

III.2. MATHEMATISCH MODEL  
VOOR HET ONTSTAAN VAN DE VORM  
VAN DE POOLKAPPEN AAN HET EI  
VAN FOLSOMIA CANDIDA (WILLEM, 1902)  
(COLLEMBOLA : ISOTOMIDAE)

Abstract.

Eieren van Collembola worden gekenmerkt door kappen aan de polen. We doen een bescheiden poging om het ontstaan van de vorm van deze poolkappen naar een wiskundig model te beschrijven.

Op basis van dit model worden een aantal stadia van de vorming van deze kappen door computer-simulaties afgebeeld.

Het pas gelegd ei van *Folsomia candida* is bolvormig en ongeveer 0,1 millimeter in diameter en het heeft een licht oranjebruine kleur [Janssens]. Het ei is omsloten door twee membranen : de gekleurde eischaal of chorion en het transparante eivlies. Men onderscheidt in het chorion twee lagen : het netvormige exochorion en het endochorion [Wigglesworth:1].

De netstructuur van het exochorion ontstaat door de afdruk van de folliculaire cellen in de eierstokken van de moeder. Ook het endochorion is op zichzelf weer gelaagd met o.a. een laag die de kleur van het chorion bepaalt en met een waterafstotende waslaag.

Het chorion bestaat uit een niet rekbare maar toch plooibare netvormige structuur van lipoproteïne 'chorionin' verbindingen. Zoals een maliënkolder niet rekt maar toch heel soepel is, zo ook rekt het chorion niet, maar het plooit zich wel, al gedraagt het zich stijver dan een maliënkolder.

Pas gelegde eieren absorberen water uit hun omgeving [Wigglesworth:4]. Hierdoor neemt het ei in volume toe "groeit", en barst het niet rekbare chorion op de "evenaar". Aan de polen blijft het chorion aan het groeiende ei "plakken". Het chorion zal dus moeten plooiën. De uitzetting van het ei verloopt niet in alle richtingen even sterk, zodat het ei van zijn oorspronkelijke bolvorm evolueert naar een ellipsoïde-achtige vorm.

Speurend in de literatuur, op zoek naar beschrijvingen en afbeeldingen van de poolkappen van de eieren van Collembola, kom ik tot het besluit dat er twee opvattingen bestaan over de vorm van deze kappen.

Handschin meent dat de gebarsten rand van het chorion zich naar buiten omploeit en dat er zodus een opstaande rand gevormd wordt rond de polen van het ei.

Zie figuur 1 naar Handschin in [Kühnelt:162] :

- a. *Onychiurus armatus*,
- b. *Onychiurus fimetarius*,
- c. *Orchesella cincta*.

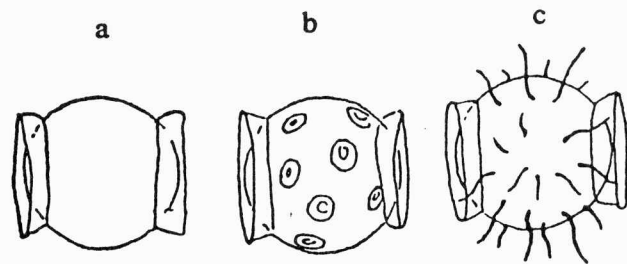


Fig.1. Eieren van Collembola :

- a. *Onychiurus armatus*,
- b. *Onychiurus fimetarius*,
- c. *Orchesella cincta*.

Sedlag geeft een ander beeld : er ontstaan kraters aan de polen. De tekening in figuur 2 van een doorsnede van het ei van *Orchesella villosa* naar [Sedlag:20] suggereert dat de kraters uit weefsel gevormd zijn.

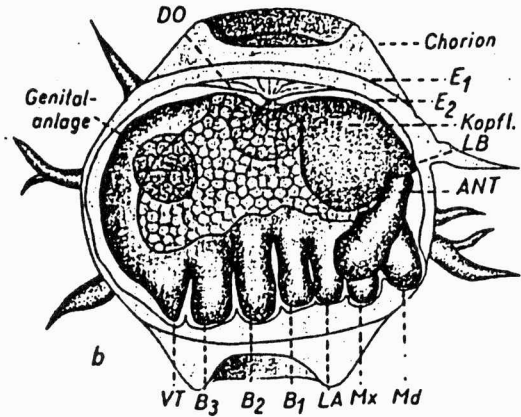


Fig.2. Doorsnede van het ei van *Orchesella villosa*.

Uiteindelijk toont de foto van een ei van *Orchesella cincta* in figuur 3 naar Bretfeld in [Schaller:51] duidelijk aan dat het chorion zich kratervormig plooit aan de polen van het ei en een holte laat tussen chorion en eivlies. Merk op dat de kraterrand duidelijk geknikt is.



Fig.3. Ei van *Orchesella cincta*.

Zie figuur 4 voor een schematische voorstelling (doorsnede) van de twee mogelijke hypothesen :

- a. volgens Handschin,
- b. volgens Sedlag en Bretfeld.

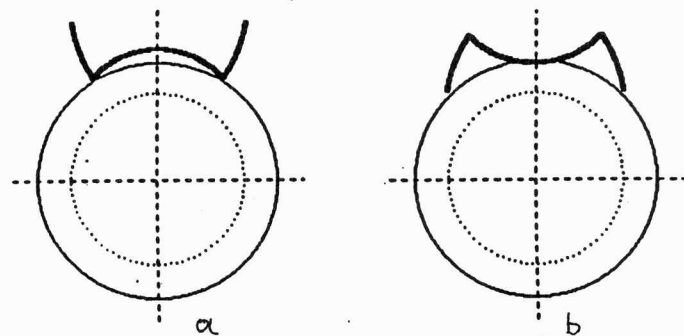


Fig.4. Doorsnede poolkappen :

- a. volgens Handschin,
- b. volgens Sedlag en Bretfeld.

## Het Model

Mijn waarnemingen [Janssens] sluiten aan bij de kraterhypothese. Voor het opstellen van een mathematisch model van de vorm van de kratervormige poolkappen nemen we aan dat :

- het chorion niet rekbaar maar wel plooibaar is,
- het chorion gelijkmatig aan de evenaar van het ei barst,
- het chorion aan de polen van het ei vastzit,
- de vorm van het uitzettende ei evolueert van bol naar ellipsoïde.

Deze veronderstellingen zijn gesteund op eigen waarnemingen.

Van zodra het volume van het ei toeneemt, barst het niet-rekbare chorion gelijkmatig aan de evenaar van het ei. Met andere woorden, het chorion splitst zich in twee half-bolvormige schalen met een kleine deuk aan de polen van het ei. Naarmate het volume van het ei toeneemt worden de chorion schalen naar de polen toe geduwd. Omdat de schalen aan de polen vastzitten ontstaan er geleidelijk aan duidelijke kraters in de schalen.

Uiteindelijk laten de poolkappen aan de polen los en komen ze volledig vrij van het ei.

## De Formules

Eenheid = mm

Enkele constanten :

$r=0.05$                       straal van het ei,  
 $k=1.0$                         uitzettingsfactor (begintoestand),  
 $k_{max}=1.5$                 maximale uitzettingsfactor (eindtoestand)

Als eerste benadering nemen we aan dat tijdens de uitzetting van het ei de oorspronkelijke bolvorm behouden blijft. Dan kunnen we stellen (zie figuur 5) dat de oorspronkelijke straal van het ei is :

$$r_1 = r$$

en de straal van het uitzettende ei

$$r_2 = r \cdot k$$

De stijging van de rand van de chorion-schaal t.o.v. de evenaar van het ei tijdens het uitzetten bedraagt dan

$$s = \sqrt{(r_2^2 - r_1^2)}.$$

De hoogte van de poolkap leiden we af uit

$$h = (r_1 + r_2 - s) / 2.$$

En de straal van de poolkap-krater bepalen we met

$$t = \sqrt{(r_1^2 - h^2)}.$$

Om rekening te houden met de ellipsoïde vervorming van het ei tijdens de uitzetting bepalen we een vervormingsfactor  $v$  die gebaseerd is op het feit dat de omtrek van de chorion-schaal onveranderlijk blijft tijdens de groei van het ei, vermits het chorion niet rekbaar is.

Met andere woorden, de omtrek van de ellipsoïde = de omtrek van het oorspronkelijk bolvormige ei.

Hieruit leiden we de vervormingsfactor af :

$$v = ((2 \cdot k_{\max}) + 1 - k) / (2 \cdot k_{\max}).$$

We kiezen ons assenstelsel zodanig dat het ei in de x-richting inkrimpt en in de y- en z-richting uitzet. Hierdoor wordt de delta y,z voor de ellipsvorm

$$dy = 2 - v$$

$$dz = 2 - v$$

en de delta x

$$dx = v.$$

Door de afplatting van het ei moeten we een correctie toepassen op de stijging van poolkap als volgt

$$s = s \cdot dz.$$

### De afbeeldingen

Deze formules worden verwerkt door een tekenprogramma dat op basis van formules driedimensionale oppervlakken kan projecteren. Het gebruikte programma is de 'Persistence Of Vision raytracer' versie 2.0 en de PC configuratie is een 486 DX op 33 MHz met 8 Mb RAM.

Enkele momentopnames van de poolkapvorming vindt u in fig.6. :

- a. pas gelegd ei, de chorion-naad is juist zichtbaar  
( $k = 1,00001$ )
- b. 1% uitzetting, de deuk aan de polen wordt herkenbaar  
( $k = 1,01$ )
- c. 10% uitzetting, het ei begint lateraal af te platten  
( $k = 1,1$ )
- d. 50% uitzetting, de poolkappen worden bijna afgeworpen  
( $k = 1,5$ )

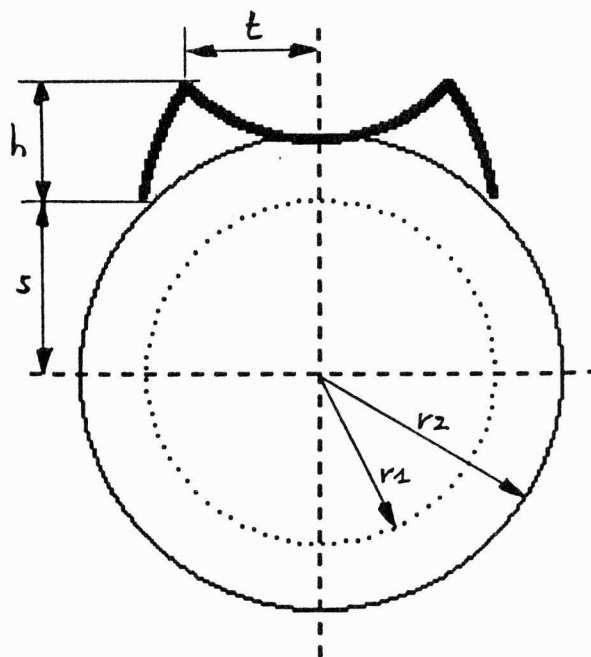
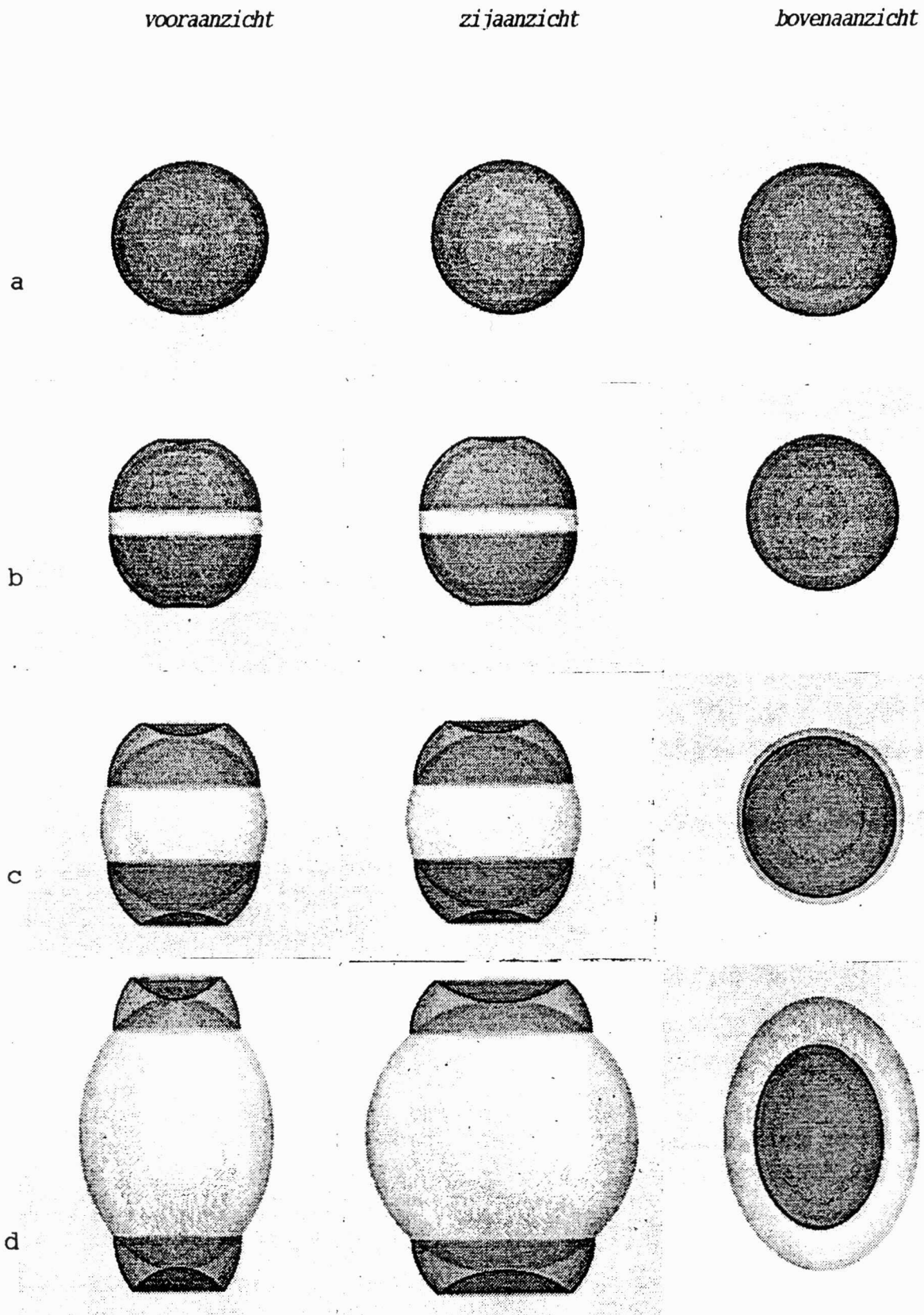


Fig.5. Schema van een poolkap

Ieder figuur geeft een vooraanzicht, zijaanzicht en bovenaanzicht van het ei.



*Fig.6. Groeistadia van het ei van Folsomia candida.*

## Bibliografie

- [Janssens] - Janssens F., 1994, Eieren van *Folsomia candida* (Collembola : Isotomidae), Entomo-Info Jaargang 5, nr 1, p.6-10.
- [Kühnelt] - Kühnelt W., 1961, Soil Biology with special reference to the animal kingdom, London, pp.397.
- [Schaller] - Schaller F., 1970, Handbuch der Zoologie, IV. Band Arthropoda - 2. Hälfte: Insecta, 2. Teil: Spezielles, 1. Collembola (Springschwänze), Berlin, pp.72.
- [Sedlag] - Sedlag U., 1953, Ur-Insekten, Heft 17, Leipzig, pp.44.
- [Wigglesworth] - Wigglesworth V.B., 1965, The principles of Insect Physiology, London, pp.741.

Frans Janssens,  
Nachtegaallaan 12/12,  
2660 Hoboken.

### III.3. APEIRA SYRINGARIA LINNAEUS, 1758

In september 1992 kreeg ik twee rupsjes van *Apeira syringaria* van Bart De Boey. Ze werden gevangen in Hove, provincie Antwerpen.



Deze rupsen zijn zeer opvallend van vorm : geelbruin met rode en violette patronen, krom en hoekig, op de rug kort behaard en met puntjes. In rusttoestand zijn ze als 't ware dubbel gevouwen.

De twee rupsen werden op zolder geplaatst op een ligustertak van 1,50 meter, die in een emmer stond. Overdag zaten ze op de bladeren, maar 's nachts hingen ze aan een spinsel draadje drie tot vier centimeter onder het blad. Gans de winter bleven ze in die toestand.

Begin april begonnen ze terug te eten. Begin mei was één rups verdwenen. De overgebleven rups heeft zich op 8 mei 1993 ingesponnen in een ijl spinsel op de voedselplant. Op 10 mei 1993 is ze verpopt en op 28 mei 1993 is de vlinder uitgekomen. Het was een mannetje.