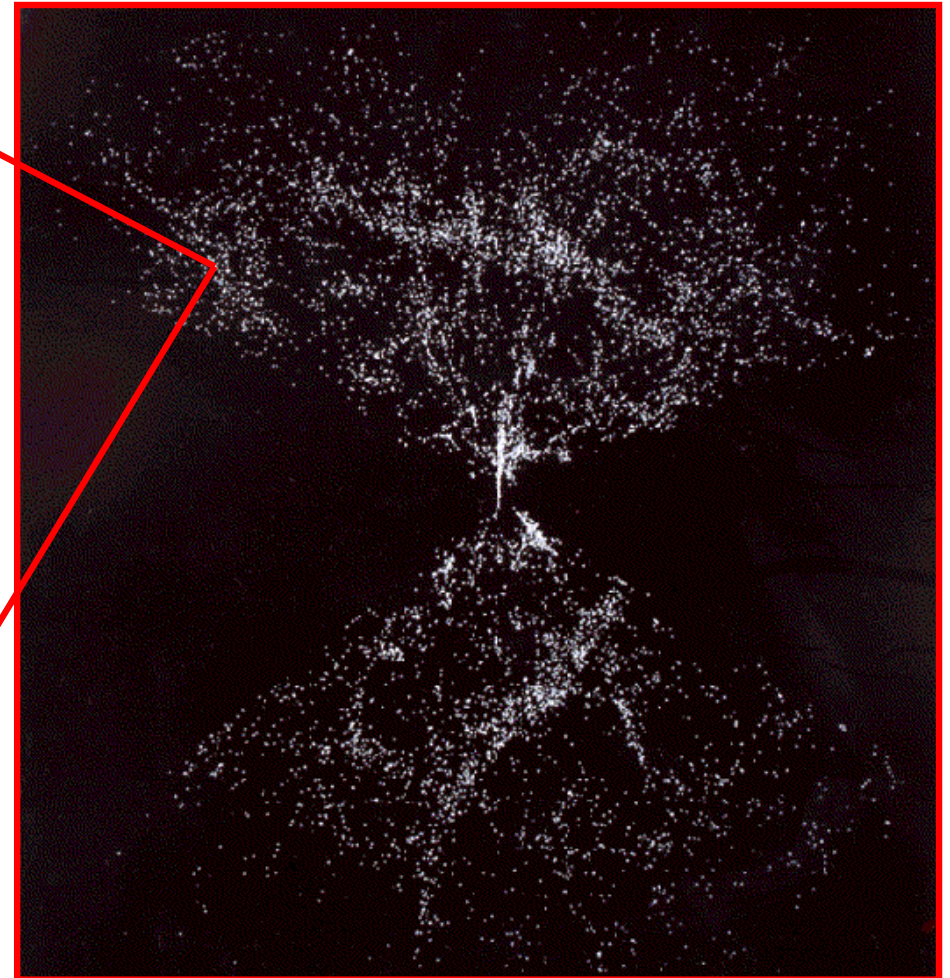


# Melkwegstelsels: *Evolutie en Omgeving*

Ruimtelijke verdeling: groepen, clusters, grote schaal structuur



# Melkwegstelsels in de **Locale Groep**

Milky Way

M33

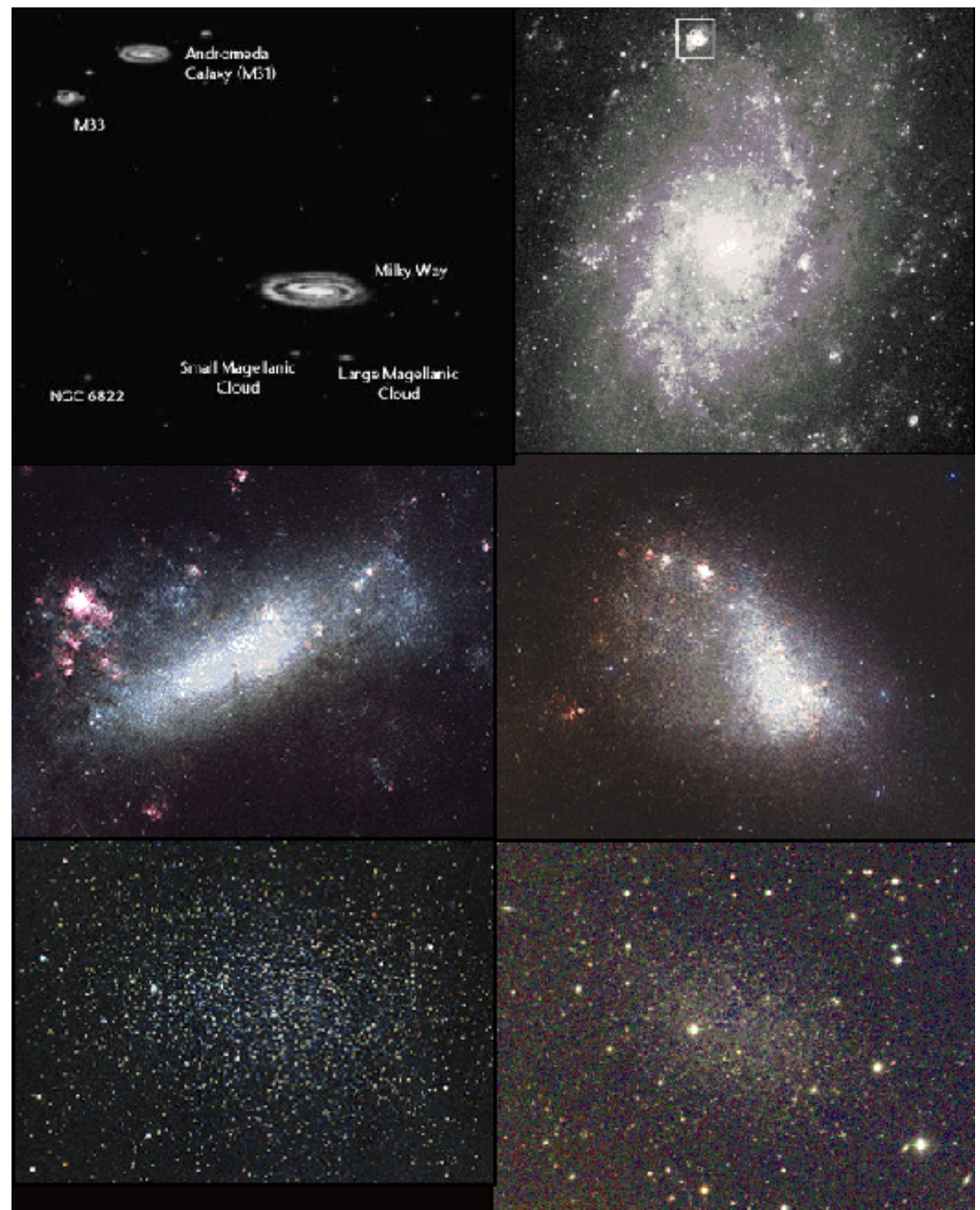
M31 + M32 +NGC 204

Large Magellanic Cloud

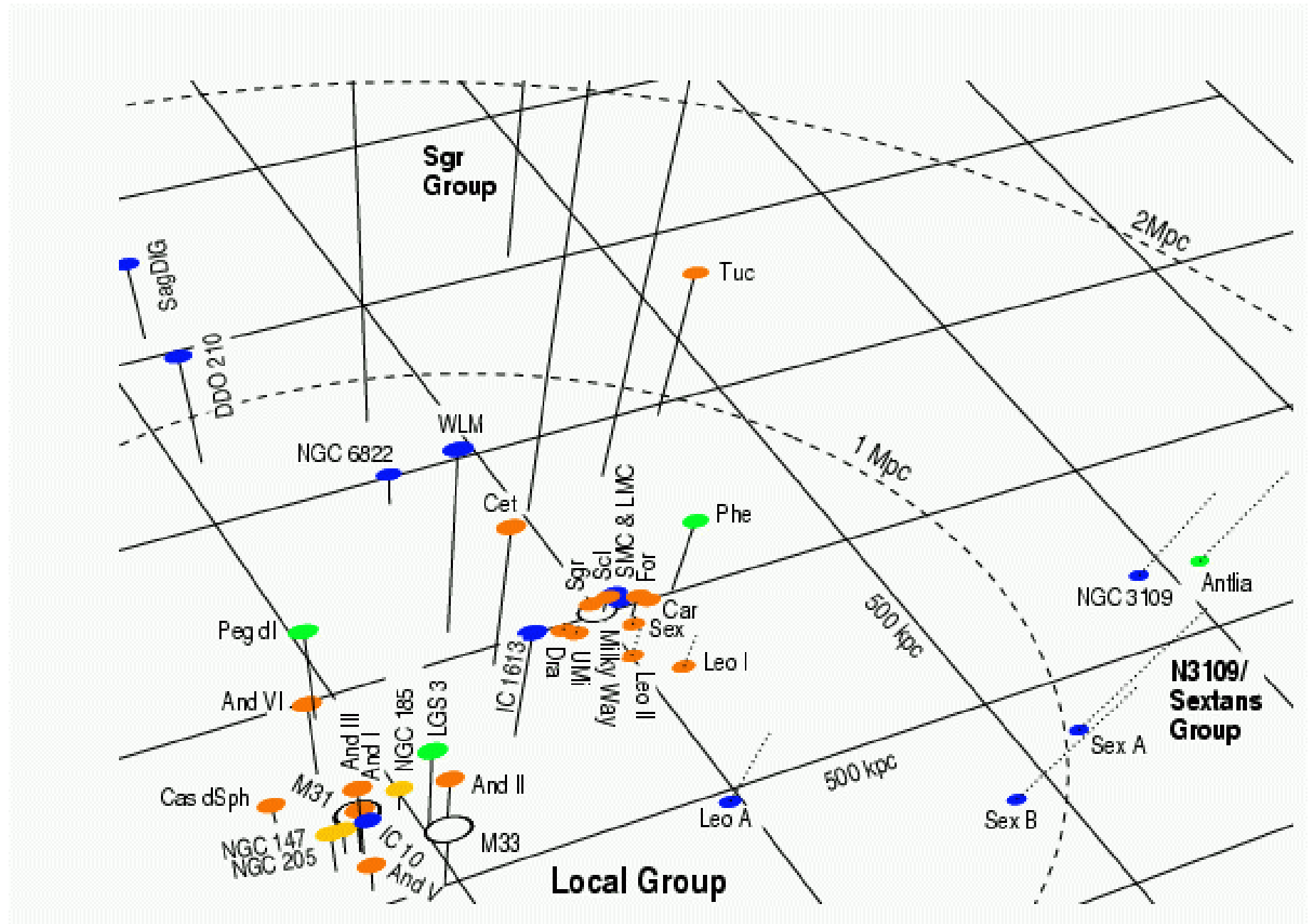
Small Magellanic Cloud

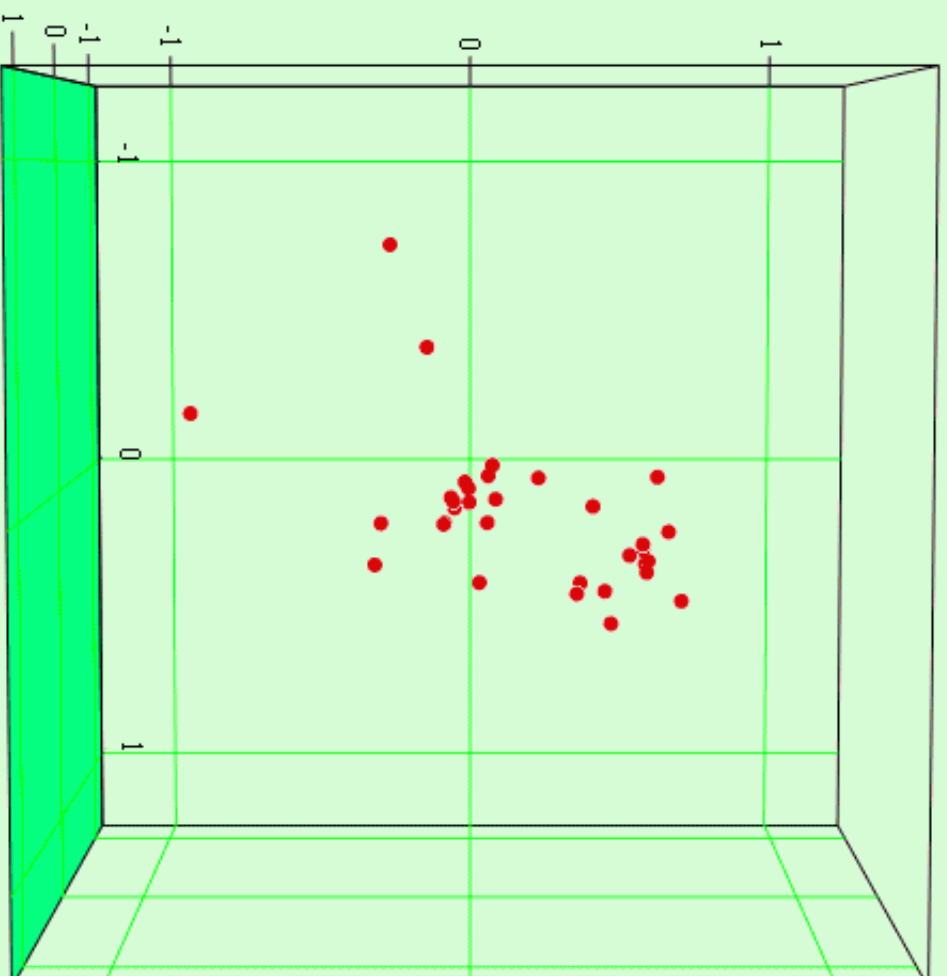
Dwarf Spheroidals

Irregulars



# 3D overzicht van de melkwegstelsels in de Locale Groep





Local Galaxy Group Positions (X, Y = Earth equatorial plane, Z=polar axis)

Scale units = Megaparsecs Location 0,0 = Earth

(X2, Y2, Z2)

Wat is de *ruimtelijke verdeling* van de verschillende *types* melkwegstelsels?

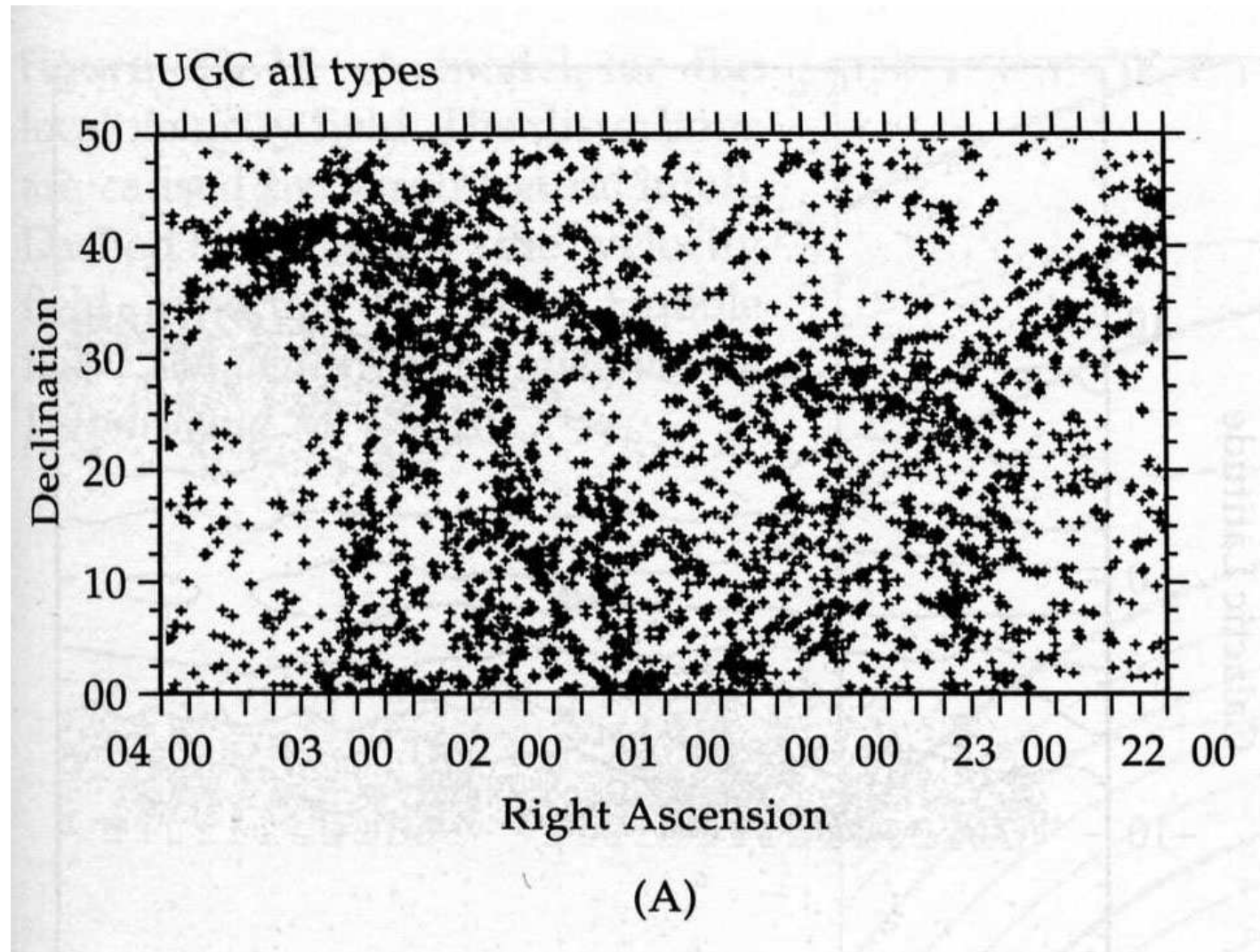
Wat is de statistiek van de verschillende *types* melkwegstelsels met roodverschuiving (d.w.z. leeftijd) ?

Wat zijn de *eigenschappen* van de verschillende *types* melkwegstelsels met roodverschuiving en in de verschillende *omgevingen*?

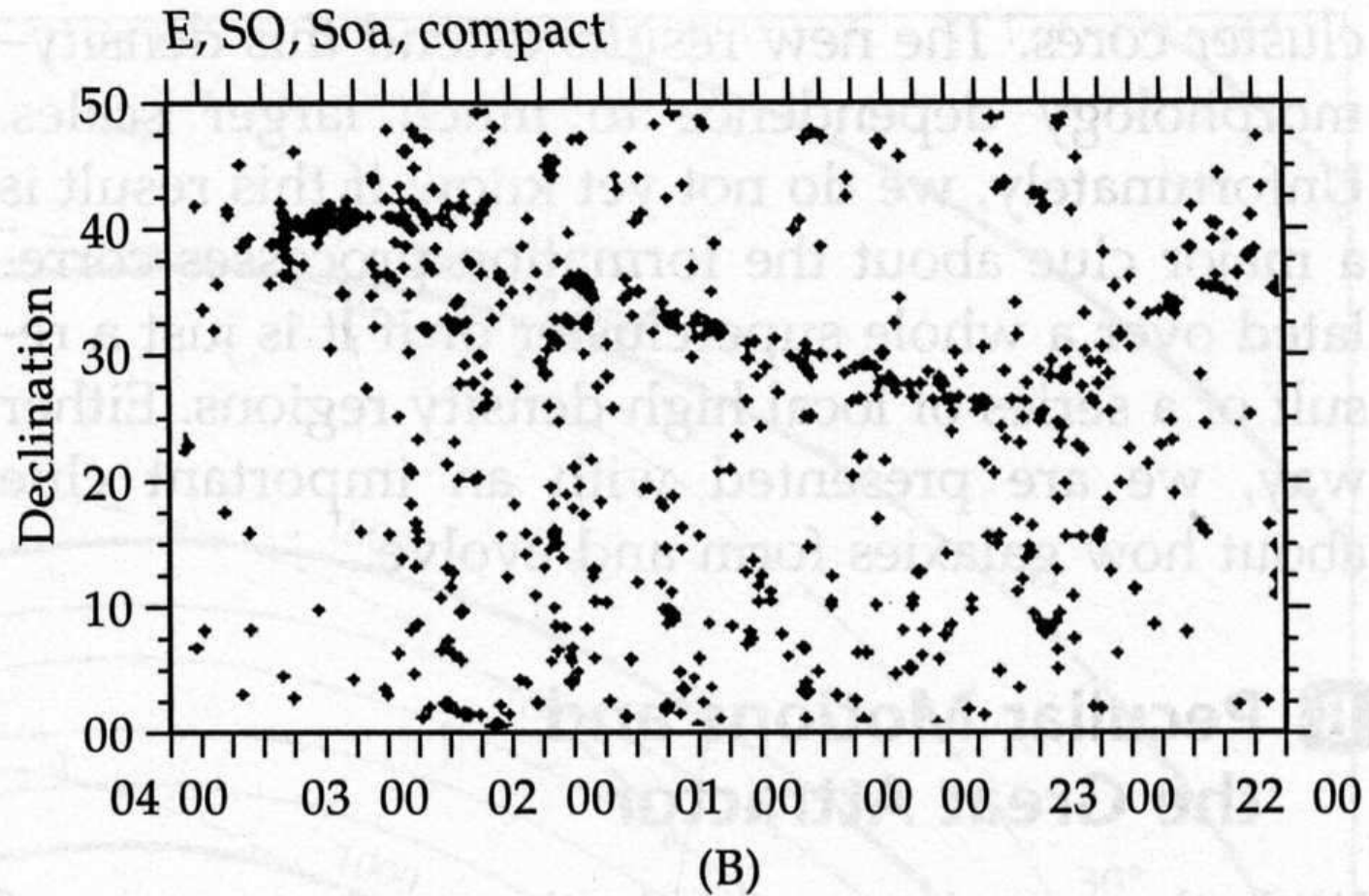
***Eigenschappen:*** massa, lichtkracht, gas- en stof-inhoud, chemische samenstelling van het ISM

***Omgeving:*** clusters versus groepen versus de ruimte tussen clusters en de grote schaal filamenten (voids)

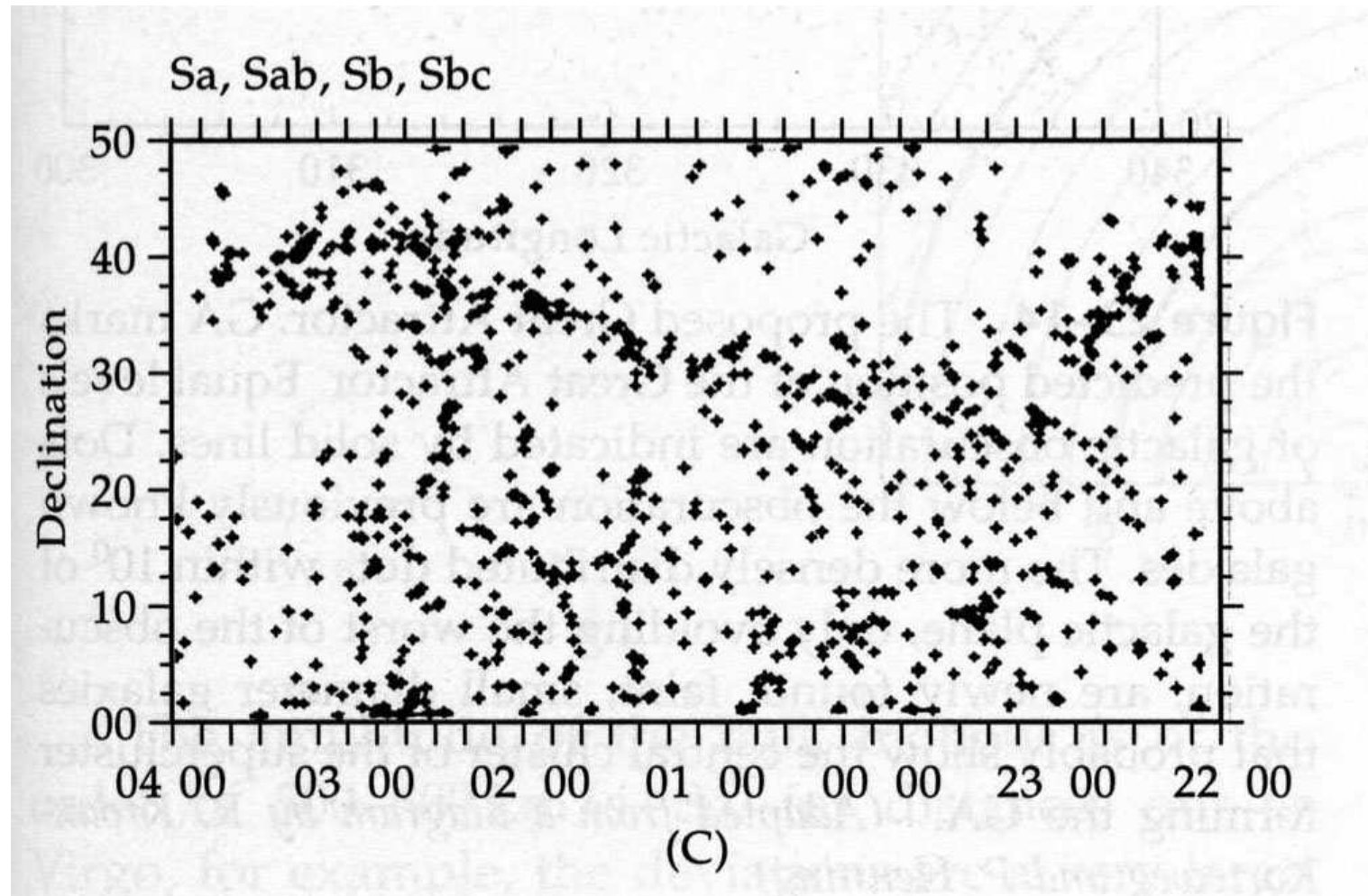
## De verdeling van de melkwegstelsels in de UGC catalogus



## De verdeling van de melkwegstelsels in de UGC catalogus

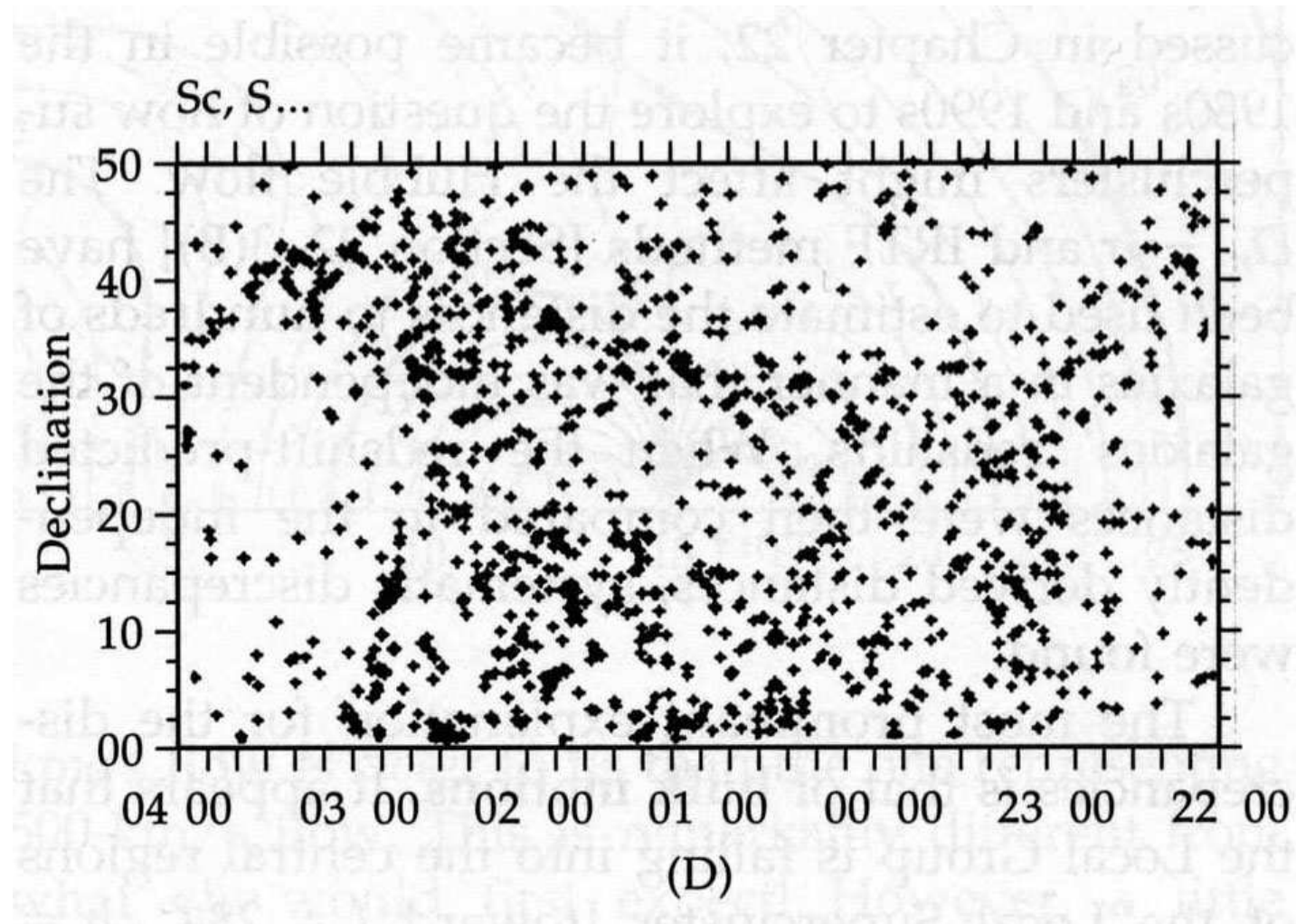


## De verdeling van de melkwegstelsels in de UGC catalogus

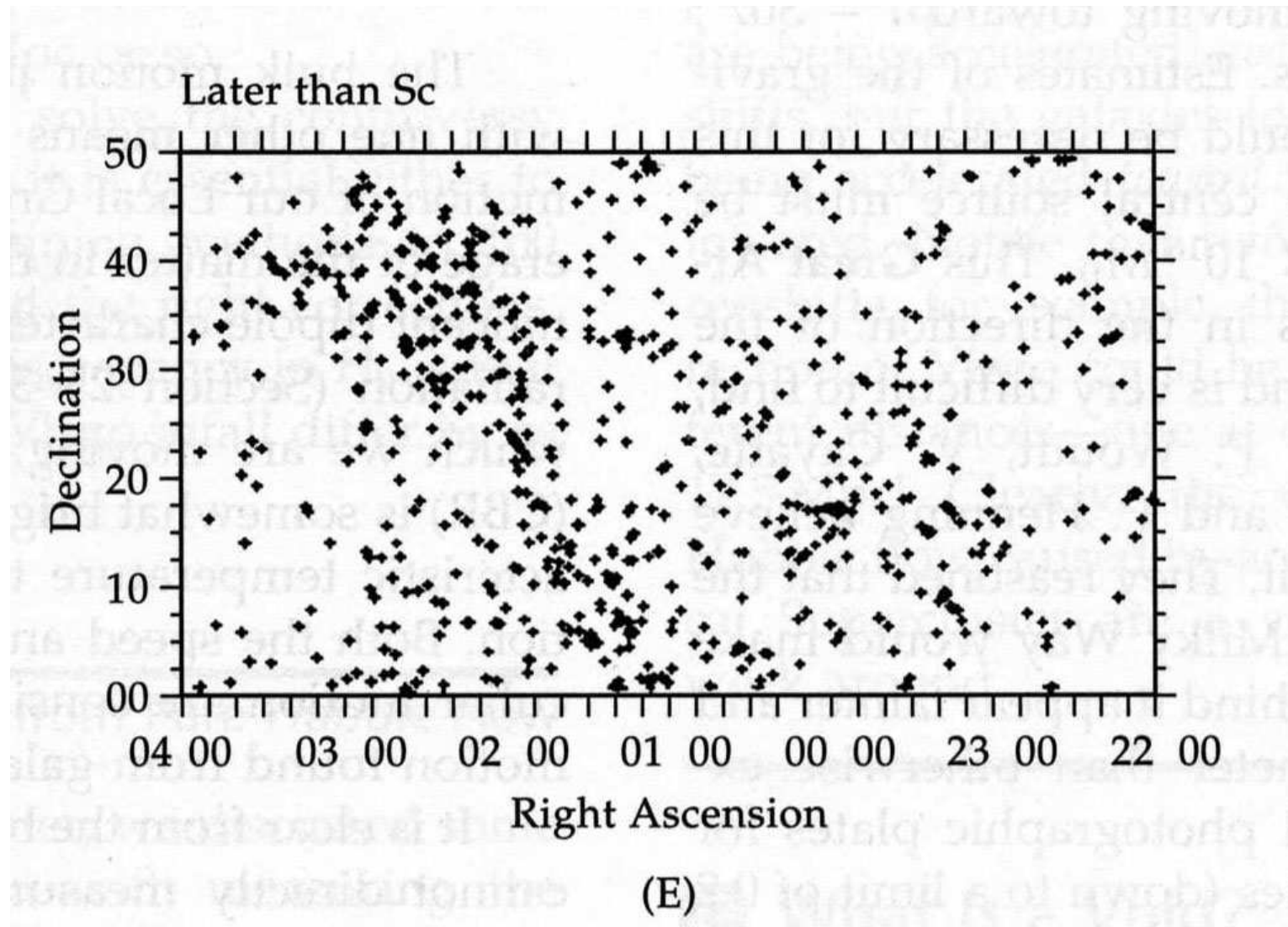




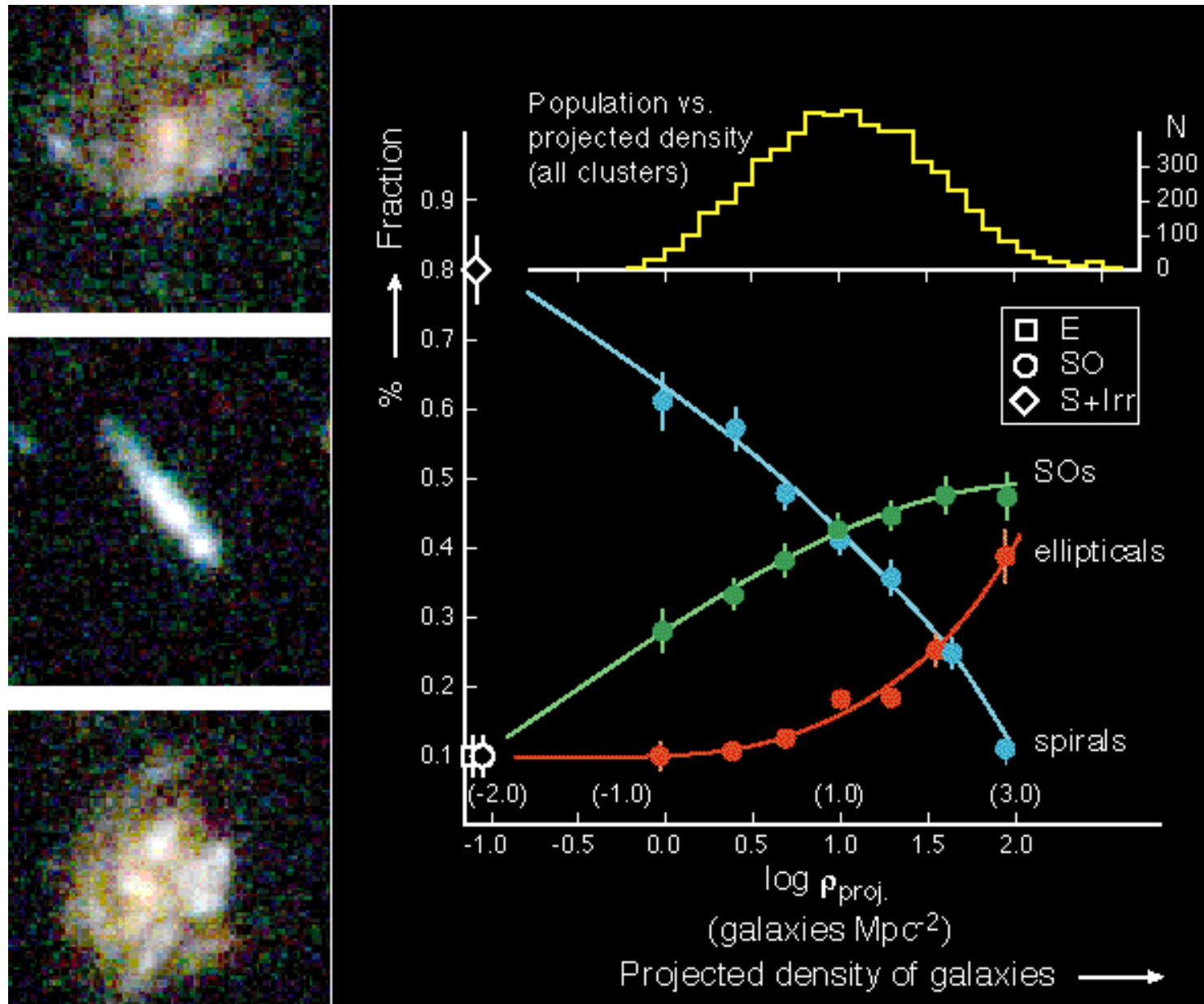
## De verdeling van de melkwegstelsels in de UGC catalogus



## De verdeling van de melkwegstelsels in de UGC catalogus



De fractie E-S0-Sp stelsels hangt af van de lokale dichtheid van melkwegstelsels: de z.g. *Density – Morphology relatie*



Ideeën m.b.t de vorming van stelsels:

*Hierarchical galaxy formation:* successive mergers transform small galaxies into big galaxies → the merger tree concept

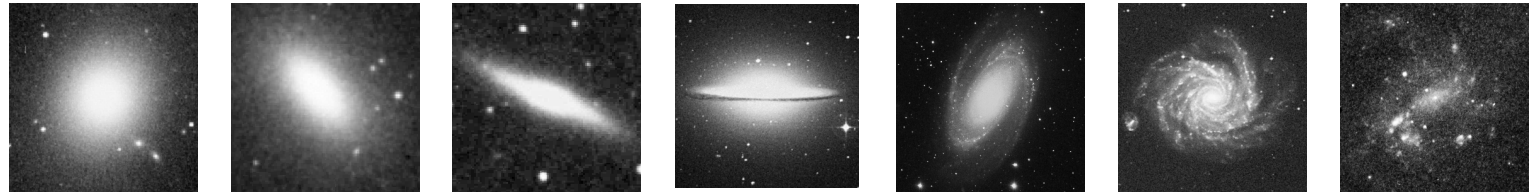
Kleine melkwegstelsels smelten samen om steeds grotere melkwegstelsels te vormen:

- veel kleine stelsels in het verleden (= op hoge roodverschuiving!)
- veel interacties in het verleden
- weinig grote stelsels in het verleden
- meer gasrijke stelsels in het verleden
- minder “metaalrijke” stelsels in het verleden

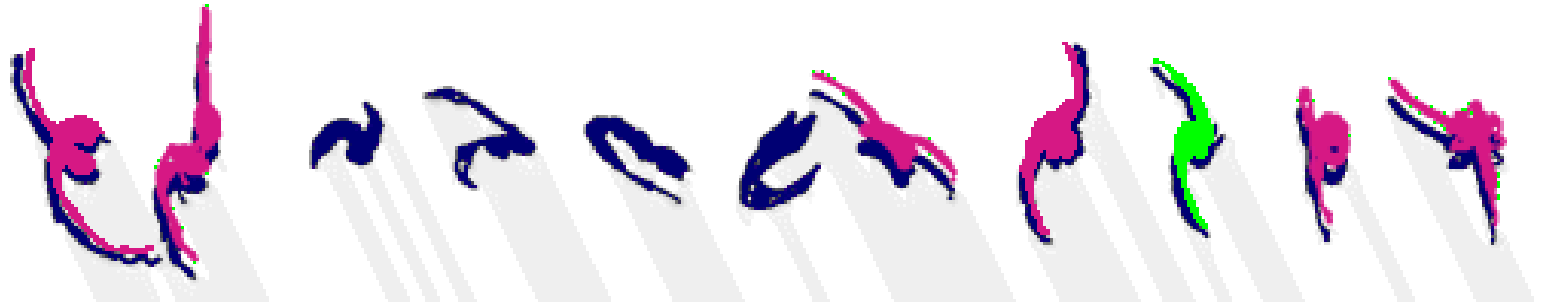
Deze implicaties kunnen door waarnemingen worden getest

# *Schematisch overzicht van het hierarchisch model*

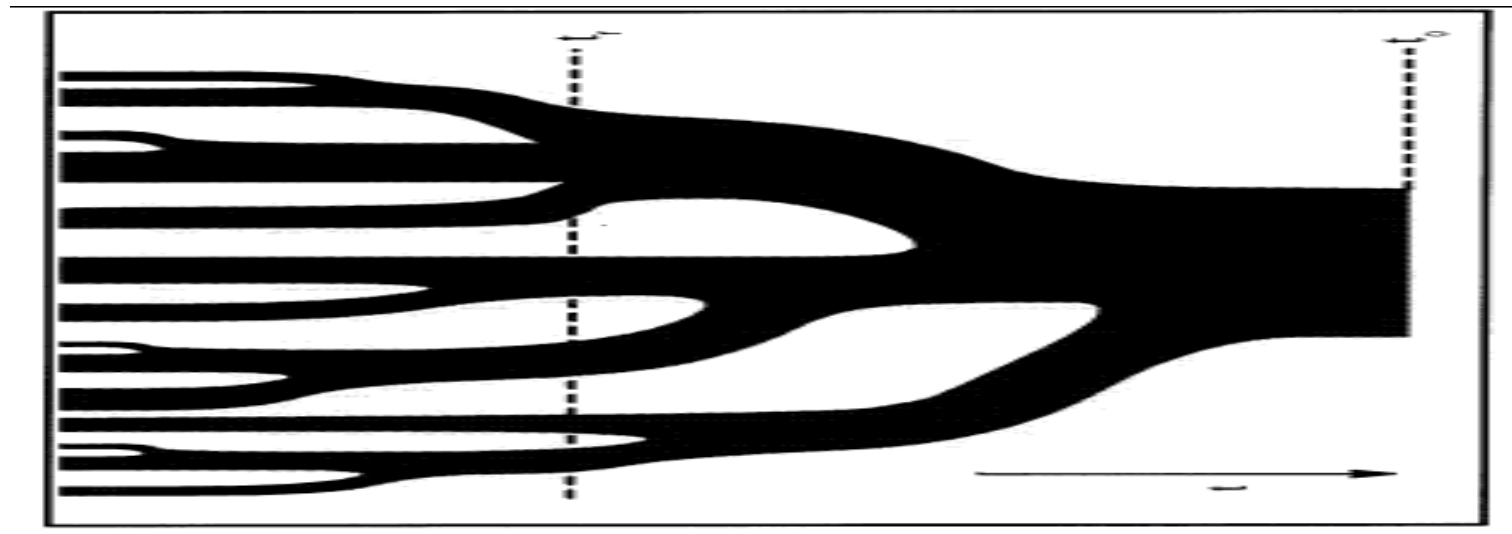
**Morphology  
and Evolution**



**Merging  
processes**



**Merging and  
hierarchical  
formation  
of Galaxies**



**Cosmic time** →

Voorbeelden van computersimulaties van botsende en samensmeltende melkwegstelsels:

Modellen worden steeds realistischer met sterren, gas en de vorming van sterren uit het gas goed gerepresenteerd

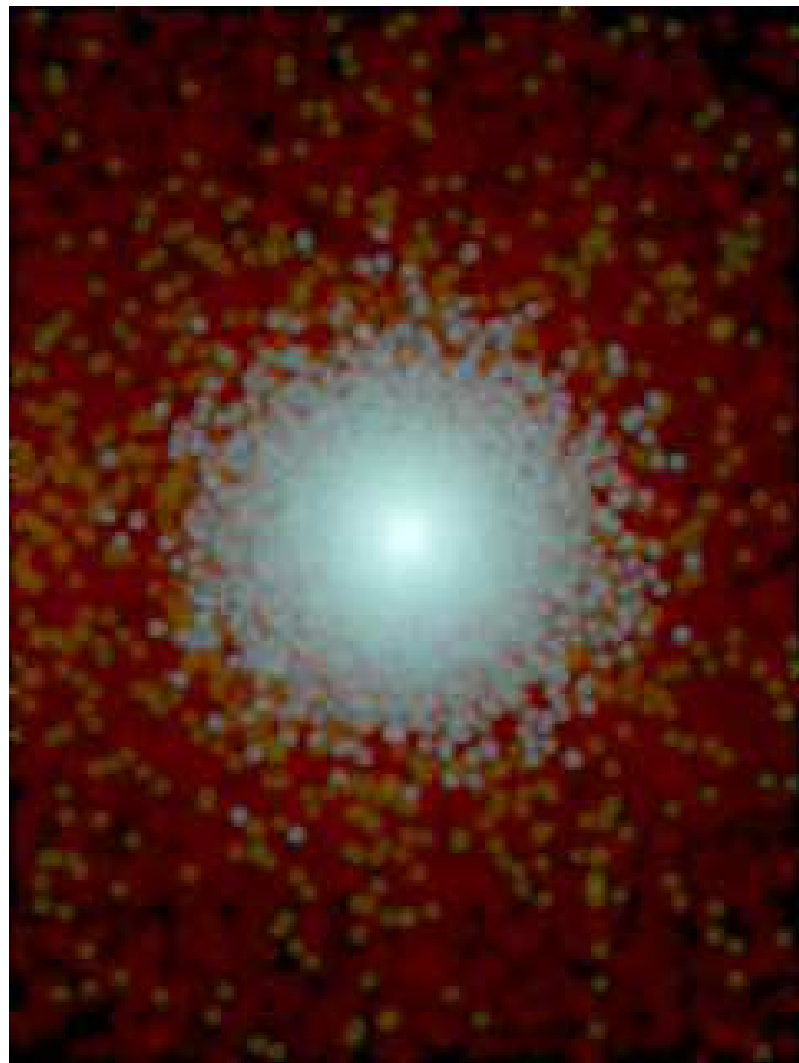
De modellen zijn realistisch in de zin dat de veranderende verdeling van gas, sterren en donkere materie volledig wordt meegenomen: na iedere verandering wordt de volledige gravitatie-potentiaal opnieuw berekend en worden de bewegingen van de sterren en gaswolken opnieuw berekend

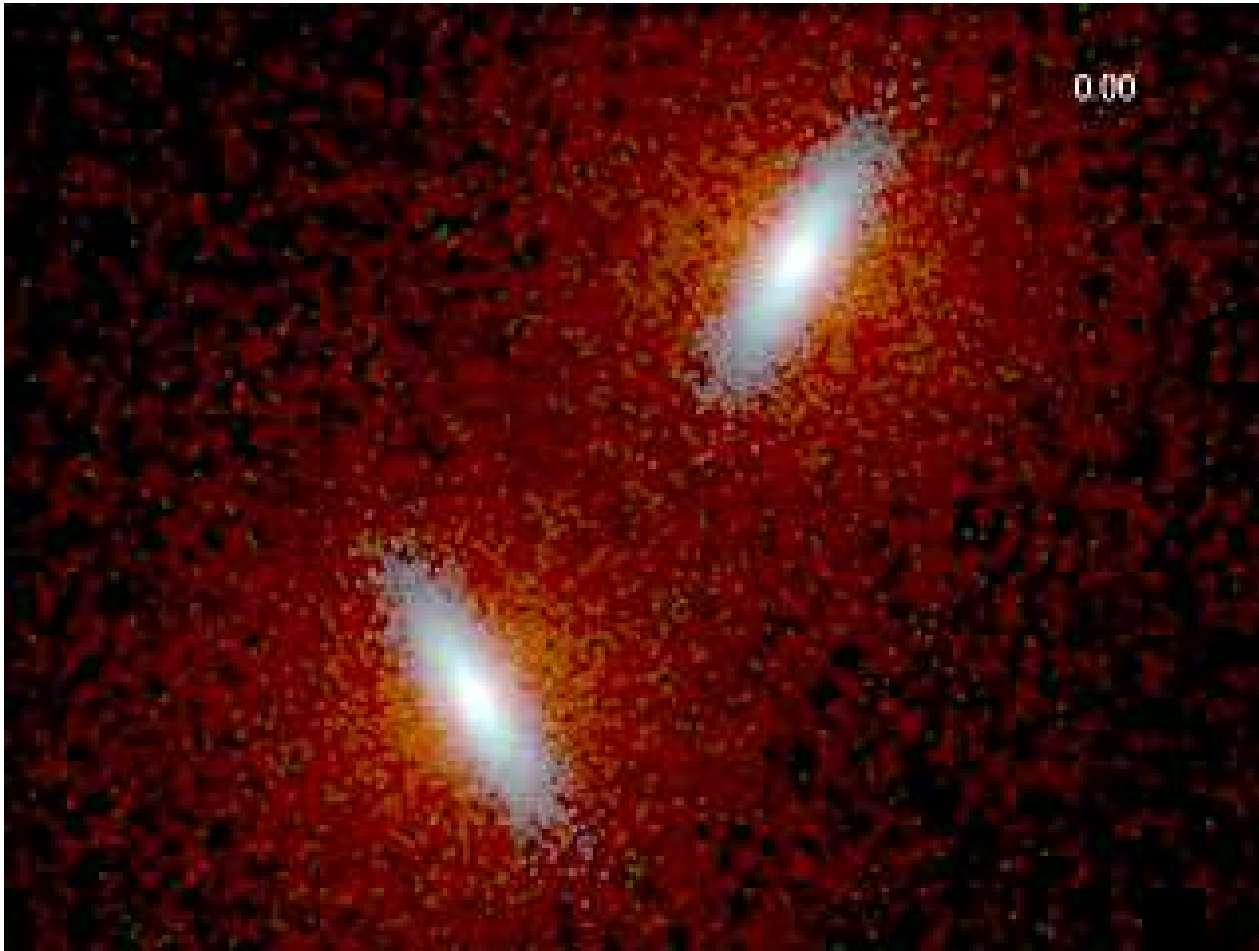
Een aantal voorbeelden volgen. Zie ook de websites van Josh Barnes, Chris Mihos en Matthias Steinmetz:

<http://www.ifa.hawaii.edu/~barnes/research/index.html>

<http://burro.astr.cwru.edu/models/models.html>

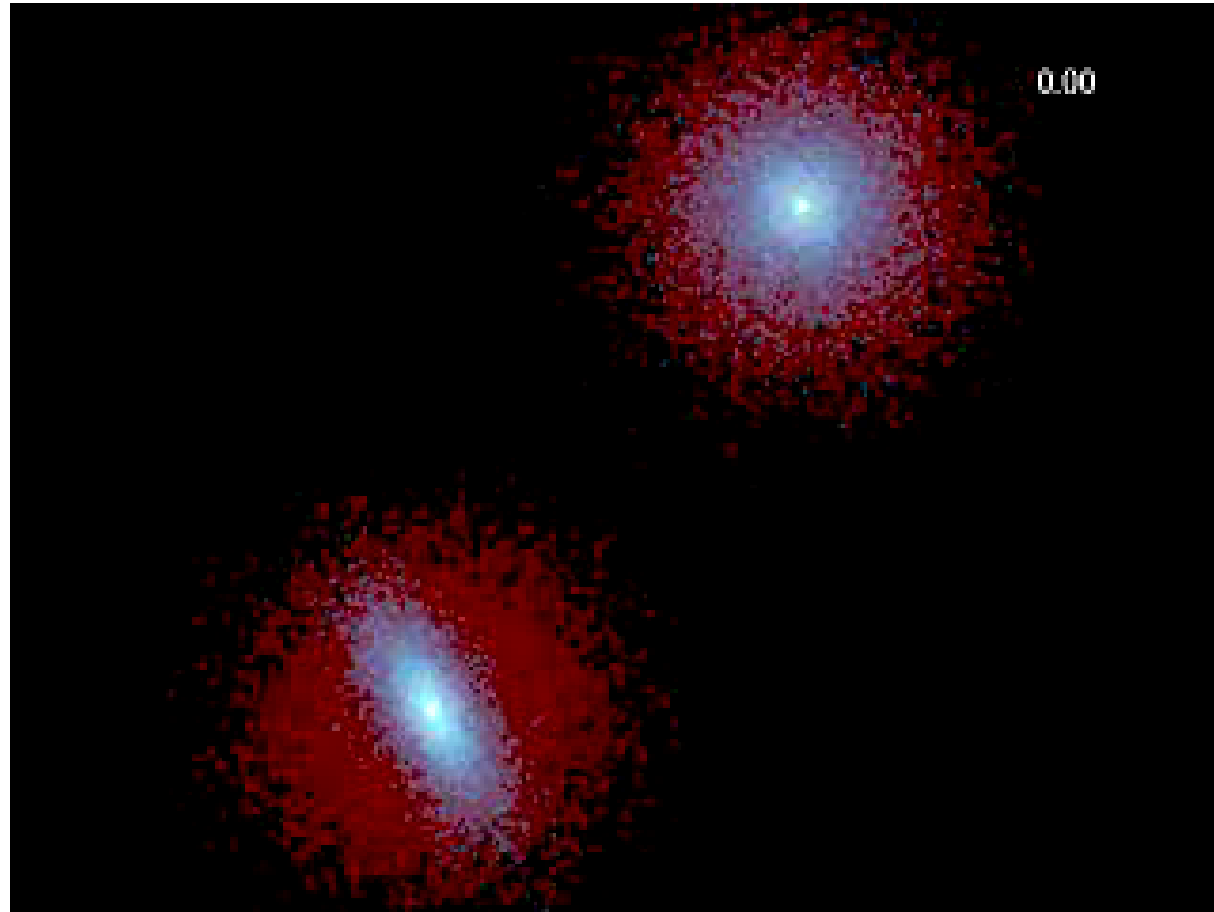
<http://www.aip.de/People/MSteinmetz/Movies.html>



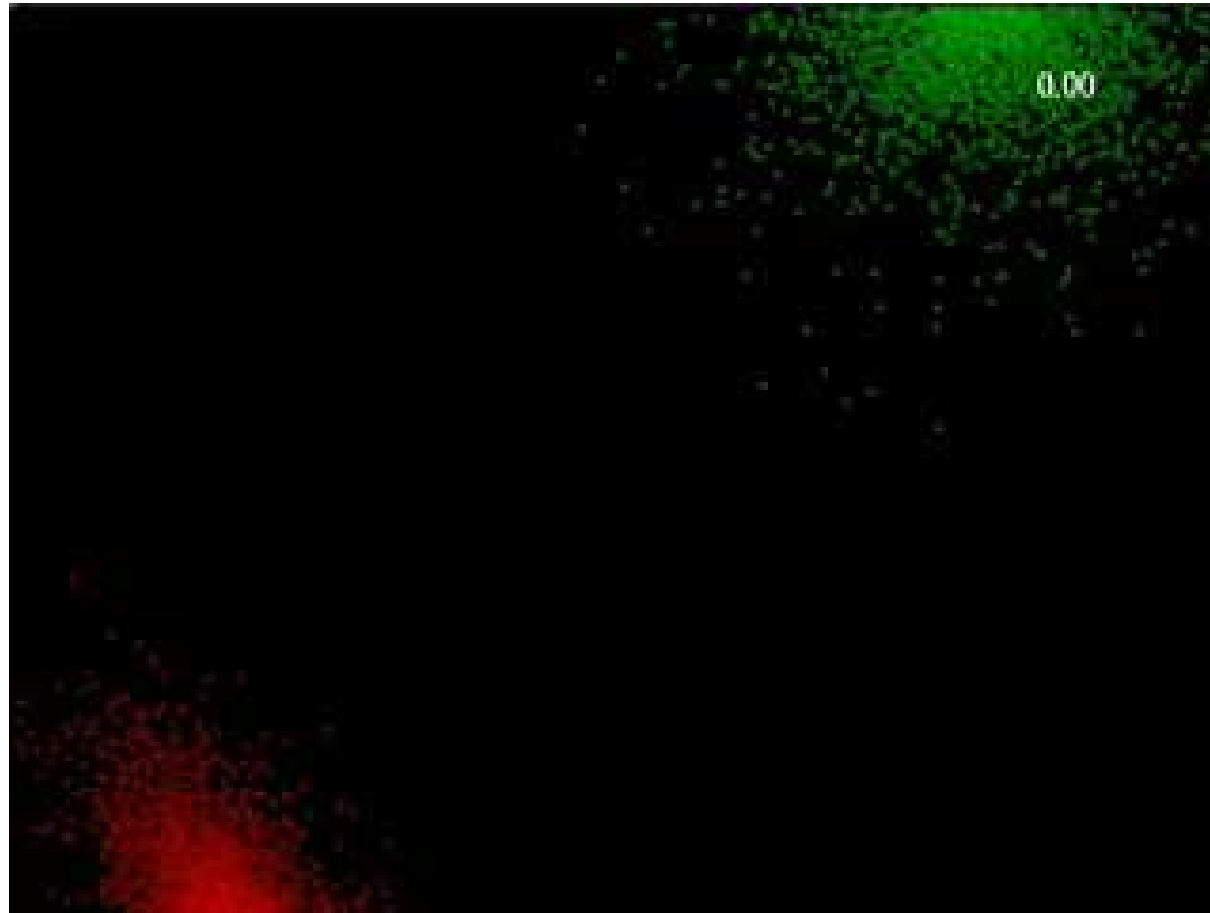


Nog een simulatie

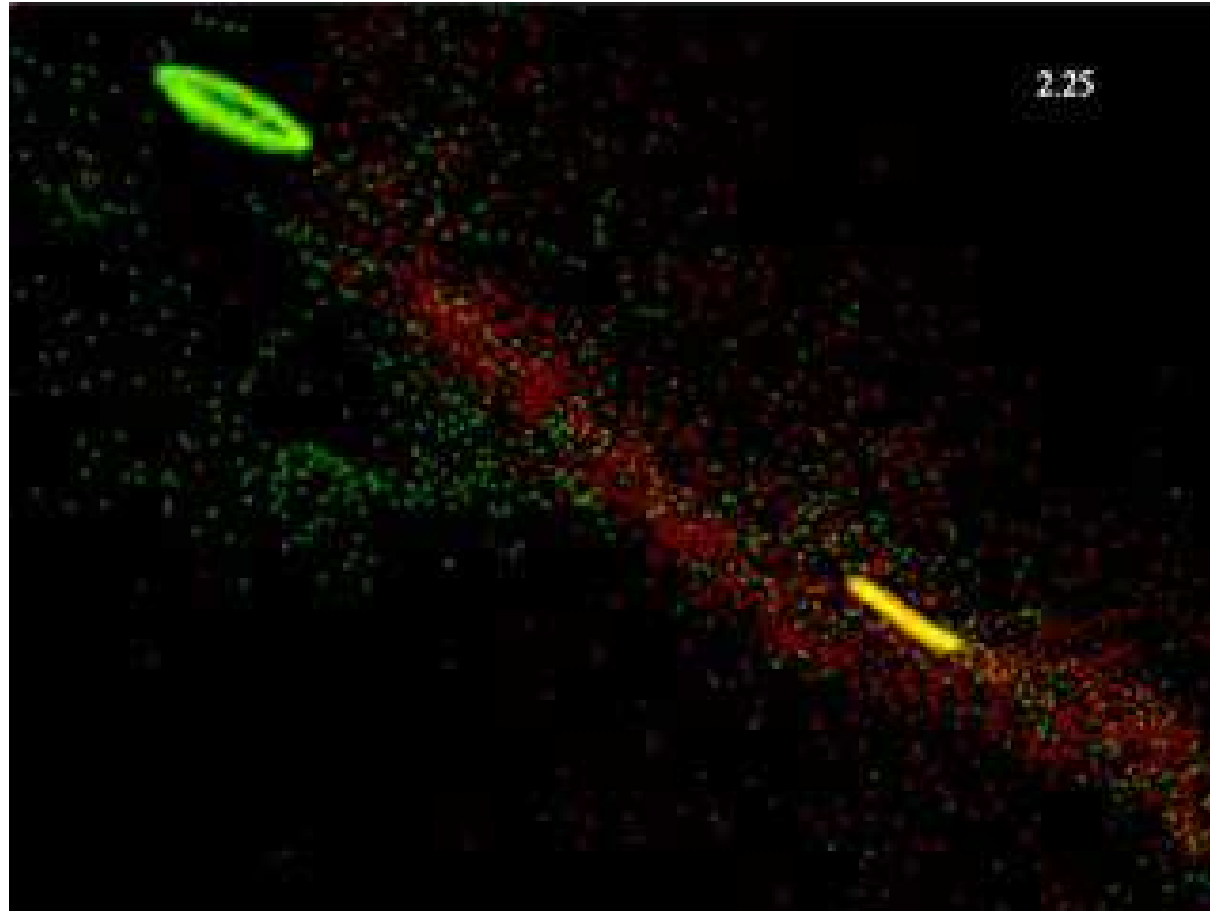




Simulation with stars and gas

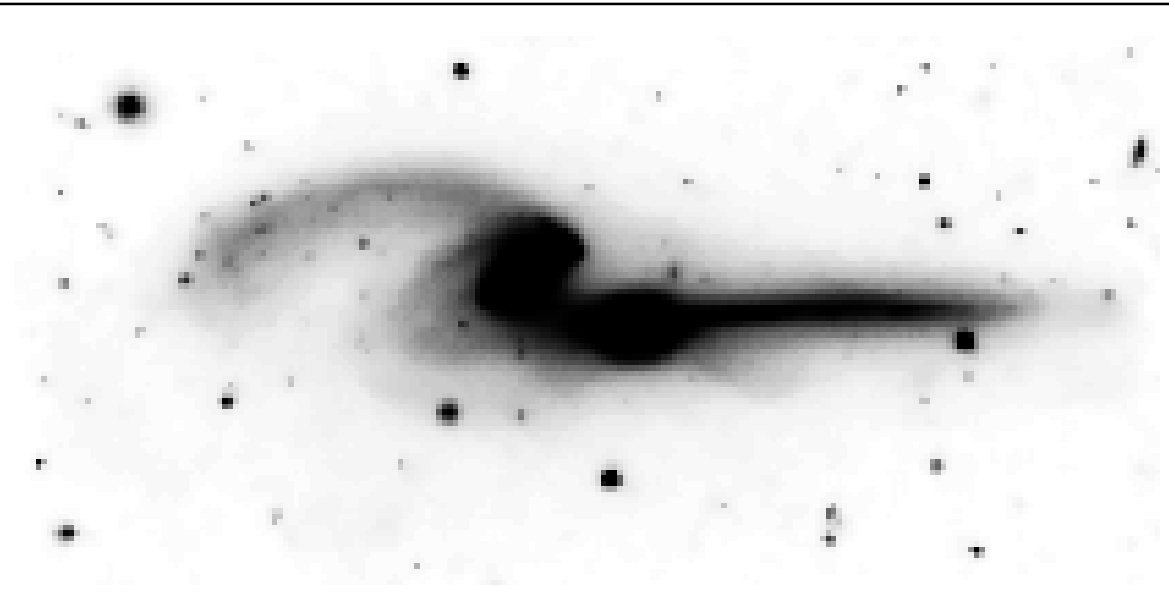


Simulation with stars and gas



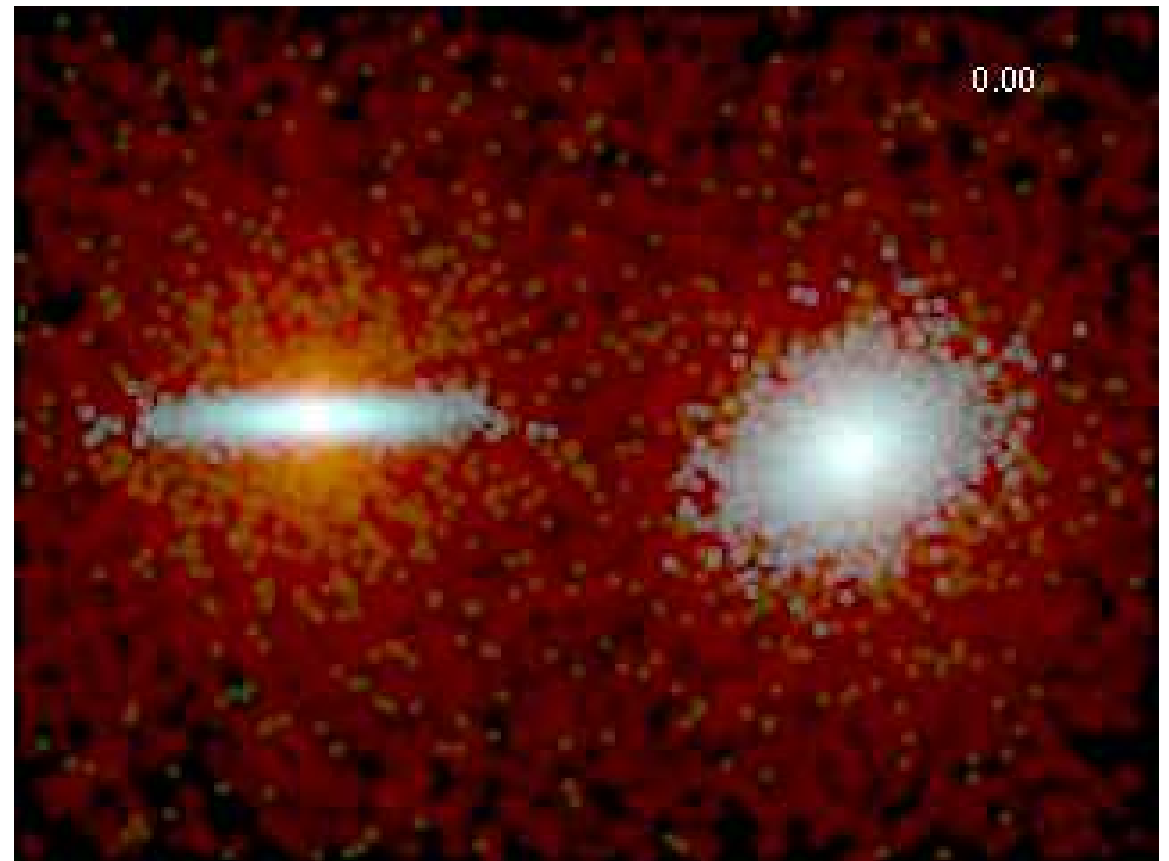
Simulation with stars and gas

Getijdenwerking  
veroorzaakt  
enorme  
verstoringen in  
melkwegstelsels



Computer  
simulatie

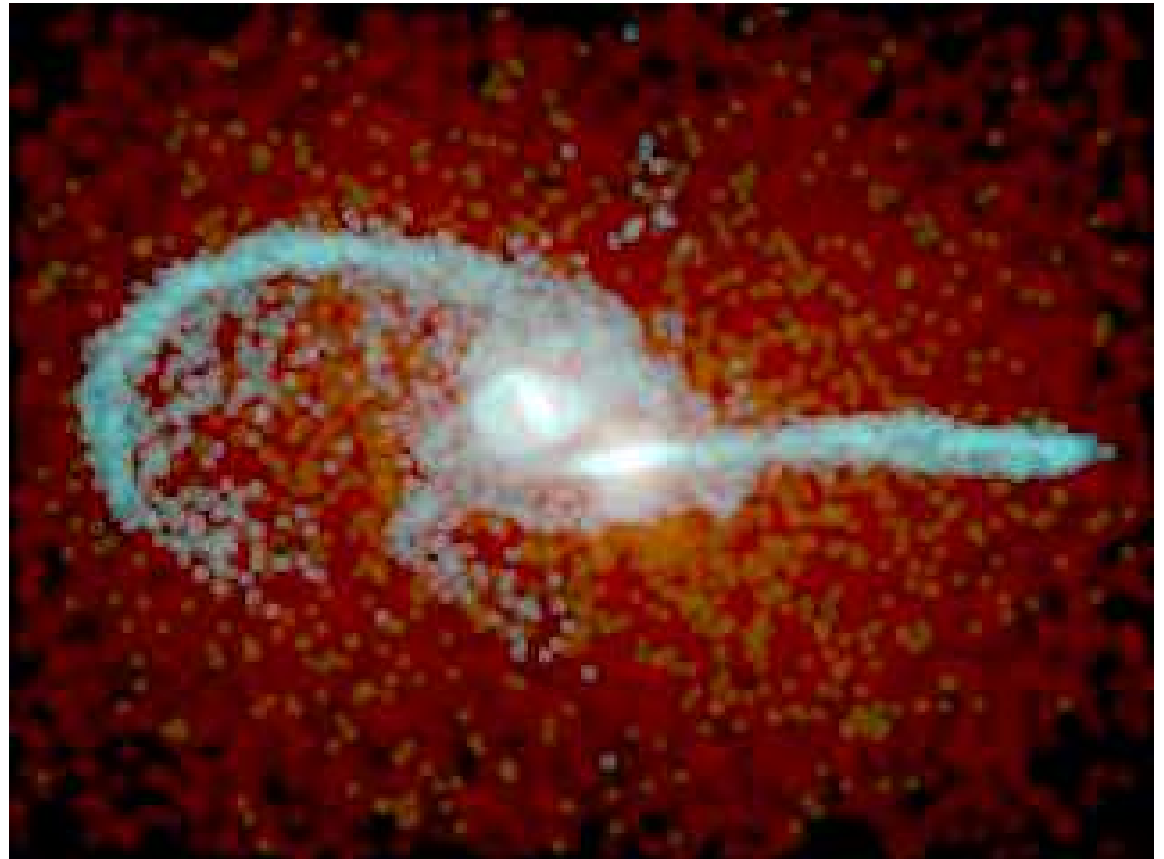
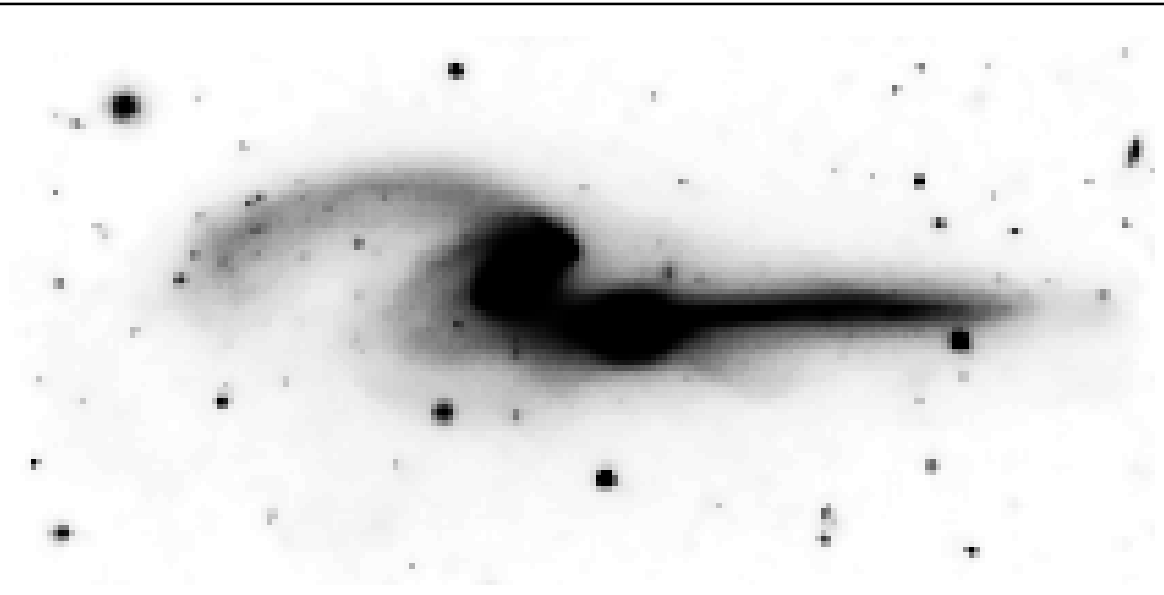
**Rood:** Donkere  
Materie  
**Blauw:** Sterren

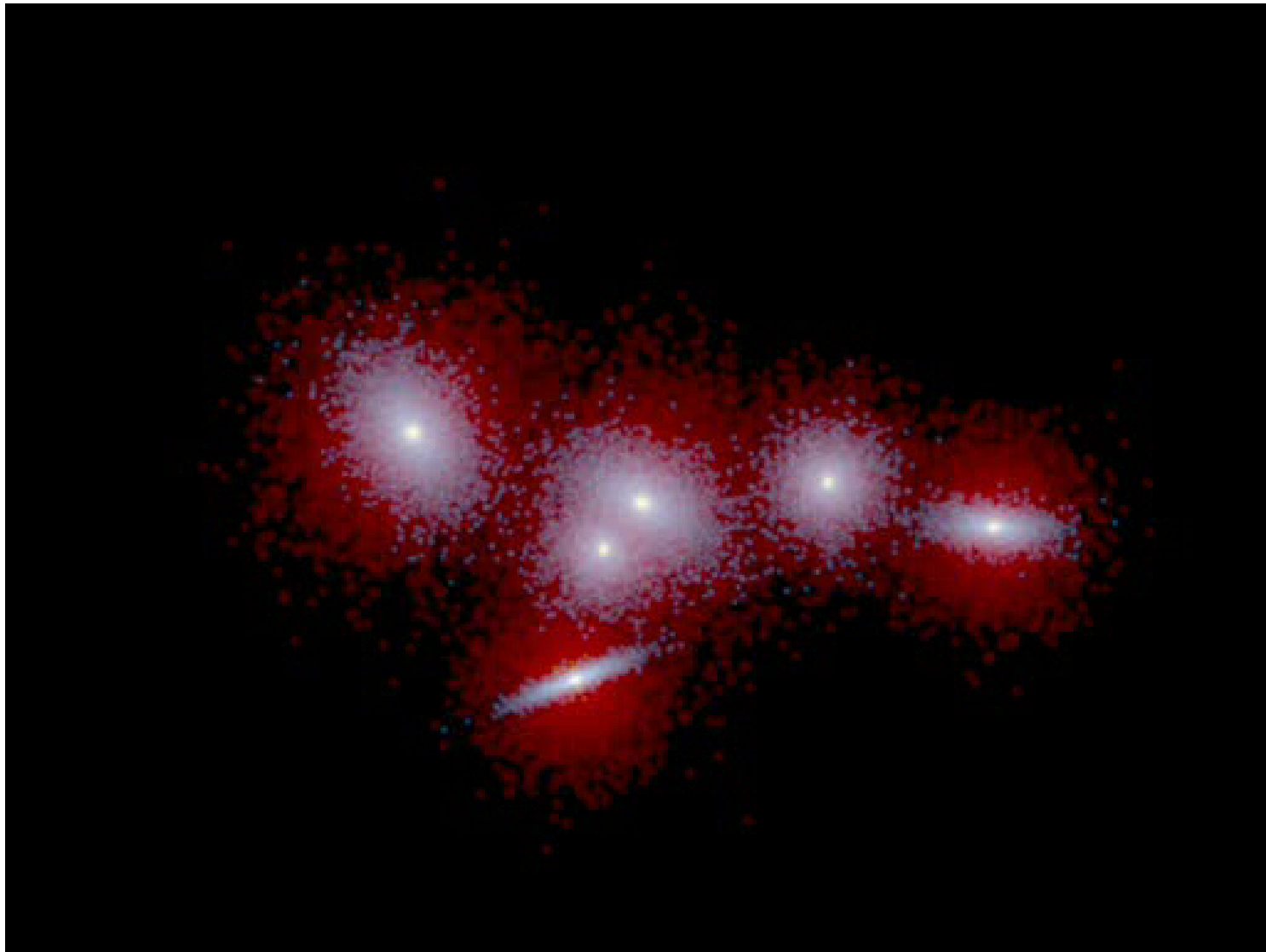


Getijdenwerking  
veroorzaakt  
enorme  
verstoringen in  
melkwegstelsels

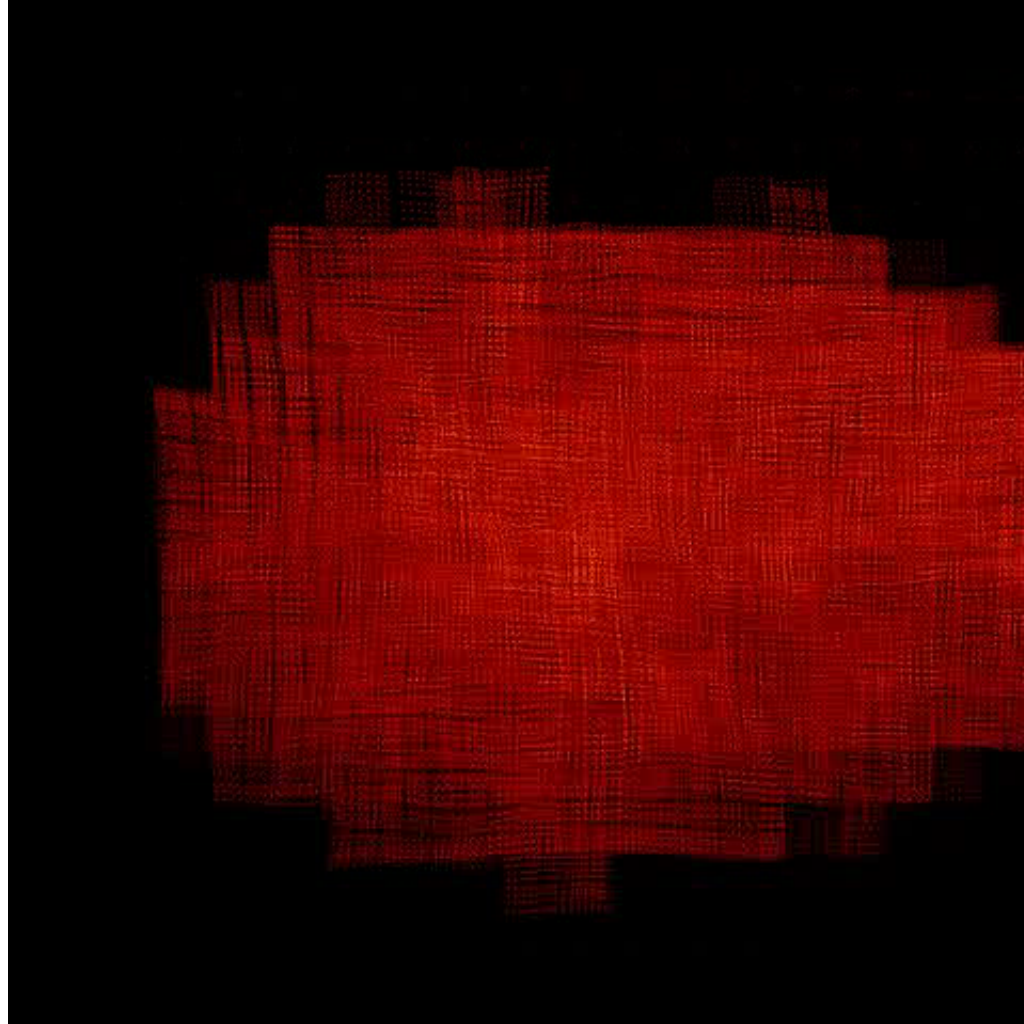
Computer  
simulatie

Rood: Donkere  
Materie  
Blauw: Sterren

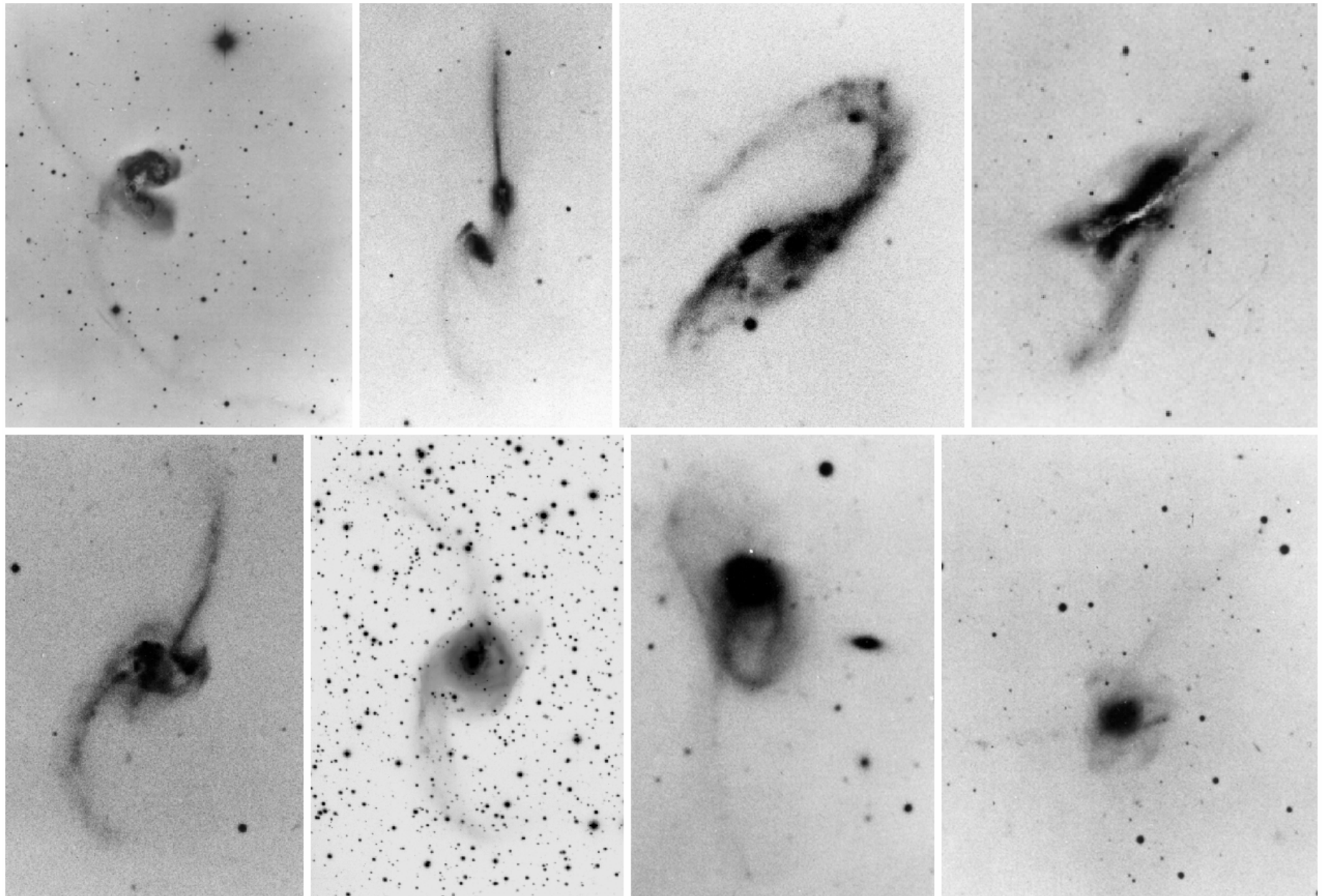




The fate of a compact group

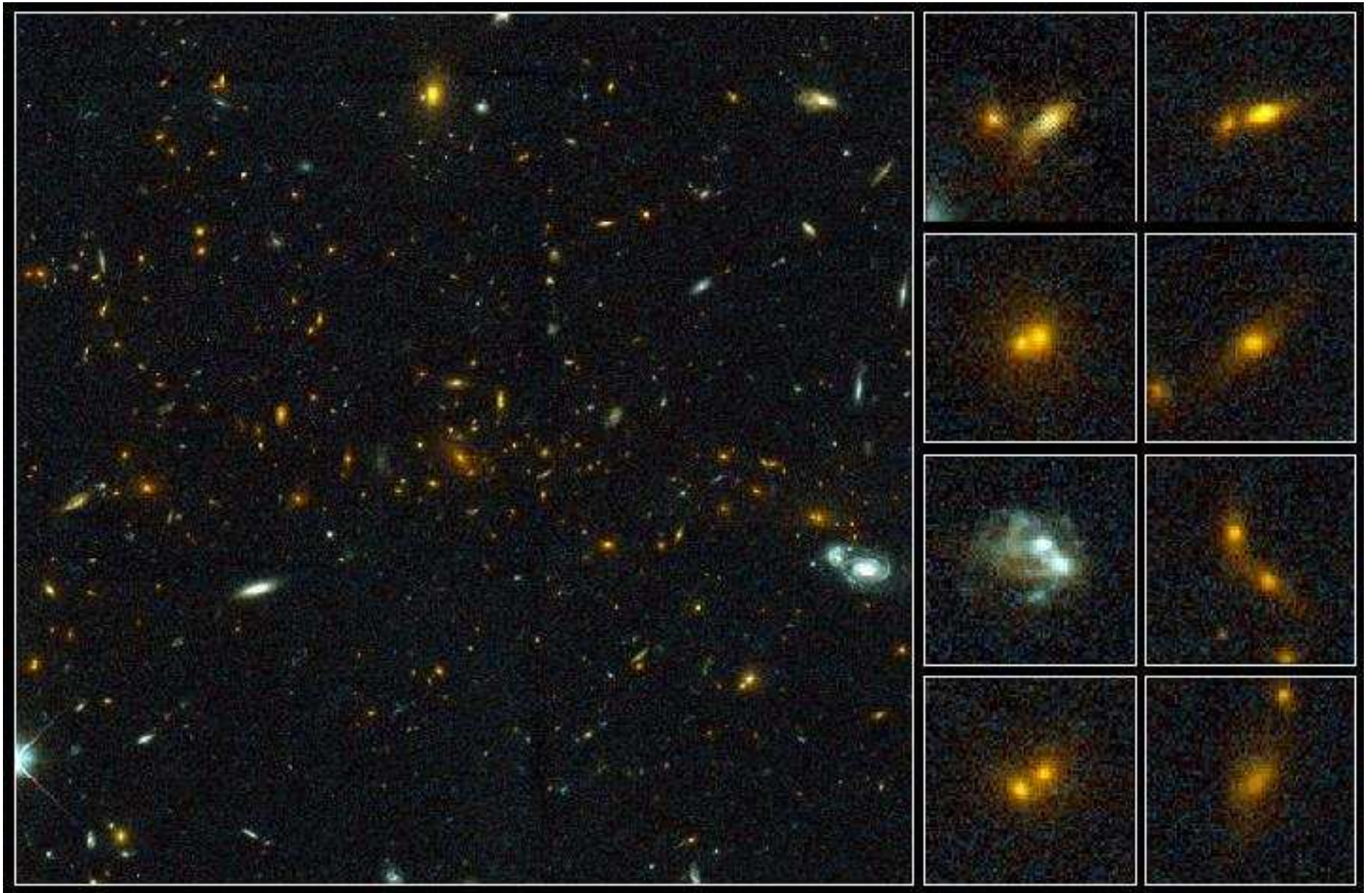


Melkwegstelsels bekeken in meer detail



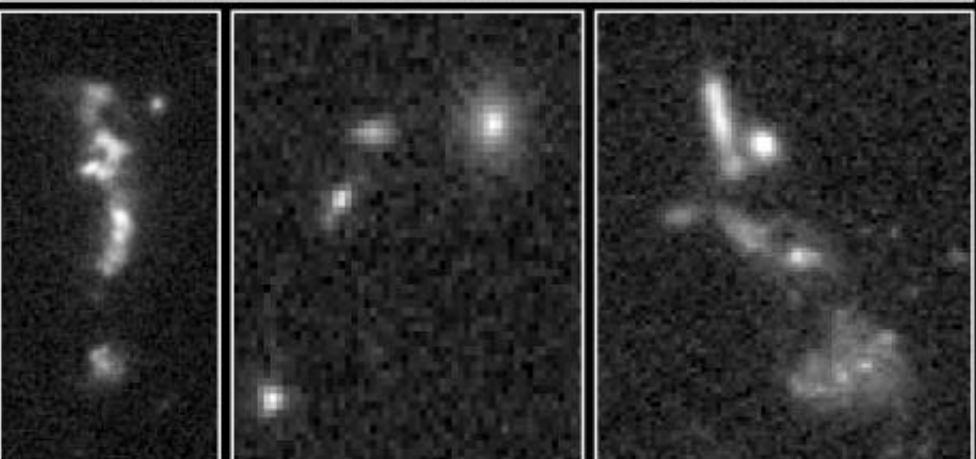
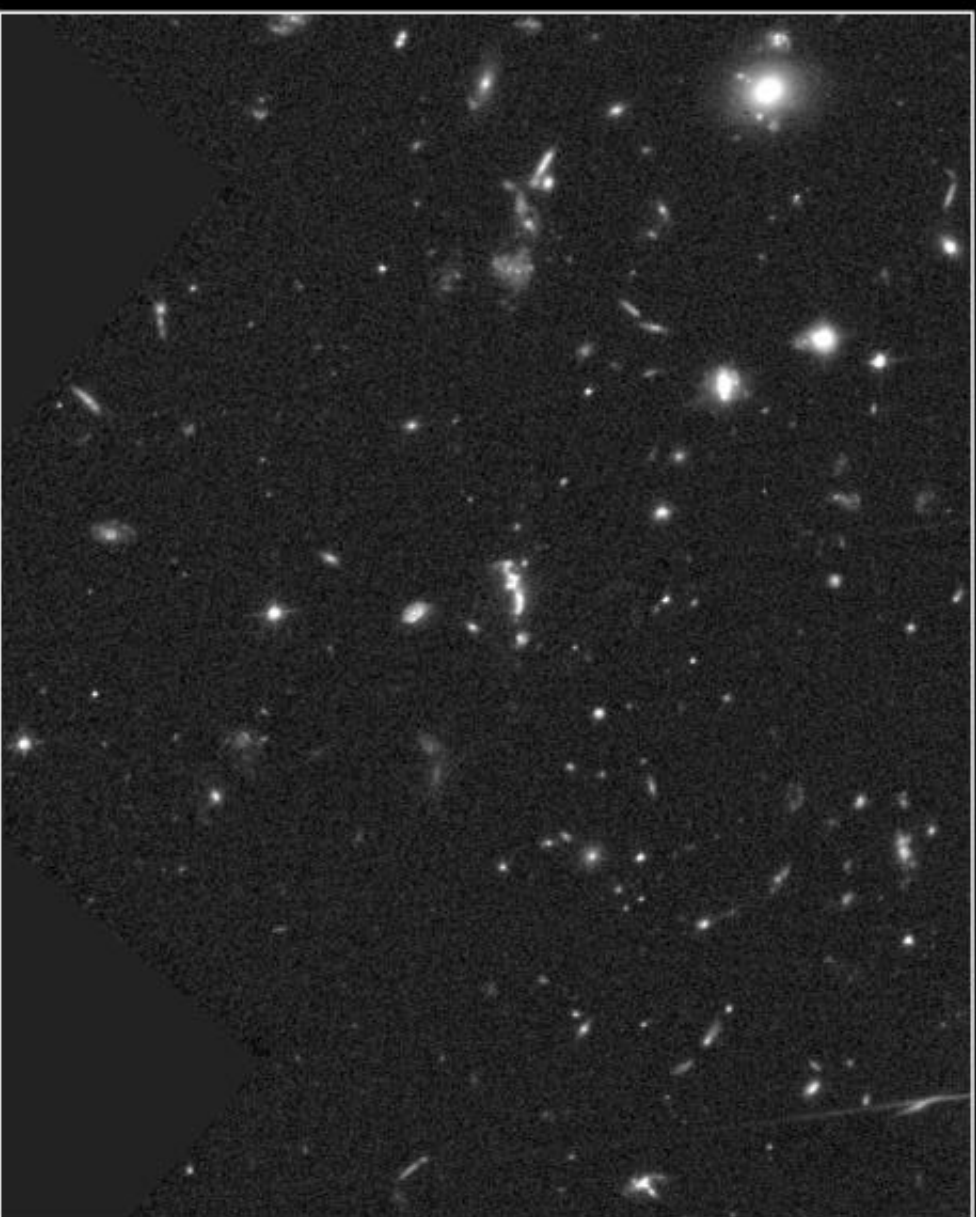
page from the Arp Atlas of Peculiar Galaxies





MS1054-03 at  $z=0.83$

van Dokkum et al.



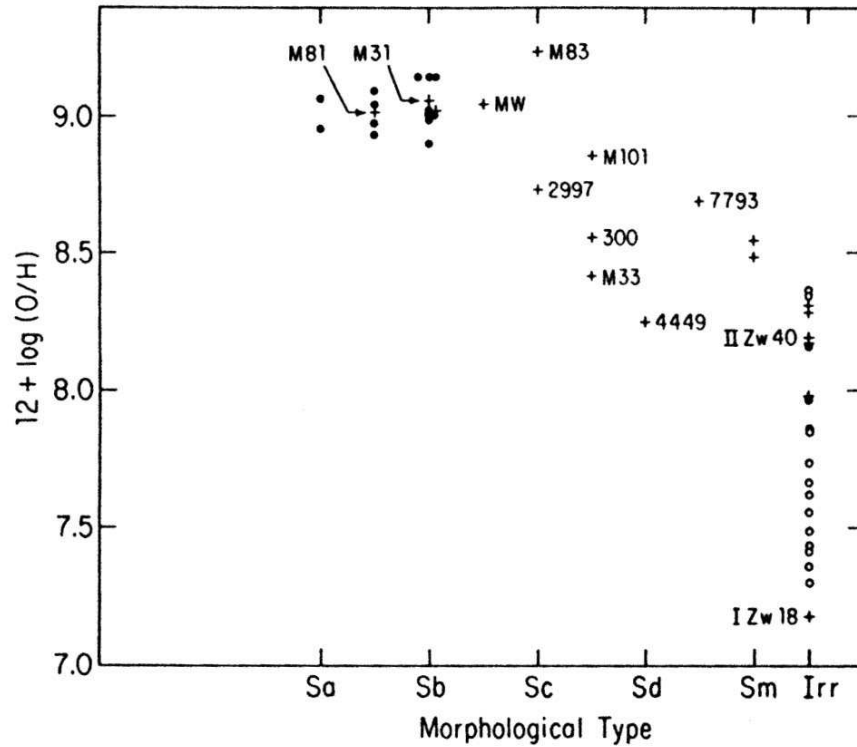
**Distant Galaxy Cluster Around 3C 324 HST · WFPC2**



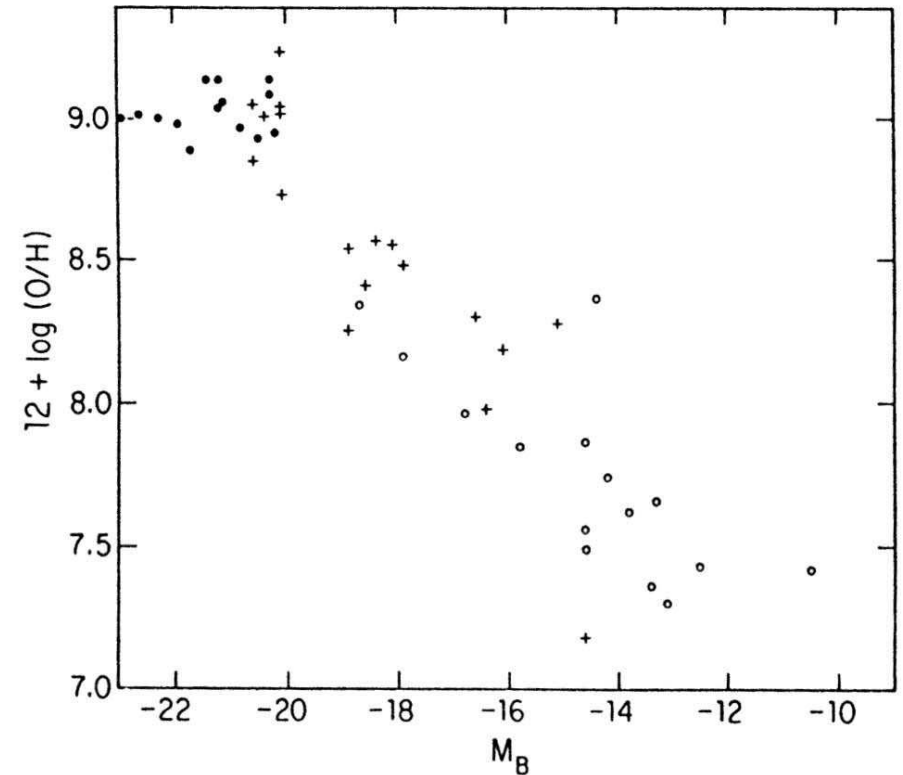
PR94-52b · Office of Public Outreach · December 6, 1994 · ZGL

# Variatie van O abundantie met morfologisch type

*Abundantie van O kan worden gezien als maat voor chemische verrijking van het ISM*



Morfologisch type



Absolute magnitude

Haynes & Roberts, 1992  
Ann. Rev. Astron & Astrophys.  
32, 115

***Kleine, laat type stelsels zijn "metaal-arm"***

## **Samenvatting ideeën m.b.t de vorming van stelsels:**

*Hierarchical galaxy formation:* successive mergers transform small galaxies into big galaxies → the merger tree concept

**Modellen** van botsende en samensmeltende melkwegstelsels hebben aangetoond dat:

- stelsels door getijdenwerking sterk verstoord worden en de veelheid aan speciale morfologiën kunnen verklaren
- het eindresultaat van samengesmolten stelsels een groot elliptisch stelsel kunnen opleveren of een spiraalstelsel met een grote bulge en schijf

**Waarnemingen** hebben aangetoond dat interacties veelvuldig voorkomen en met name op hogere roodverschuiving en dat in de dichtere omgevingen meer elliptische stelsels worden gevonden (clusters!!). Verder zijn de kleine stelsels i.h.a. metaal-arm: weinig “processing”.