Cirkel, Cirkelboog, Veelhoek

*naam*: Tekensreeks die de naam van het object aangeeft

*object*: Verwijzing naar het te transformeren object

*spiegelas*: Verwijzing naar een rechte, de spiegelas

*Uitkomst*: Verwijzing naar het getransformeerde object

**Voorbeeld:**

(weze Veelhoek "V1"spiegeling V r1)

**prototype** (ObjectType naam verschuiving object vector)

*ObjectType*: Punt, Lijnstuk, Rechte, Halfrechte, Vector, Cirkel, Cirkelboog, Veelhoek

*naam*: Tekenreeks die de naam van het object aangeeft

*object*: Verwijzing naar het te transformeren object

*vector*: Verwijzing naar een vector

*Uitkomst*: Verwijzing naar het getransformeerde object.

**Voorbeeld:**

(weze Cirkel "C1"verschuiving C v)

**Meetkundige plaats**

**prototype** (Plaats naam 2punten m c)

*naam*: Tekenreeks die de naam van het object aangeeft

*m*: Verwijzing naar een beweeglijk punt op een lijn

*c*: Verwijzing naar een vast punt dat afhangt van het punt *m*

*Uitkomst*: Verwijzing naar een plaats.

**Voorbeeld:**

(Plaats "plaats1"2punten M I)

**Vector**

**prototype** (Vector naam 2punten o g)

*naam*: Tekenreeks die de naam van het object aangeeft

*o*: Verwijzing naar een punt, oorsprong van de vector

*g*: Verwijzing naar een punt, grenspunt van de vector

*Uitkomst*: Verwijzing naar een vector.

**Voorbeeld:**

(weze Punt "B"willekeurig 0 5)

(weze Punt "C"willekeurig -1 -2)

(Vector 2punten C B)

**Getal**

**prototype** (Getal naam vrij x y v)

*naam*: Tekenreeks die de naam van het object aangeeft

*x,y*: De coördinaten voor de plaatsing van het getal

*v*: De beginwaarde van het getal

*Uitkomst*: Verwijzing naar een willekeurig getal.

**Voorbeeld:**

(weze Getal "pi"willekeurig 5 5 (acos -1))

**prototype** (Getal naam lengte-lijnstuk x y l)

*naam*: Tekenreeks die de naam van het object aangeeft

*x,y*: De coördinaten voor de plaatsing van het getal

*Uitkomst:* 1

Verwijzing naar een lijnstuk. **Voorbeeld:**

(weze Getal "1"lengte-lijnstuk 5 5 S)

```
prototype (Getal naam norm-vector x y v)
```

*naam:* Tekensreeks die de naam van het object aangeeft

*x,y:* De coördinaten voor de plaatsing van het getal

*v:* Verwijzing naar een vector

*Uitkomst:* Verwijzing naar een getal, norm van de vector.

**Voorbeeld:**

(weze Getal "1"norm-vector 5 5 V)

```
prototype (Getal naam norm-vector x y p c)
```

*naam:* Tekensreeks die de naam van het object aangeeft

*x,y:* De coördinaten voor de plaatsing van het getal

*p:* Verwijzing naar een punt

*c:* Verwijzing naar een cirkel

*Uitkomst:* Verwijzing naar een getal, afstand tussen het punt en de cirkel

**Voorbeeld:**

(weze Getal "1"punt-cirkel 5 5 P C)

```
prototype (Getal naam punt-rechte x y p r)
```

*naam:* Tekensreeks die de naam van het object aangeeft

*x,y:* De coördinaten voor de plaatsing van het getal

*p:* Verwijzing naar een punt

*r:* Verwijzing naar een rechte

*Uitkomst:* Verwijzing naar een getal, afstand tussen het punt en de rechte

**Voorbeeld:**

(weze Getal "1"punt-rechte 5 5 M D1)

```
prototype (Getal naam punt-punt x y p1 p2)
```

*naam:* Tekensreeks die de naam van het object aangeeft

*x,y:* De coördinaten voor de plaatsing van het getal

*p1:* Verwijzing naar een punt

*p2:* Verwijzing naar een punt

*Uitkomst:* Verwijzing naar een getal, afstand tussen de twee punten.

**Voorbeeld:**

(weze Getal "1"punt-punt A B)

## Hoek

```
prototype (Hoek naam meetkundig A B C)
```

*naam:* Tekensreeks die de naam van het object aangeeft

*A:* Verwijzing naar een punt

*B:* Verwijzing naar een punt, het hoekpunt

*C:* Verwijzing naar een punt

*Uitkomst:* Verwijzing naar een meetkundige hoek.

**Voorbeeld:**

(weze hoek "h"meetkundig A B C)

```
(prototype (Hoek naam georiënteerd x y v1 v2))
```

*naam*: Tekensreeks die de naam van het object aangeeft

*x,y*: De coördinaten voor de plaatsing van de hoek

*v1*: Verwijzing naar een vector

*v2*: Verwijzing naar een vector

*Uitkomst*: Verwijzing naar een georiënteerde hoek, gevormd door twee vectoren

**Voorbeeld:**

```
(define v1 (Vector 2punten A B))
```

```
(define v2 (Vector 2punten A C))
```

```
(Hoek "georiënteerd 1 1 v1 v2)
```

### Attributen van objecten aanpassen

Om attributen aan te passen van een reeds gecreëerd object, gebruiken we een systeem dat direct boodschappen zendt aan het prototype dat het object in kwestie vertegenwoordigt. De aanpassing van attributen gebeurt dus steeds a posteriori.

```
(zend object kleur waarde)
```

*object*: Verwijzing naar een object

*waarde*: De kleur ; mogelijke waarden zijn zwart, donkergrijs, grijs, wit, donkergroen, groen, donkerblauw, blauw, rood, bordeaux, geel, oranje

**Voorbeeld:**

```
(weze Punt "A"willekeurig 1 2)
```

```
(zend A kleur groen)
```

```
(zend lijn dikte waarde)
```

*lijn*: Verwijzing naar een lijn (rechte, halfrechte, cirkel, plaats, etc.)

*waarde*: De dikte ; mogelijke waarden zijn streepje, normaal, dik

**Voorbeeld:**

```
(weze Punt "A"willekeurig 1 2)
```

```
(weze punt "B"willekeurig 0 0)
```

```
(weze Rechte "r"2 punten A B)
```

```
(zend d dikte streepje)
```

```
(zend punt grootte waarde)
```

*punt*: Verwijzing naar een punt

*waarde*: De grootte van het punt ; mogelijke waarden zijn klein, normaal, groot

**Voorbeeld:**

```
(weze Punt "A"willekeurig 1 2)
```

```
(zend A grootte klein)
```

```
(zend punt vorm waarde)
```

*punt*: Verwijzing naar een punt

*waarde*: De vorm van het punt ; mogelijke waarden zijn rond, kruisje, rond-leeg, rec, rec-leeg

**Voorbeeld:**

```
(weze Punt "A"willekeurig 1 2)
```

```
(zend A vorm rond)
```

```
(zend object verbergen)
```

*object*: Verwijzing naar een te verbergen object

**Voorbeeld:**

```
(weze Punt "A" willekeurig 1 2)
```

```
(zend A verbergen)
```

## 4.3 Galerij met voorbeelden

Om het gebruik van de DR. GEO-Scheme-figures te illustreren, stellen we een kleine voorbeeldenreeks voor. Deze voorbeelden tonen belangrijke voorbeelden en wij hopen dat ze inspirerend werken. Voor elk voorbeeld geven wij de Scheme-broncode, gevolgd door het resultaat. De broncode kan in een tekst-*editor* gekopieerd en opgeslagen worden om ze vervolgens te evalueren met DR. GEO.

### 4.3.1 Regelmatige veelhoek

Een regelmatige veelhoek met een willekeurig aantal zijden kan men met behulp van een recursieve Scheme-functie construeren.

```
(define pi (acos -1))
(define n 15)
(define x0 0)
(define y0 0)
(define p1 0)

(define (polygon center p a n)
  (if (> n 0)
      (begin
        (set! p1 (Point "" rotation p center a))
        (send p1 masked)
        (Segment "" extremities p p1)
        (polygon center p1 a (- n 1))))
      0)

(new-figure "Regular Polygon!")
(lets Point "C" free x0 y0)
(lets Numeric "a" free 0 0 (* 2 (/ pi n)))
(send a masked)

(set! p1 (Point "I" free 5 0))

(lets Segment "S" extremities C p1)
(Segment "" rotation S C a)

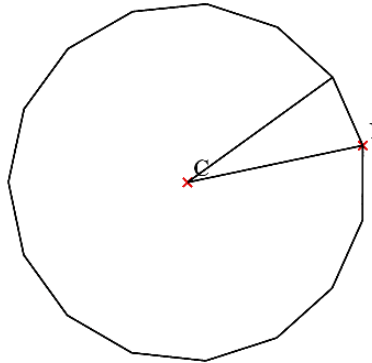
(polygon C p1 a n)
```

### 4.3.2 Fractaal

De constructie van een fractaal in boomvorm is erg eenvoudig. De broncode van de figuur is wonderlijk compact, vooral wanneer men ze vergelijkt met een “handmatige” constructie via de grafische interface.

```
(new-figure "Baum")
(lets Numeric "A1" free 2 2 +3.4)
```

Figuur 4.1: Een regelmatige veelhoek met 15 zijden



```

(lets Numeric "A2" free 2 3 -3.7)
(lets Numeric "S1" free 2 4 +0.5)
(lets Numeric "S2" free 2 5 +0.9)

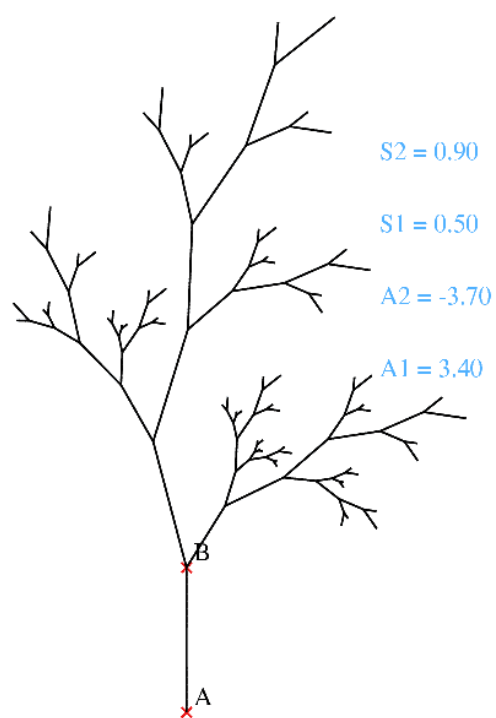
(define (dec n)
  (- n 1))
(define (inc n)
  (+ n 1))
(define (invisible p)
  (send p masked)
  p)
(define (scalerot oP C a s)
  (let* ((sP (invisible (Point "" scale oP C s)))
        (rP (invisible (Point "" rotation sP C a))) )
    rP))
(define (Zweig p0 p1 n)
  (Segment "" extremities p0 p1)
  (let* ((left-scale (if (odd? n) S1 S2))
        (left-angle A1)
        (right-scale (if (odd? n) S2 S1))
        (right-angle A2) )
    (if (> n 0)
      (begin
        (Zweig p1 (scalerot p0 p1 left-angle left-scale) (dec n))
        (Zweig p1 (scalerot p0 p1 right-angle right-scale) (dec n))))))

(lets Point "A" free -3 0)
(lets Point "B" free -3 2)
(Zweig A B 6)

```



Figuur 4.2: Een fractaal die een boomvorm simuleert





## Hoofdstuk 5

# Bestanden en documenten

Constructies kunnen op twee manieren worden opgeslagen. Ofwel sla je één constructie op in één bestand, ofwel sla je een verzameling constructies op in één bestand (i.e. een zgn. DR. GEO-sessie).

### 5.1 Opslaan van een constructie

Via het menu **Bestand->Opslaan** of **Bestand->Opslaan als...**, wordt de figuur die op dat moment zichtbaar is opgeslagen.

---

(!) DR. GEO kan met verschillende figuren tegelijkertijd werken. Je kan van figuur veranderen door op het overeenkomstige oortje te klikken.

---

Via het tweede menu kan de gebruiker de naam wijzigen van het document dat men opslaat.

---

(!) De standaard bestandsnaam kan je veranderen via het menu **Bewerken->Voorkeuren...** Meer informatie vindt men in het deel over standaardinstellingen (Deel 2.3.1, pagina 21).

---

### 5.2 Opslaan van een sessie

Een sessie is een verzameling DR. GEO-gegevens die de gebruiker in een keer verlangt op te slaan in een bestand. Zo kan een leraar een verzameling gegevens (figuren, macro-constructies, aantekeningen) organiseren in een enkel bestand, zodat hij het geheel gemakkelijk opnieuw kan gebruiken.

Via het menu **Bestand->Samenvoegen en opslaan**, opent de gebruiker het dialoogvenster in verband met een sessie.

In dit dialoogvenster verschijnt een tabel met alle actieve gegevens. In de eerste kolom staat de respectieve soort aangeduid van de gegevens die in DR. GEO actief zijn. In de tweede kolom staan de namen van die gegevens.

---

(!) Op dit moment kan een sessie drie soorten gegevens bevatten : een interactieve 2D-figuur, een macro-constructie of een tekst.

---

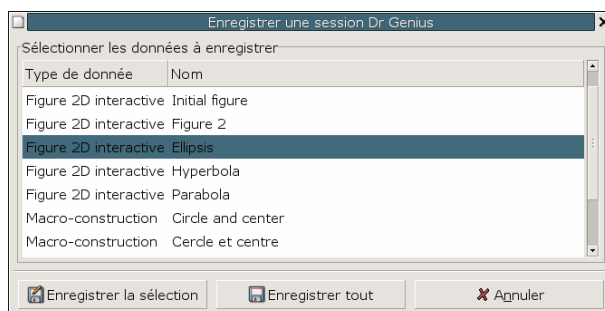
De gebruiker kan de gewenste gegevens één voor één selecteren in de lijst en ze dan opslaan door op de knop **Selectie opslaan** te drukken. Hij kan ook alle gegevens in een klap opslaan door de knop **Alles opslaan** in te drukken.

---

(!) Het menu **Bestand->Samenvoegen en opslaan** is de enige manier om een macro-constructie op te slaan in een bestand.

---

Figuur 5.1: Het dialoogvenster i.v.m. een DR. GEO-sessie



### 5.3 Een bestand openen

Of de gebruiker nu een enkele figuur of een sessie met verschillende soorten documenten heeft opgeslagen, de procedure om een bestand te openen blijft dezelfde : via het menu **Bestand**->**Openen**. . . . Als de geopende sessie macro-constructies bevat, kunnen die onmiddellijk worden uitgevoerd door het gepaste instrument aan te klikken. Macro-constructies zijn beschikbaar vanop elke geopende figuur.

### 5.4 Een figuur exporteren

DR. GEO biedt de mogelijkheid om een meetkundige figuur te exporteren naar een  $\text{\LaTeX}$ - of PostScript-document. Beide formaten zijn van het vectoriële type. Dit betekent dat ze een betere afdrukkwaliteit zullen hebben dan beelden die in een bitmap-formaat worden opgeslagen. Men kan een figuur exporteren via het sub-menu **Figuur**->**Exporteren naar** . . .

#### 5.4.1 Exporteren naar $\text{\LaTeX}$

Wanneer men naar  $\text{\LaTeX}$  wil exporteren, heeft men het **pstricks**-pakket nodig. Over het algemeen wordt dit pakket verspreid samen met  $\text{\LaTeX}$  zelf. Een figuur die men naar  $\text{\LaTeX}$  exporteerde kan je vanzelfsprekend in een  $\text{\LaTeX}$ -document opnemen, maar je kan het ook direct als een op zich staand document compileren :

```
latex figure.tex
dvips figure.dvi
```

Als men deze twee commando's invoert, bekomt men het document figure.ps. Dit kan dan op het scherm weergegeven worden met het programma GhostView<sup>1</sup> **gv**.

#### 5.4.2 Exporteren naar PostScript

Exporteren naar het PostScript-formaat biedt het voordeel dat je de documenten makkelijk kan gebruiken in andere programma's<sup>2</sup>.

Het EPS-formaat is de facto eigenlijk min of meer de standaard waar het vectoriële beelden aangaat. Om dit soort beelden snel weer te geven gebruiken we het programma GhostView. Zijn commando is **gv**.

<sup>1</sup>GhostView is een programma dat zowel PostScript-documenten (.ps of .eps) als PDF's op het scherm kan weergeven

<sup>2</sup>Het formaat wordt herkend door TeXmacs, OpenOffice.org, LyX,  $\text{\LaTeX}$ , Xfig, The Gimp en vele andere programma's

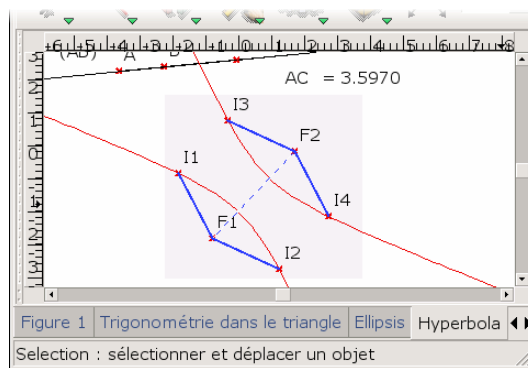
### 5.4.3 De zone bepalen die men exporteert

DR. GEO zal standaard de zichtbare zone van de figuur exporteren. Om dus een precieze zone van een figuur te exporteren, kunnen we de grootte van het DR. GEO-venster aanpassen, tot we de gewenste zone bekomen<sup>3</sup>.

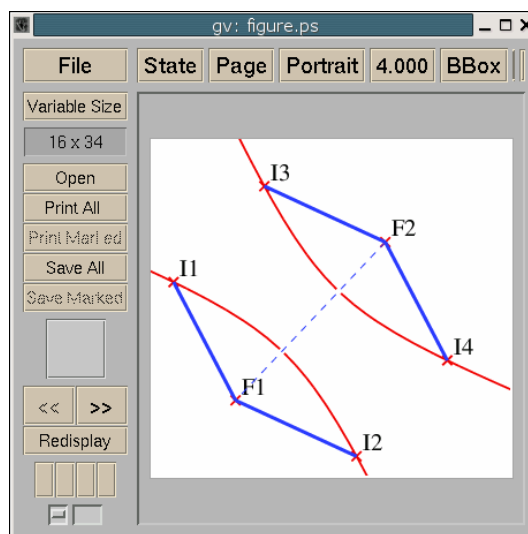
Hoewel die methode snel en eenvoudig kan werken, is ze niet altijd even soepel. Bovendien wordt de zone die men exporteert niet automatisch mee opgeslagen met de figuur zelf. Een andere manier van werken bestaat erin het commando **De te exporteren zone afbakenen** te gebruiken. Gebruik hiervoor het menu **Bestand->Instellingen m.b.t. exporteren**.

Eens dit commando actief is, kan je op de figuur een rechthoek afbakenen, die dan kan worden geëxporteerd. Die rechthoekige zone kan men nadien zoveel bijstellen als men wil. Hij zal in het lichtgrijs getekend worden. Wanneer men achteraf de figuur opslaat, zal de afgebakende zone nu wel mee worden opgeslagen. Tenslotte kan men de bewuste zone altijd verwijderen via het commando **De te exporteren zone verwijderen**.

Figuur 5.2: Een figuur waarin een te exporteren zone werd afgebakend



Figuur 5.3: De zone werd geëxporteerd naar een PostScript-document en weergegeven met GhostView



<sup>3</sup>Men kan eventueel het zijpaneel met de boomstructuur openvouwen om de zone die men wil exporteren nog kleiner te krijgen.



# Hoofdstuk 6

## Receptenboek

Dit hoofdstuk is een steuntje in de rug voor wie meetkundige figuren wenst te tekenen met DR. GEO. In tegenstelling tot de vorige hoofdstukken, is de aanpak hier concreet en op precieze situaties toegespitst. De inhoud van dit hoofdstuk werd tot stand gebracht aan de hand van de reacties van de gebruikers van DR. GEO.

### 6.1 Constructies

#### 6.1.1 Een punt plaatsen met gegeven coördinaten

De meest eenvoudige manier bestaat erin een willekeurig punt te plaatsen – via het instrument Willekeurig Punt (Deel 2.1.1, pagina 12) – en dan de eigenschappen van het punt aan te passen – via het instrument Eigenschap (Deel 2.2.6, pagina 20) – en met name de gewenste coördinaten in te voeren.

Een andere mogelijkheid – minder soepel voor dit voorbeeld – is om twee willekeurige getalwaarden in de figuur te plaatsen – via het instrument Getal (Deel 2.1.4, pagina 15) – en dan een punt te construeren met beide waarden als coördinaten – instrument Punt gedefinieerd door zijn coördinaten (Deel 2.1.1, pagina 12). Een voordeel echter, ten opzichte van de vorige methode is dat een punt dat zo werd geconstrueerd niet direct met de muis kan worden verplaatst. Het is als het ware vastgeketend aan zijn positie.

#### 6.1.2 Een punt plaatsen a.d.h.v. zijn coördinaten

Deze functie wordt veelvuldig gebruikt wanneer men b.v. de meetkundige plaats van een punt wil construeren. Deze constructie veronderstelt het bestaan van twee waarden. Het punt wordt geplaatst met het instrument Punt bepaald door zijn coördinaten (Deel 2.1.1, pagina 12).

### 6.2 Andere truken

#### 6.2.1 Een figuur afdrukken

De meest eenvoudige manier is om de figuur naar het PostScript-formaat te exporteren – Exporteren naar PostScript Section 5.4.2, page 52. Gebruik vervolgens een programma dat PostScript-documenten kan weergeven en afdrukken. Zo'n document zal met vectoriële kwaliteit worden afgedrukt. De programma's GhostView, Gnome GhostView of K GhostView zijn daar perfect geschikt voor.

### 6.2.2 Een paragraaf met tekst in een figuur plaatsen

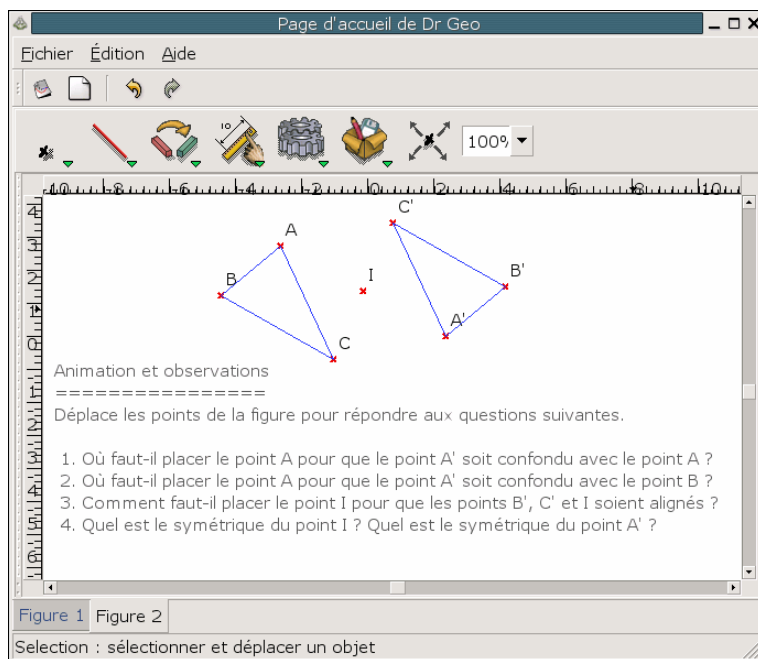
Hiervoor kan je voordelig gebruik maken van scripts, zij het op een wat afwijkende manier. Activeer de modus om een script te schrijven – het instrument voor scripts (Deel 2.1.4, pagina 16) – en klik onmiddellijk op de achtergrond van het scherm. Zo maak je een script aan zonder invoerparameter. Daarna dien je de eigenschappen van het script – eigenschappen van een object (Deel 2.2.6, pagina 20) – aan te passen. In de tekstzone waar de Scheme-code normaal wordt geschreven kan je nu de tekst plaatsen. De tekst moet tussen aanhalingstekens staan en worden voorafgegaan door een apostrof. Bij voorbeeld :

```
'"Animatie en waarnemingen
=====
```

Verplaats de punten op de figuur en beantwoord volgende vragen.

1. Waar moet men het punt A' plaatsen zodat men het niet meer kan onderscheiden van A ?
2. Waar moet men het punt A plaatsen zodat men het punt A' niet meer kan onderscheiden van het
3. Hoe moet men het punt I plaatsen zodat de punten B', C' en I op dezelfde lijn liggen ?
4. Wat is het spiegelpunt van I ? Wat is het spiegelpunt van A' ?"

Figuur 6.1: Voorbeeld van een paragraaf met tekst in een figuur



Zoals dat geldt voor elk script, kan men ook hier het kleur van de tekst aanpassen.



# Lijst van figuren

1.1	Opstartscherm van DR. GEO . . . . .	7
1.2	Een lege meetkundige figuur . . . . .	8
1.3	Een DR. GEO-figuur en zijn beschrijving . . . . .	9
2.1	De categorieën van de instrumenten van DR. GEO en hun beschrijving . . . . .	11
2.2	Dialogvenster voor het uitzicht van een ‘punt’-object . . . . .	18
2.3	Dialogvenster voor het uitzicht van een object ‘lijn’ . . . . .	18
2.4	Dialogvenster voor het uitzicht van getallen & veelhoek-objecten . . . . .	19
2.5	Aanpassingen voor de coördinaten van een willekeurig punt . . . . .	20
2.6	Wijziging van een willekeurige getalwaarde . . . . .	20
2.7	Wijziging van een script . . . . .	20
2.8	Voorkeuren i.v.m. de meetkundige figuren . . . . .	21
2.9	Naam van een figuur wijzigen . . . . .	22
3.1	De beginfiguur . . . . .	24
3.2	De figuur met de gewenste eindconstructie . . . . .	24
3.3	Eerste pagina van het dialogvenster dat de aanmaak van een macro-constructie begeleidt . . . . .	25
3.4	De tweede pagina, de drie punten zijn geselecteerd . . . . .	25
3.5	De derde pagina, de cirkel en zijn middelpunt zijn geselecteerd . . . . .	25
3.6	De vierde pagina, de naam en de beschrijving van de macro-constructie . . . . .	25
3.7	De gebruiker selecteert de invoerparameters op de figuur . . . . .	26
3.8	Een figuur met drie punten . . . . .	26
3.9	De eindfiguur, met de cirkel en zijn middelpunt . . . . .	27
3.10	De figuur die we zullen bekomen . . . . .	30
3.11	Het dialogvenster om instrumenten te vergrendelen. . . . .	35
3.12	Het dialogvenster om de interface van een figuur te ontgrendelen. . . . .	35
4.1	Een regelmatige veelhoek met 15 zijden . . . . .	48
4.2	Een fractaal die een boomvorm simuleert . . . . .	49
5.1	Het dialogvenster i.v.m. een DR. GEO-sessie . . . . .	52
5.2	Een figuur waarin een te exporteren zone werd afgebakend . . . . .	53
5.3	De zone werd geëxporteerd naar een PostScript-document en weergegeven met GhostView . . . . .	53
6.1	Voorbeeld van een paragraaf met tekst in een figuur . . . . .	56

# Index

- DR. GEO-Scheme-figuren
  - Creatie van objecten
    - Hoek, 45
  - Evalueren, 37
  - Inleiding, 37
  - Voorbeelden, 37, 47
    - Fractaal, 47
    - Regelmatige veelhoek, 47
- DR. GEO-Scheme-figuur
  - Nieuwe figuur, 37
- DR. GEO Scheme figuur
  - Creatie van objecten, 39
    - Punt, 40
- DR. GEO Scheme-figuur
  - Creatie van een object
    - Plaats, 44
  - Creatie van objecten
    - Attributen van objecten, 46
    - Cirkel, 42
    - Cirkelboog, 42
    - Getal, 44
    - Halfrechte, 41
    - Lijnstuk, 42
    - Meetkundige transformaties, 43
    - Vector, 44
    - Veelhoek, 43
- DR. GEO Scheme Figuur
  - Creatie van objecten
    - Rechte, 41
- Afdrukken
  - Figuur, 55
- Bewerken
  - Standaardvoorkeuren, 21
  - Uitzicht, 17
- Cirkel, 13
  - Omtrek, 15
- Cirkelboog, 13
  - Lengte, 15
- Editor
  - Eigenschappen, 20
  - Getalswaarde, 20
  - Punt, 20
  - Script, 20
- Figuur
  - Afdrukken, 55
  - Exporteren
    - L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, 52
    - PostScript, 52
    - Zone bepalen die men exporteert, 53
  - Nieuwe naam geven, 22
  - Openen, 52
  - Opslaan, 51
  - Verplaatsen, 16
  - Weergeven
    - Rooster, 21
    - Tekst, 56
- Getal, 15
  - Willekeurige waarde, 15
- Halfrechte, 12
- Historiek
  - Boomstructuur, 16
- Hoek
  - Georiënteerde, 15
  - Meetkundige, 15
- Hulp
  - Standaardvoorkeuren
    - Bladeraar, 22
- Instrumenten
  - Ontgrendelen, 34
  - Vergrendelen, 34
- Lijnstuk, 13
  - Lengte, 15
- Macro-constructie, 16
  - Aanmaken, 24
  - Inleiding, 23
  - Openen, 52
  - Opslaan, 51
  - Uitvoeren, 26
- Meetkundige plaats, 13
  - Script, 30
- Nieuwe naam geven

- Object, 17
- Object
  - Nieuwe naam geven, 17
  - Verbergen, 17
  - Verplaatsen, 17
  - Verwijderen, 17
- Point
  - Renommer, 17
- Punt
  - Coördinaten, 15
  - Gedefinieerd door coördinaten, 12
  - Middelpunt, 12
  - Snijpunt, 12
  - Willekeurig, 12
- Rechte, 12
  - Afstand, 15
  - Evenwijdige, 14
  - Loodlijn, 14
  - Richtingscoëfficiënt, 15
- Rooster
  - Weergeven, 21
- Script, 16
  - getAbscissa, 31
  - getAngle, 33
  - getCenter, 33
  - getCoordinates, 32
  - getLength, 32, 33
  - getNorm, 32
  - getRadius, 33
  - getSlope, 32
  - getValue, 33
  - move, 34
  - random, 29
  - setAbscissa, 32
  - setCoordinates, 32
  - setValue, 33
  - Inleiding, 28
  - Interval, 30
  - Parameters, 29
  - Raaklijn, 31
  - Voorbeelden, 28
- Sessie
  - Openen, 52
  - Opslaan, 51
- Transformatie
  - Draaiing, 14
  - Homothetie, 15
  - Spiegeling
    - om een as, 14
  - Puntspiegeling, 14
  - Verschuiving, 14
- Vector, 13
  - Coördinaten, 15
  - Norm, 15
- Veelhoek, 13
- Weergeven
  - Tekst, 56
- Wijzigen
  - Standaardinstellingen
    - Namen, 22
    - Ongedaan maken/Herstellen, 22
  - Standaarduitzicht, 22



# Bijlage A

## GNU Free Documentation License

GNU Free Documentation License  
Version 1.2, November 2002

Copyright (C) 2000,2001,2002 Free Software Foundation, Inc.  
59 Temple Place, Suite 330, Boston, MA 02111-1307 USA  
Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies  
of this license document, but changing it is not allowed.

### 0. PREAMBLE

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document "free" in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondly, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

This License is a kind of "copyleft", which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

### 1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS

This License applies to any manual or other work, in any medium, that

contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The "Document", below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as "you". You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

A "Modified Version" of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A "Secondary Section" is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document's overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The "Invariant Sections" are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

The "Cover Texts" are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A "Transparent" copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not "Transparent" is called "Opaque".

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of

transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.

The "Title Page" means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, "Title Page" means the text near the most prominent appearance of the work's title, preceding the beginning of the body of the text.

A section "Entitled XYZ" means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as "Acknowledgements", "Dedications", "Endorsements", or "History".) To "Preserve the Title" of such a section when you modify the Document means that it remains a section "Entitled XYZ" according to this definition.

The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties: any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License.

## 2. VERBATIM COPYING

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.

You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

## 3. COPYING IN QUANTITY

If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify

you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general network-using public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

#### 4. MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

- A. Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission.
- B. List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement.
- C. State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher.
- D. Preserve all the copyright notices of the Document.
- E. Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices.



- F. Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below.
- G. Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice.
- H. Include an unaltered copy of this License.
- I. Preserve the section Entitled "History", Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled "History" in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence.
- J. Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it was based on. These may be placed in the "History" section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission.
- K. For any section Entitled "Acknowledgements" or "Dedications", Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein.
- L. Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles.
- M. Delete any section Entitled "Endorsements". Such a section may not be included in the Modified Version.
- N. Do not retitle any existing section to be Entitled "Endorsements" or to conflict in title with any Invariant Section.
- O. Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version's license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled "Endorsements", provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties--for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit

permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

## 5. COMBINING DOCUMENTS

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled "History" in the various original documents, forming one section Entitled "History"; likewise combine any sections Entitled "Acknowledgements", and any sections Entitled "Dedications". You must delete all sections Entitled "Endorsements".

## 6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

## 7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an "aggregate" if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not

apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document's Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate.

## 8. TRANSLATION

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

If a section in the Document is Entitled "Acknowledgements", "Dedications", or "History", the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title.

## 9. TERMINATION

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided for under this License. Any other attempt to copy, modify, sublicense or distribute the Document is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

## 10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See <http://www.gnu.org/copyleft/>.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this

License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation.

ADDENDUM: How to use this License for your documents

To use this License in a document you have written, include a copy of the License in the document and put the following copyright and license notices just after the title page:

```
Copyright (c)  YEAR  YOUR NAME.
Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document
under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2
or any later version published by the Free Software Foundation;
with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts.
A copy of the license is included in the section entitled "GNU
Free Documentation License".
```

If you have Invariant Sections, Front-Cover Texts and Back-Cover Texts, replace the "with...Texts." line with this:

```
with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with the
Front-Cover Texts being LIST, and with the Back-Cover Texts being LIST.
```

If you have Invariant Sections without Cover Texts, or some other combination of the three, merge those two alternatives to suit the situation.

If your document contains nontrivial examples of program code, we recommend releasing these examples in parallel under your choice of free software license, such as the GNU General Public License, to permit their use in free software.