

Evolutie van het plantenrijk

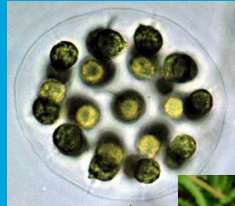
van alg tot angiosperm

Roy Erkens
Maastricht Science Programme

11 januari 2019

www.royerkens.nl

 Maastricht University



Waarom planten geweldig zijn



multicellulaire land kolonisatoren



 Maastricht University

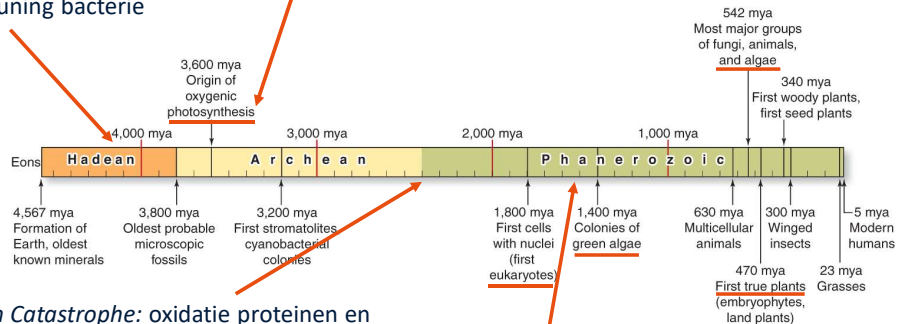
Lignite Coal

voedsel



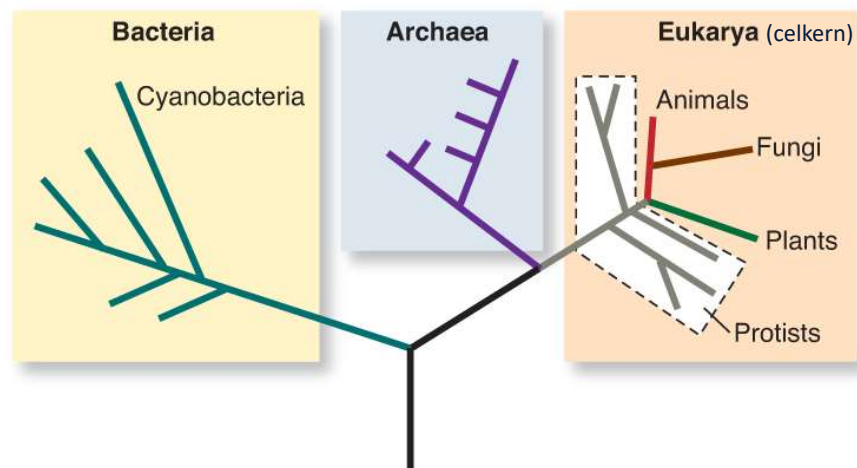
Leven op aarde

- Energy verloren als hitte
- Weinig energie ter ondersteuning bacterie leven
- Simpele fotosynthese systemen
- Langzame opbouw O₂ in atmosfeer
- Mobiliteit was niet nodig, energie was volop aanwezig



- *The Oxygen Catastrophe*: oxidatie proteïnen en sterven miljarden cellen
- Sterke selectie zuurstof tolerantie en ontstaan aerobe respiratie
- Meer energie beschikbaar voor complexere groei
- Ontstaan multicellulariteit in slecht één eukaryote lijn
- Selectie: predator vermijding en betere predatie mogelijkheden

Drie domeinen van leven



Wat is een plant?

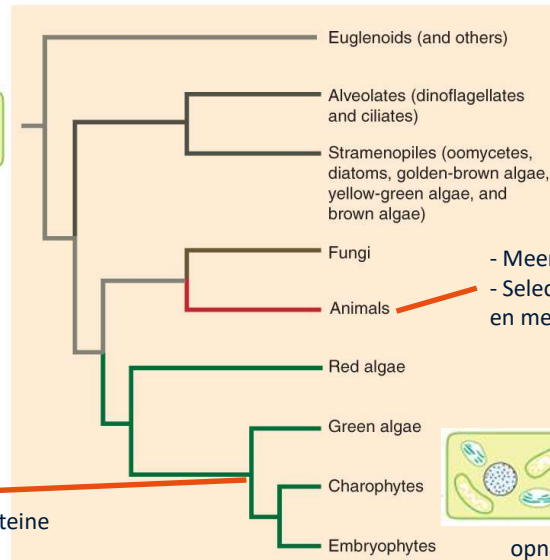
Eukaryote
with
mitochondria



opname bacterie:
energieproductie
(endosymbiose)

Viridiplantae:

- Uiterlijk divers
- Biochemisch homogeen
- Chlorofyll a en b
- Afwezigheid phycobiliproteïne
- Zetmeel voor opslag



- Meer energie beschikbaar
- Selectie bevoordeelde grotere en meer mobiele predatoren



Eukaryote
with
mitochondria
and chloroplasts

opname bacterie:
licht invangen
(endosymbiose)

Wat is een plant?

• Kenmerken:

- Meercellig
- Celluloserijke cel wand
- Chlorofyl (photosynthetiseert)
- Aangepast aan leven op land
- Reproductie via een embryo



• Moeilijk te definiëren:

- In of exclusie van bepaalde groepen
- Biologen zitten niet op een lijn



• Meeste planten:

- Groene bladeren, stengel, wortels & bloemen

Classificatie = evolutie?

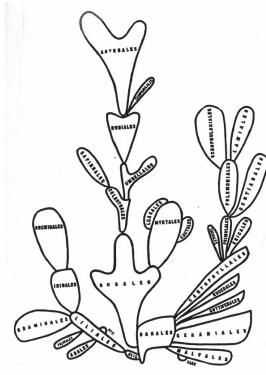


Figure 3.2 One of Charles Bessey's freestanding "trees." (from Bessey 1915.)

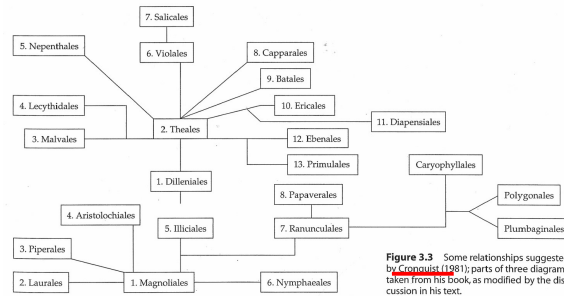


Figure 3.3 Some relationships suggested by Cronquist (1981); parts of these diagrams taken from his book, as modified by the discussion in his text.

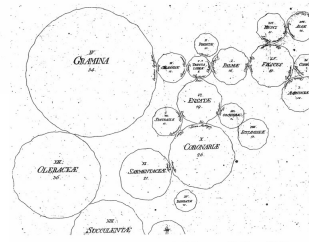


Figure 3.1 A portion of P.D. Gieseler's "genealogical-geographical" map (1792).

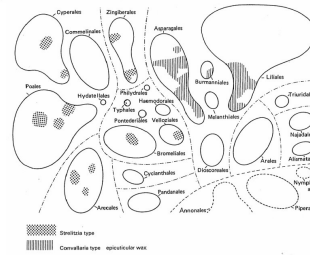


Figure 3.4 An example of a "Dahlgren diagram" representing a cross section of a phylogenetic tree. The diagram on the right is a three-dimensional representation of the diagram on the left. (From Dahlgren et al. 1985.)

Uiterlijk goede maat voor verwantschap?



Ocotillo

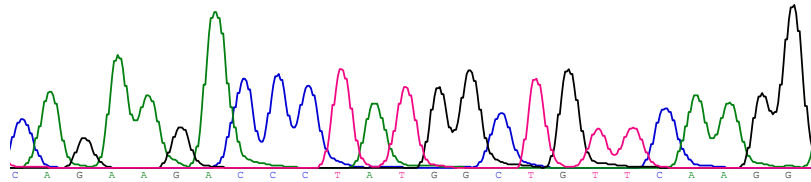
(zuidwest Noord Amerika)



Alluaudia

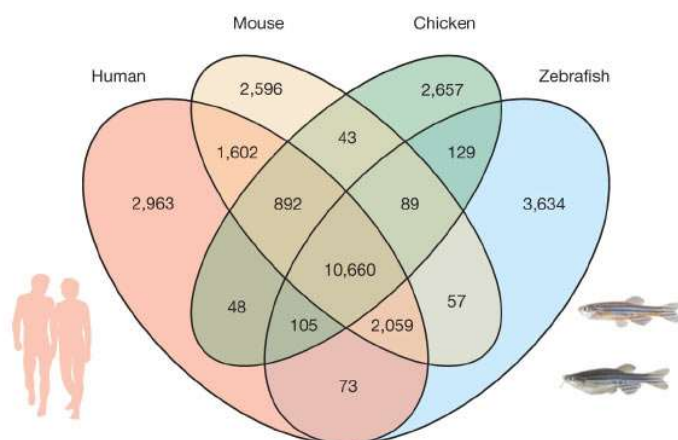
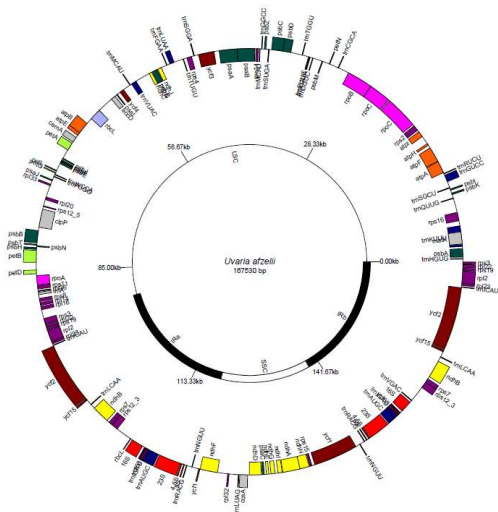
(Madagascar)

Vergelijkend DNA onderzoek: van individuele regio...

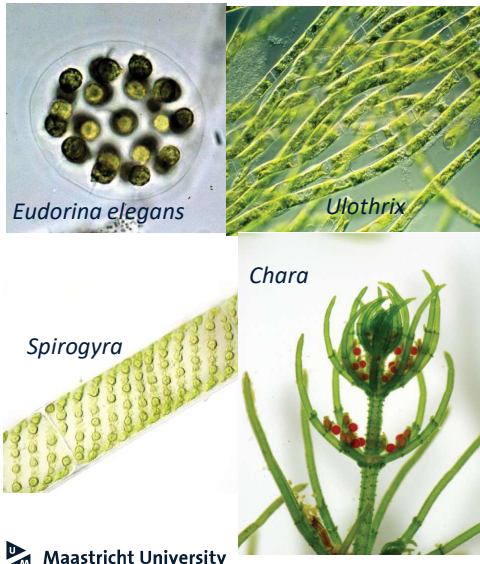


G. candolleana TTCGTTATGTTTCTCGTTCACCTCTACTCTTTCACAAATGGATCCGACCATCATTTTCTCTCTT
G. caribaea TTCGTTATGTTTCTCGTTCACCTCTACTCTTTCACAAATGGATCCGACCATCATTTTCTCTCTT
G. citriodora TTCGTTATGTTTCTCGTTCACCTCTACTCTTTCACAAATGGATCCGACCATCATTTTCTCTCTT
G. curvinervia TTCGTTATGTTTCTCGTTCACCTCTACTCTTTCACAAATGGATCCGACCATCATTTTCTCTCTT
G. decurrens TTCGTTATGTTTCTCGTTCACCTCTACTCTTTCACAAATGGATCCGACCATCATTTTCTCTCTT
G. diospyroides TTCGTTATGTTTCTCGTTCACCTCTACTCTTTCACAAATGGATCCGACCATCATTTTCTCTCTT

...naar chloroplasten en hele genomen



Groene algen



- 650-550 m.jg: weinig hulpbronnen in het water:
 - Weinig licht in diepte
 - Weinig inorganische elementen (N, P)
- Gevolg: lage populatiegroei
- Probleem op land:
 - Extreme uitdroging
 - Grote T-fluctuaties
 - Hevige zonnestraling
 - Effecten zwaartekracht

Competitie om hulpbronnen startte de kolonisatie van land

Levenscycli

- Haploid: één kopie genetisch materiaal ($1N$)
- Diploid: twee kopieën genetisch materiaal ($2N$)
- Mitose: celdeling inclusief alle DNA
- Meiose: celdeling met halvering DNA
- Syngamy: versmelting gameten

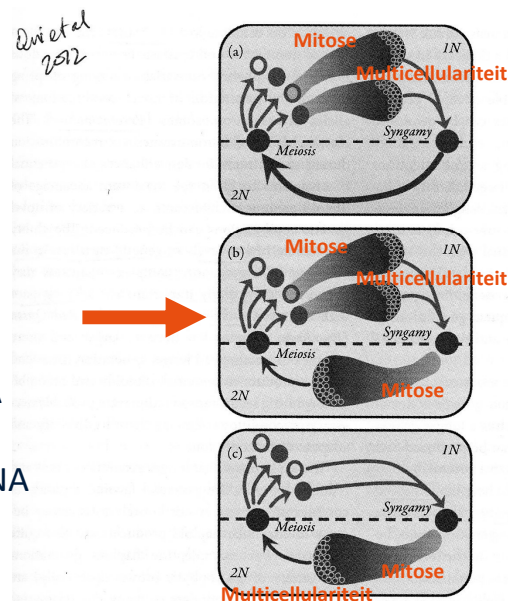
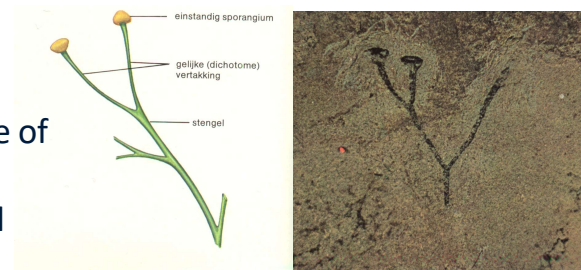
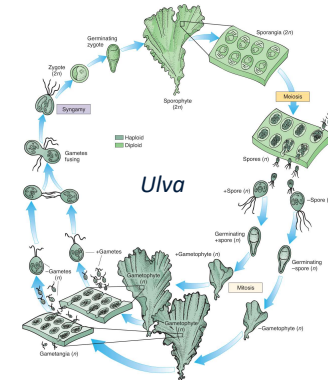


Fig. 1.3. Life cycle variation. A. For haplontic life cycles, mitosis occurs after meiosis but not after syngamy; B. Mitosis occurs after meiosis and syngamy in haplodiplontic life cycles; C. Mitosis occurs only after syngamy in diplontic life cycles.

Ontstaan van landplanten

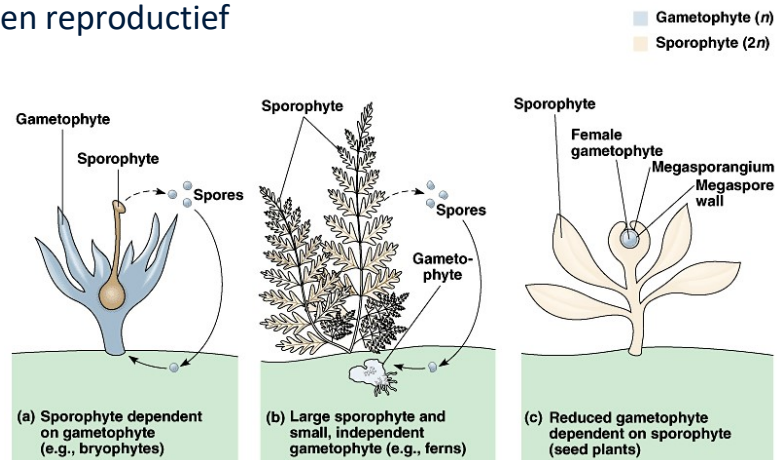
- Groene algen twee morfologisch gelijke multicellulaire stadia
- Eerste stadia van overgang onbekend
- Hypothese:
 - Kleine planten
 - Constant natte gebieden
 - Haploide stadium dominant
 - Diploide stadium: unicellulaire zygote of simpel multicellulair
 - Via marien, naar zoetwater naar land



Cooksonia (Vroeg Devoon 400-420 mjg)

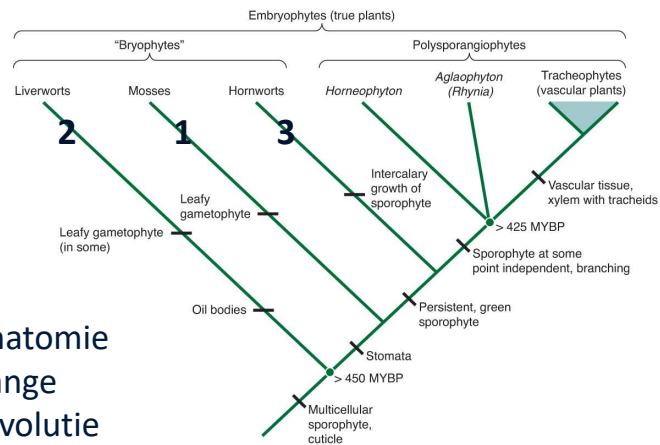
Trends van groenwier tot bloemplant

- Afnemende afhankelijkheid van water w.b.d. voortplanting
- Toenemende aanpassing aan droogte w.b.d. gehele plant
- Scheiding vegetatief en reproductief



“Mossen”

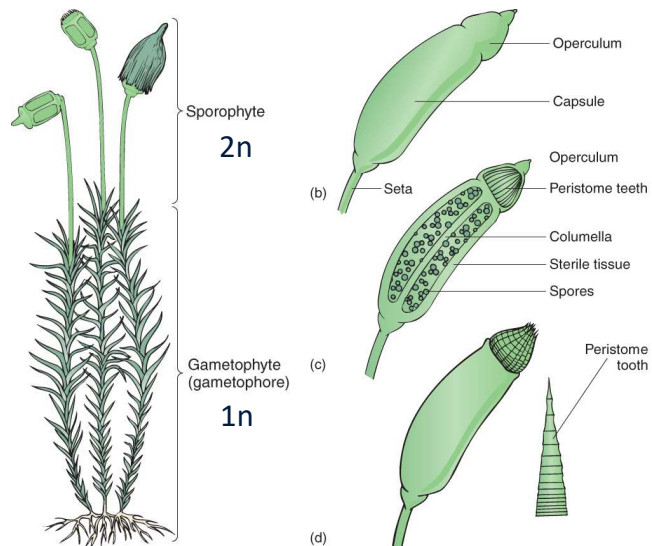
- 1: Bladmos (Bryophyta)
2: Levermos (Hepatophyta)
3: Hauwmos (Anthocerophyta)



- Verskil in anatomie suggereert lange individuele evolutie

Anatomie (voorbeeld bladmos)

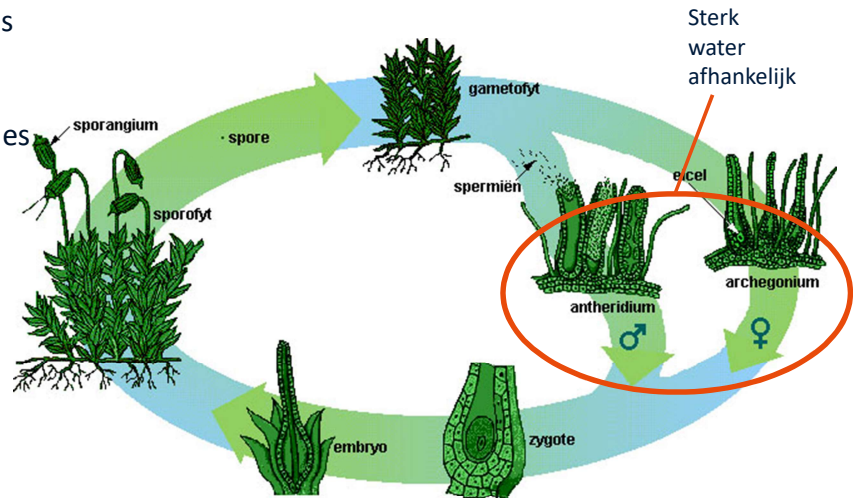
- Gametofyt kan periodieke droogte doorstaan
- Geen interne waterregulatie (*poikilohydrie*)



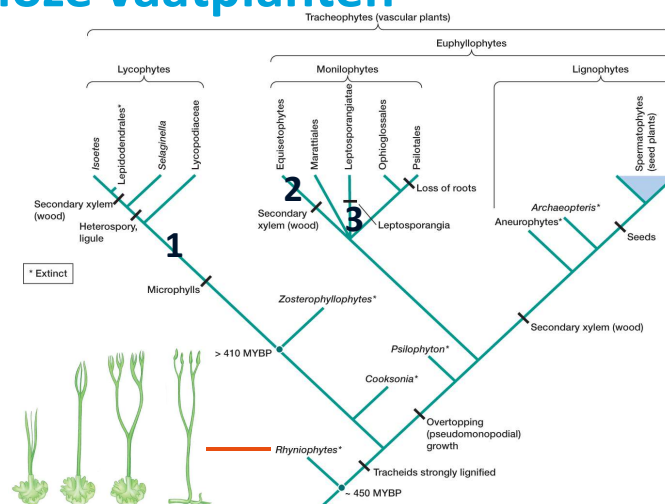
Levenscycli: voorbeeld bladmos

Afwisseling van generaties:

- 2 multicellulaire generaties
- verschil in morfologie tussen deze twee generaties (gametofyt dominant)
- zwemmende mannelijke gameten



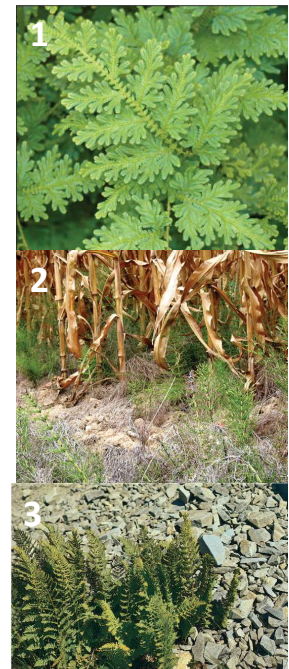
Zaadloze vaatplanten



1: Wolfsklauwen (Lycopophyta)

2: Paardenstaarten (Equisetophyta)

3: Varens

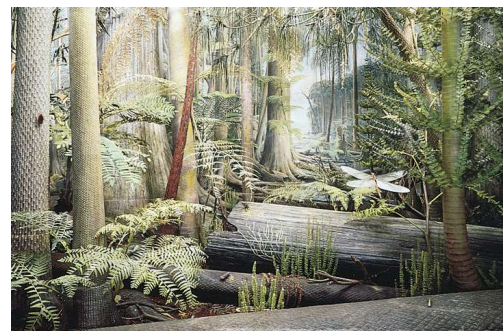


Zaadplanten

- Watertransport via interne structuren (*endohydric*)
- Gametofyt is kort-levende kleine plant (geen uitdrogingstolerantie)
- Kernadaptatie: interne waterbalans kan op peil worden gehouden in tijden van droogte (bv. door wortelsysteem)
- Sporofyt dominant (minder expressie lethale genetische variatie); meer mogelijkheden voor selectie

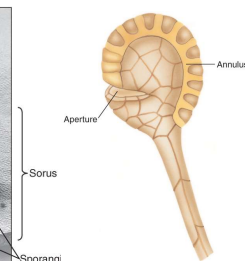
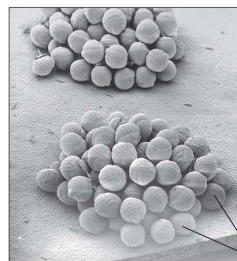
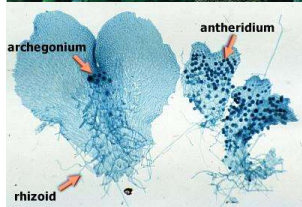
Door competitie de lucht in: *Devonian explosion*

- Leven was enkel een groene mat van paar decimeter hoog (420-360 m.jg)
- Intense competitie voor nutriënten en licht
- Ontsnapping: hoogtegroeï
- Explosie van nieuwe types zoals voor dieren tijdens Cambrische explosie



Resultaat in Carboon (360-300 m.jg)

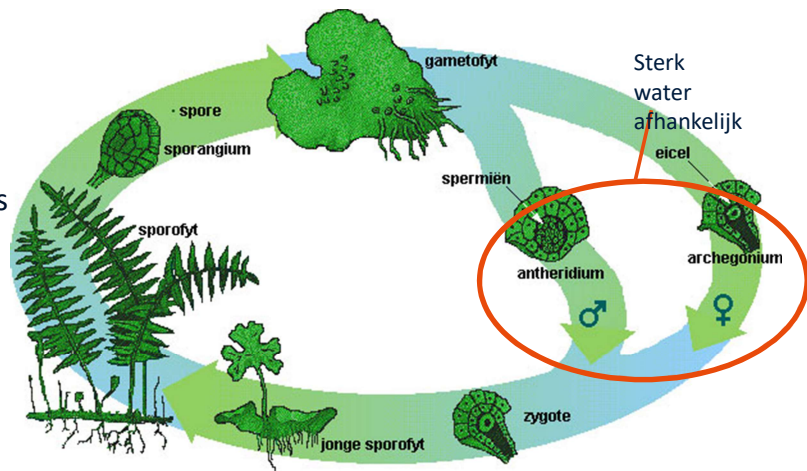
Anatomie (voorbeeld varen)



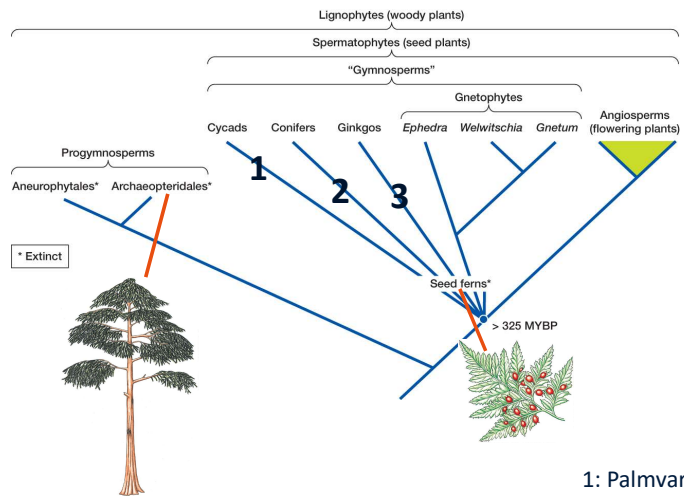
Levenscycli: voorbeeld varens

Afwisseling van generaties:

- 2 multicellulaire generaties
- verschil in morfologie tussen deze twee generaties (sporofyt dominant)
- zwemmende mannelijke gameten



Houtige vaat- & zaadplanten



Maastricht University

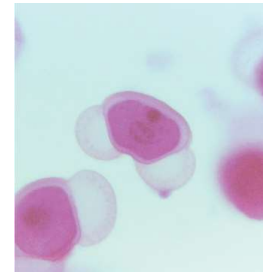
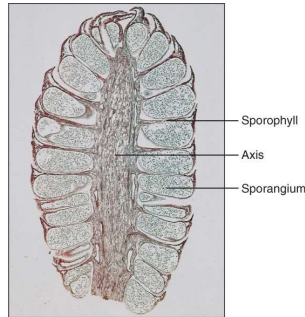
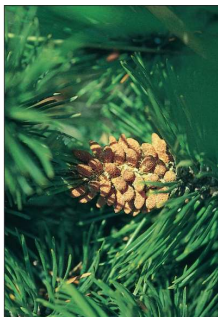
1: Palmvarens (Cycadophyta)

2: Coniferen (Coniferophyta)

3: Ginkgo (Ginkgophyta)



Anatomie (voorbeeld conifeer)

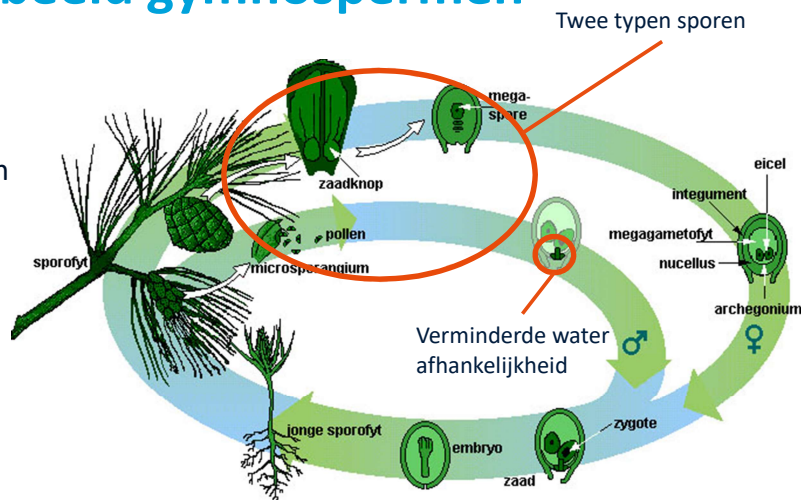


Maastricht University

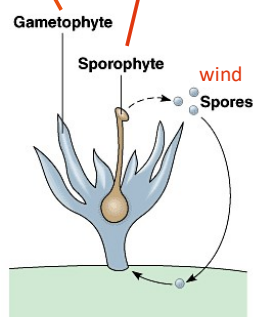
Levenscycli: voorbeeld gymnospermen

Afwisseling van generaties:

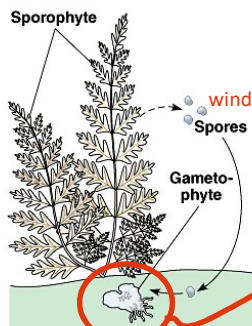
- 2 multicellulaire generaties
- verschil in morfologie tussen deze twee generaties (sporofyt dominant; gametofyt sterk gereduceerd)
- migrerende mannelijke gameten



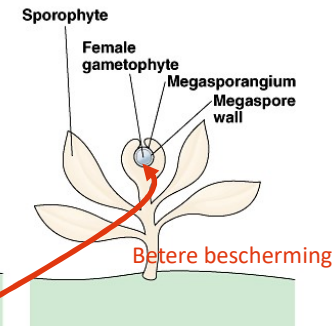
Opname gametofyt door sporofyt



(a) Sporophyte dependent on gametophyte (e.g., bryophytes)

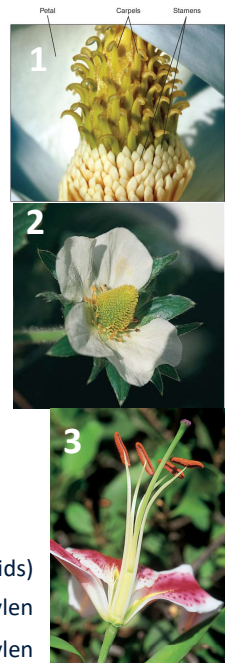
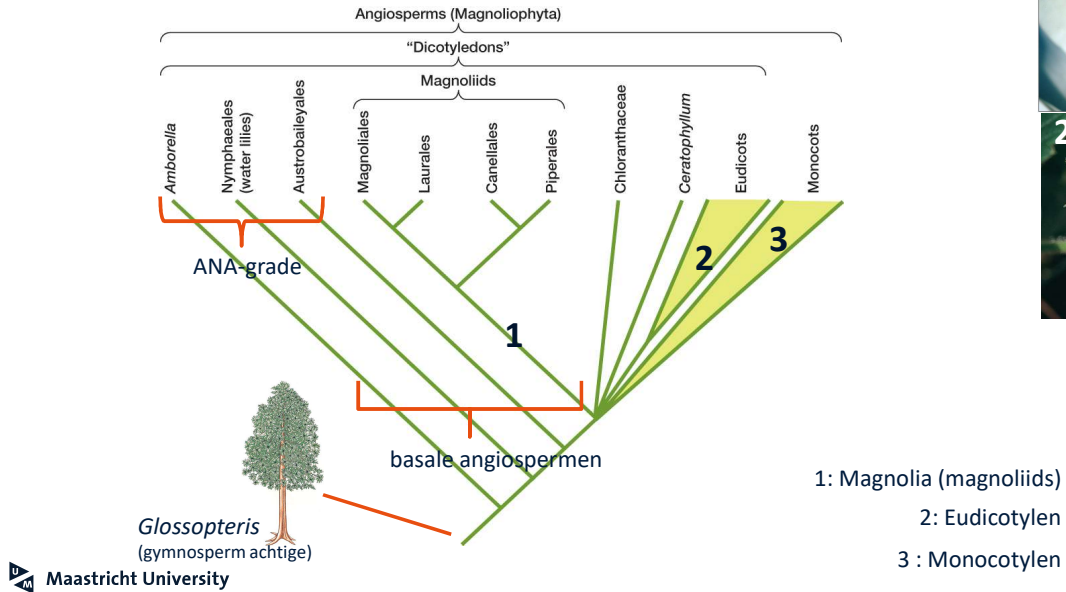


(b) Large sporophyte and small, independent gametophyte (e.g., ferns)

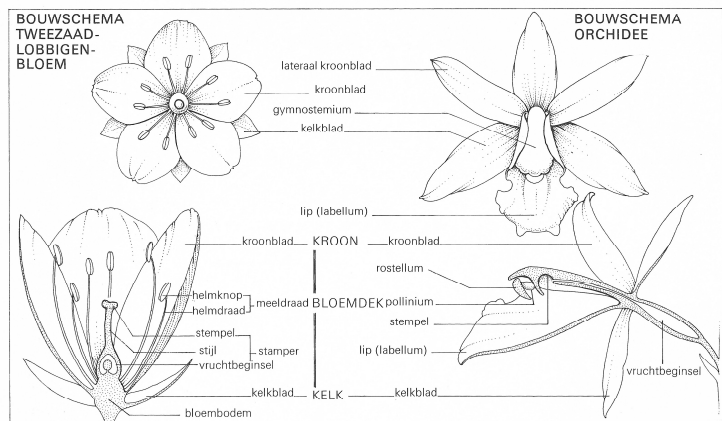
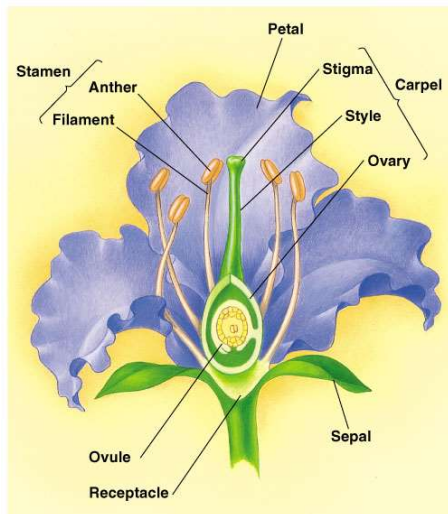


(c) Reduced gametophyte dependent on sporophyte (seed plants)

Bloemplanten



Een succesvolle innovatie: de bloem

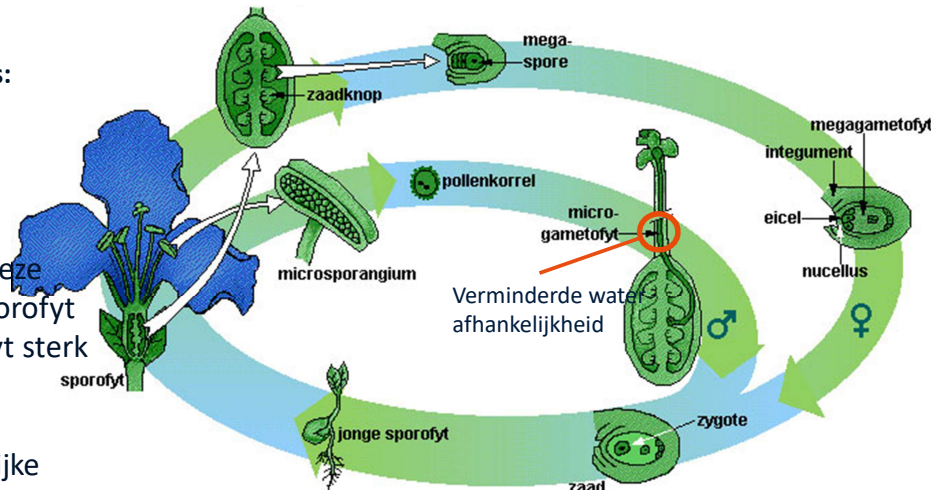


▲ Geen twee bloemen van bedektzadige planten, of het nu één- of tweezaadlobbigen betreft, vertonen precies dezelfde bouw en evenmin dezelfde elementen. Toch vinden we steeds enkele algemene kenmerken terug; bovenstaande figuren tonen de bouw van wat we een 'standaard'-tweezaadlobbigenbloem en een - meer gespecialiseerde - 'typische' orchideebloem zouden kunnen noemen.

Levenscycli: voorbeeld bloemplant

Afwisseling van generaties:

- 2 multicellulaire generaties
- groot verschil in morfologie tussen deze twee generaties (sporofyt dominant; gametofyt sterk gereduceerd)
- migrerende mannelijke gameten



Voordelen bloem

- Selectie door herbivoren: carpellen in dichte clusters beschermd door bladeren
- Houtvaten (niet in gymnospermen) kunnen beter water onttrekken aan droge grond
- Diversiteit in bladvormen: aanpassingen voor vermijden of aankunnen stress situaties
- Diversiteit in groeivorm

Geevolueerd als kortlevende, vroeg in de successie voorkomende planten in tijdelijke habitats or voorkomend in regio's met kort groeiseizoen

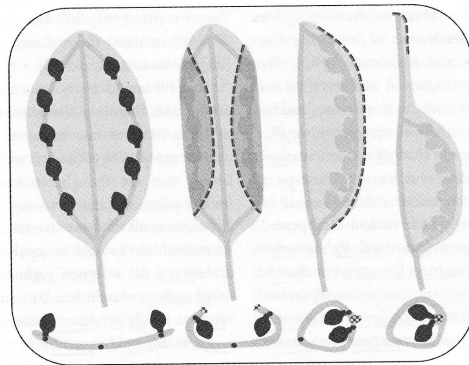


Fig. 2.19. Stages in the conversion of a megasporophyll to a closed carpel. The dashed region represents the location of stigma tissue in second through fourth stages, and transmitting tissue within the carpel in the final stage.

Angiospermen radiatie door verminderde competitie

Lager grazen, meer competitie en dus voordeel angiospermen over gymnospermen?

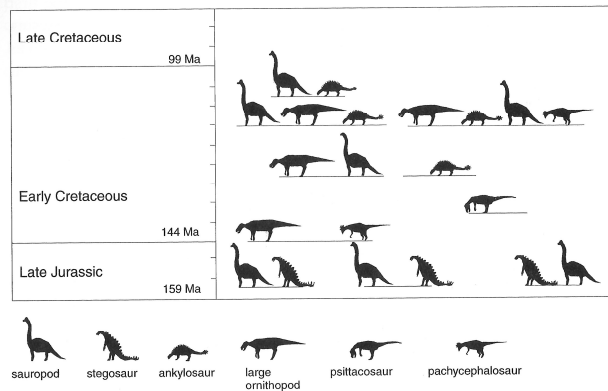
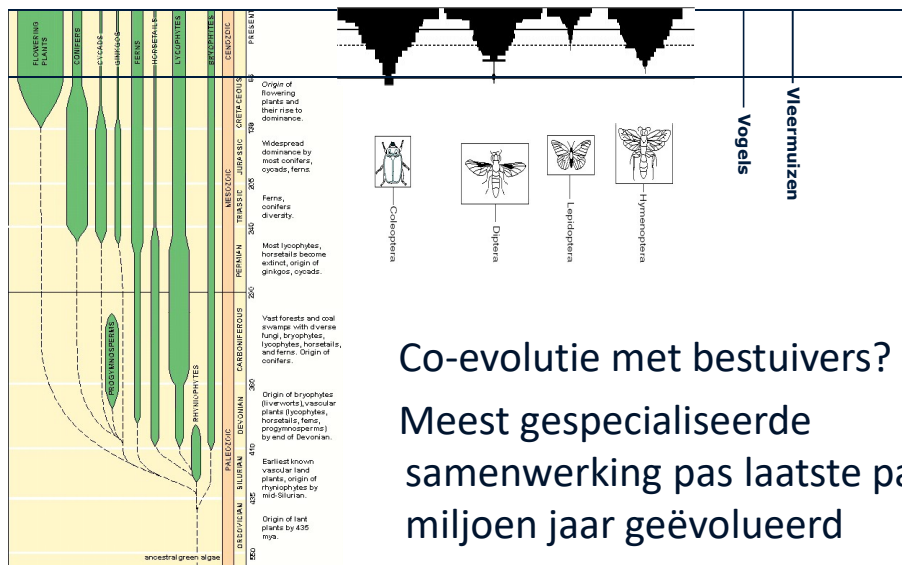


Figure 6.13 Stratigraphic record of herbivorous dinosaurs through the late Jurassic/early Cretaceous (redrawn from Bakker, 1978, 1986). It is proposed that the transition from high-browsing forms to low browsers in the early Cretaceous resulted in increased mortality among the gymnosperm seedlings and thinned out the forest structure, thus creating gaps in the canopy and highly disturbed environments (Bakker, 1978, 1986). Early angiosperm traits, such as small structure, rapid life cycle, and high colonizing ability, would have given them the competitive advantage on these disturbed substrates, thereby promoting their radiation.

Angiospermen radiatie door bestuivers



Co-evolutie met bestuivers?
Meest gespecialiseerde samenwerking pas laatste paar miljoen jaar geëvolueerd

Angiospermen (bloemplanten)

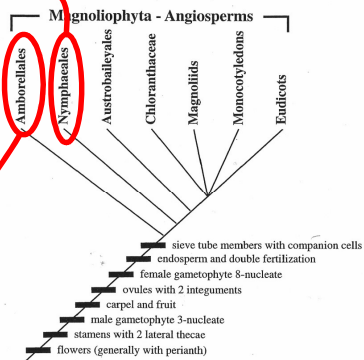
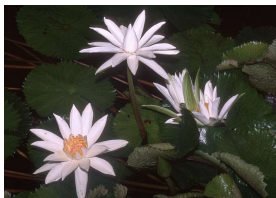
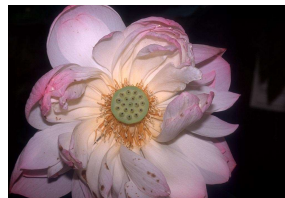


Figure 61.1 Cladogram of the angiosperms, showing apomorphies and major taxonomic groups, the latter after APG II (2003).

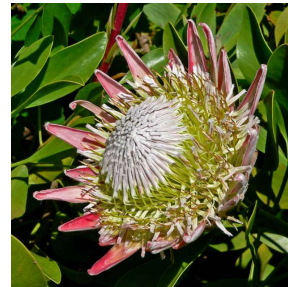
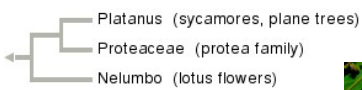
Veranderende verwantschap: waterlelie en lotusbloem



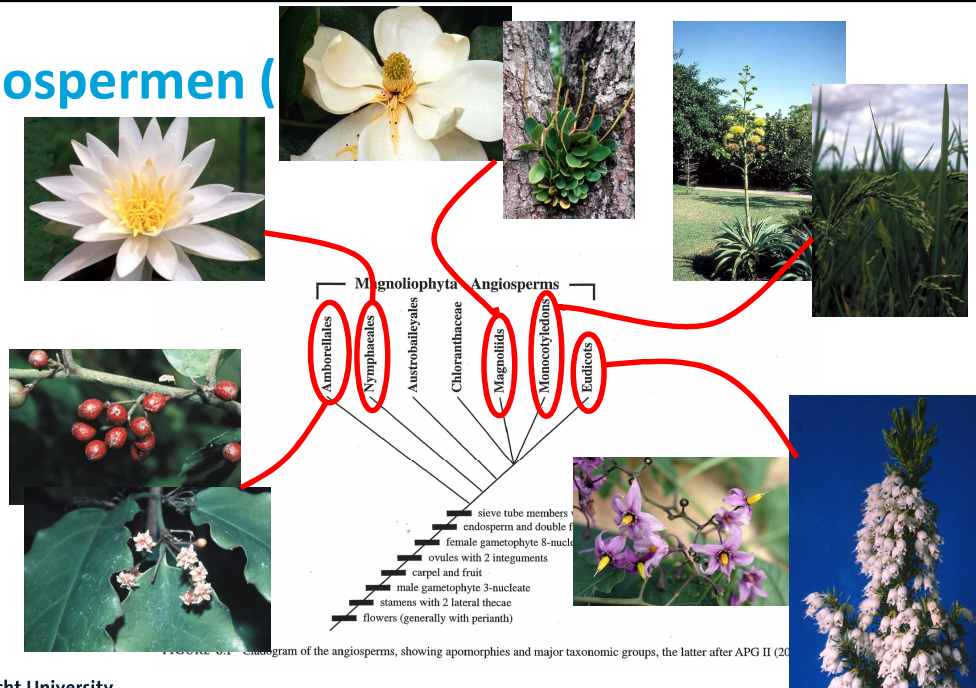
Nymphaeaceae



Nelumbonaceae

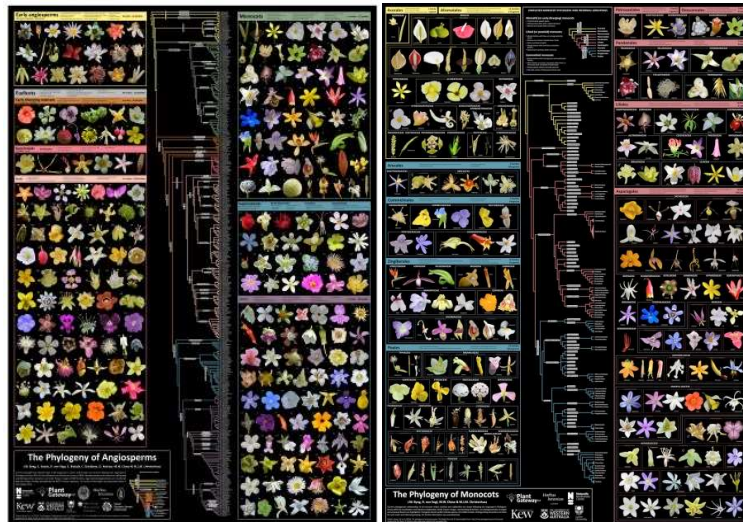


Angiospermen (



Maastricht University

De bloemplanten boom

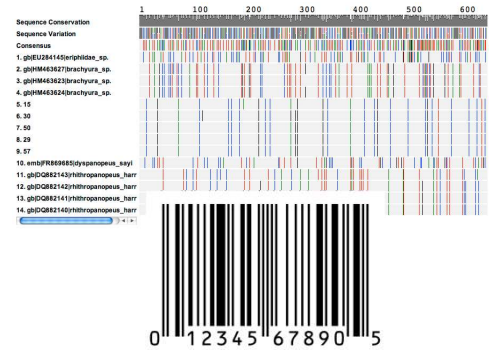


Maastricht University

<http://www.plantgateway.com/posters/> A0 printbaar

Identificatie van soorten

- DNA-barcoding: unieke sequentie specifiek voor individuele soorten
- Gestandaardiseerd in dieren (mtDNA CO1)
- Voor planten lastiger: geen enkele regio kan discrimineren:
 - ncDNA gelijke mutatiesnelheden plant en dier
 - mtDNA dieren sneller dan ncDNA
 - mtDNA en cpDNA planten veel langzamer (waarbij $mtDNA < cpDNA$)



Samenvattend

- Evolutie van planten kan begrepen worden vanuit evolutionair perspectief (vnl. competitie):
 - Afnemende afhankelijkheid van water w.b.d. voortplanting
 - Toenemende aanpassing aan droogte w.b.d. gehele plant
 - Scheiding vegetatief en reproductief
- Dit is terug te zien in de evolutie van de levenscycli

Vragen?

