

In dezelfde tijd kunnen zo verschillende soorten afzettingen gevormd worden in uiteenliggende geografische gebieden, al kunnen overeenkomsten wijzen op een bepaalde tendens gedurende een zekere periode. Zo komt het Toarcien in Normandië en Portugal o.a. als een kalk voor, maar meestal is het kleiig ontwikkeld, zoals in Württemberg, Engeland en de Causse in Frankrijk. Afzettingen en organische resten samen bepalen de facies. De littorale facies kan bijvoorbeeld zandig zijn, met resten van schelpdieren die bij het strand leven en aangespoeld hout. Ook oölieten worden in zeer ondiep water gevormd.

Gidsfossielen

Een goed gidsfossiel zal aan vier criteria moeten voldoen:

- het dier of de plant moet in een uitgestrekt geografisch gebied geleefd hebben;
- de soort waartoe het behoort moet een geologisch gezien korte levensduur gehad hebben;
- het moet zo weinig mogelijk facies-gevoelig zijn;
- het moet in voldoende aantal voorkomen en gemakkelijk herkenbaar zijn.

Aan al deze eisen voldoen de ammonieten het best. De faciesgevoeligheid, meestal het moeilijkste punt voor een gidsfossiel, is niet groot. Ze ontbreken eigenlijk alleen in afzettingen van koraalriffen en deltagebieden. De Jura-zones zijn dan ook bijna alle door ammonieten bepaald.

Tot op het niveau van de etages kan de stratigrafische indeling algemeen gebruikt worden, zo niet mondiaal, dan toch voor bepaalde continenten. Voor de zones wordt dit al veel moeilijker. Dit is ook het geval voor het Toarcien: Engeland, Frankrijk, Duitsland, Italië hebben een gedeeltelijk verschillende zonale indeling. De sub-zones zijn nog beperkter van omvang, de horizons zijn meestal regionale aangelegenheden.

Door de al genoemde correlatie komt men vaak toch een heel eind.

Voor de Jura (periode, genoemd naar het Juragebergte waar deze lagen zo duidelijk zijn) komen we tot de volgende stratigrafische indeling:

Boven-Jura = Malm = Witte Jura	Purbeck Portlandien Kimmeridgien Oxfordien	naar Purbeck, Dorset, Eng. naar Portland, Dorset, Eng. naar Kimmeridge, Dorset, Eng. naar Oxford, Engeland.
Midden-Jura = Dogger = Bruine Jura	Callovien Bathonien Bajocien	naar Callovium = Kellaways, Wiltshire, Eng. naar Bath, Somerset, Eng. naar Bajoce = Bayeux, Normandië, Fr.
Onder-Jura = Lias = Zwarte Jura	Toarcien Pliensbachien Sinemurien Hettangien	naar Toarcium = Thouars, Deux Sèvres, Fr. naar Pliensbach bij Boll, Württemberg, Dld. naar Sinemurium = Semur, Côte d'Or, Fr. naar Hettange, Lotharingen, Fr.

De Jura

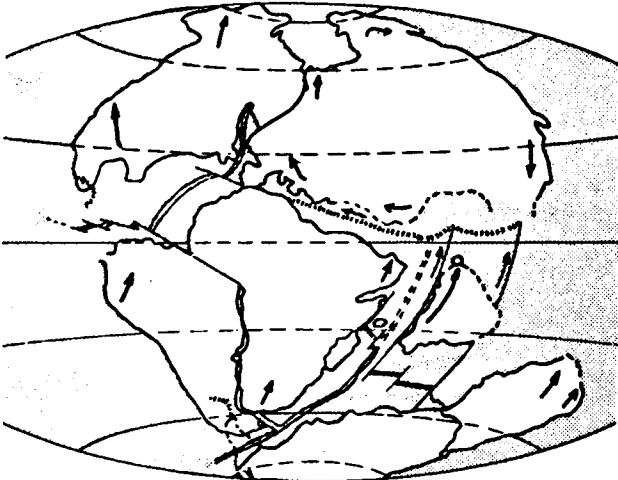
De Jura-periode was, tektonisch gezien, een rustige tijd. Er waren geen gebergtevormingen van grote omvang. De continenten van het Zuidelijk Halfrond en die van

Het Callovien wordt in Engeland tot de Boven-Jura gerekend. De indeling in Zwarte, Bruine en Witte Jura heeft als grondslag belangrijke facieskenmerken, zoals die in Zuid-Duitsland gelden. Maar ook in andere West-Europese gebieden hebben dergelijke omstandigheden geheerst. In een groot deel van West-Europa komen in de Lias veel zwarte kalken en schalies voor. De Dogger wordt vaak gekenmerkt door ijzerhoudende (dus bruine) zandige afzettingen met veel oölieten (dit zijn kleine bolletjes met concentrische structuur). In de Malm overheersen vaak lichtgekleurde kalken. Dit zijn uiter-aard algemeenheden.

De Duitse stratigraaf Quenstedt deelde elk van de eenheden Lias, Dogger en Malm in zes etages in, die hij aanduidde met Griekse letters: alpha, beta, gamma, delta, epsilon, zeta (de eerste steeds onderaan als oudste). In de Duitse onderverdeling volgt dan nog weer verdere opsplitsing door Romeinse cijfers en vervolgens weer door Arabische cijfers. De beroemde Ichthyosauriërs van Boll en Holzmaden komen bijvoorbeeld uit Lias epsilon II, 4. De Duitse indeling wijkt ook af van de hierboven weergegeven tabel, waar het de grens tussen Lias en Dogger betreft. Men onderscheidt daar, en met name ook in Luxemburg, tussen het Toarcien en het Bajocien nog een etage, het Aalenien (naar Aalen in Württemberg) die veelal als een overgangsfase tussen het overwegend mergelige Lias en het voornamelijk kalkige Dogger wordt gezien. Het ligt er maar aan in welke tijd deze overgang viel, wat voor de onderscheiden West-Europese landen uiteen loopt. Internationale erkenning heeft deze etage niet gevonden. Op grond van de Treatise, Arkell en anderen (literatuurlijst nr. 1 en 19) zal het Aalenien hier niet onderscheiden worden. Wat bij sommige Duitse en Franse auteurs Onder-Aalenien is, werd bij het Toarcien getrokken. De bovenste grens van het Toarcien ligt alzo boven de zone met *Pleydellia aalensis*.

het Noordelijk Halfrond lagen, naar men tegenwoordig aanneemt, dicht bijeen gegroepeerd in twee immense continentblokken. Tussen de Zuid- en de Noordcontinenten bevond zich een brede oceaan, de Tethys. Deze Tethys was een groot, langgerekt sedimentatiebekken, dat al in de Trias-periode bestond en dat ook in het Krijt

nog veel materiaal zou opnemen. Plaatselijk nog tijdens het Krijt, maar voornamelijk in het Tertiair zouden uit dit sedimentatiebekken, de z.g. geosynclinale, de Alpiene gebergteketsen oprijzen. Men neemt tegenwoordig wel aan, dat door de continentverschuivingen de Tethys zich geleidelijk versmalde en grotendeels dichtgedrukt werd, met grote tektonische gevolgen voor het Mediterrane gebied en voor Zuid-Azië. Het uiteendrijven van Europa en Afrika enerzijds en de beide Amerika's anderzijds zou in de Jura-periode een aanvang hebben genomen. Hoe men zich de ligging van de vastelanden in de "pre-drift"-situatie wel voorstelt toont kaart 1.



Kaart 1. De hypothetische ligging van de continenten en de Tethys tijdens de Jura. De pijlen geven de richting van het uiteendrijven der vastelanden aan. (Naar J. Veldkamp, Geofysica, Aula 20, 1974, uitg. Het Spectrum)

Tijdens de Jura waren er diepe zeeën in de gebieden waar nu de Atlas, de Pyreneeën, Alpen, Apennijnen, Karpaten, de Kaukasus, het Elbroesgebergte, de Himalaya, de Rocky Mountains en het Andesgebergte liggen. Voor zover uit de huidige situatie valt af te leiden bestonden de continenten uit de oude schilden en platformen, plus de gebieden van de Caledonische en Hercynische gebergteketsen. Om deze oude gebergten bevonden zich vele ondiepe shelfzeeën. Verscheidene daarvan lagen als bekkens tussen de oude, Hercynische massieven. In deze bekkens moet de daling beperkt geweest zijn. De dikte van de afzettingen is dan ook niet groot: in de orde van enige honderden meters of minder, tegen enkele duizenden meters in diepe geosynclinale gebieden. De sedimentlagen van de bekkens liggen doorgaans vlak, omdat deze bekkens niet tot tektonisch actieve gebieden behoorden. Wel komen er breuken voor en verschuivingen, ook licht geplooid en scheefgestelde lagen. Een belangrijke uitzondering op deze tektonische rust vormt het Jura-gebergte, dat door de onmiddellijke nabijheid van de Alpen wel geplooid werd. De in de geosynclinale afgezette pakketten werden naderhand wel sterk geplooid en zelfs verplaatst en ook vaak gemetamorfiseerd.

Bestonden er in de geosynclinalen, de diepe, langgerekte zeeën tussen continenten, verbindingen waardoor de fauna zich vrijelijk kon verbreiden, ook de shelfzeeën waren met elkaar door zeestraten verbonden, zij het niet doorlopend en niet steeds op dezelfde plaats.

De volgende epicontinentale Jurazeeën (shelfzeeën) zijn voor West-Europa belangrijk:

1. het Anglo-Parijse bekken. Dit omvatte (het Kanaal is van jongere datum) het gebied tussen de oude Westengelse massieven (Cornwall, Wales), het Armorikaans Massief (Bretagne), het Massif Central, de Vogezen annex Zwarte Woud en de Ardennen.
2. het Bekken van Aquitanië, met het Anglo-Parijse bekken verbonden door de Straat van Poitou. Het sloot via een straat tussen het Massif Central en de Montagne Noire aan op de Causses. In het zuiden, waar het onder Tertiaire bedekking schuilgaat, wordt het nu begrensd door de (Alpiene) Pyreneeën.
3. het Rhône-bekken werd in het zuiden begrensd door het Alpiene domein (Languedoc, Provence). In het noorden lag het gebied van het latere Jura-gebergte, dat wel tot de epicontinentale zone hoort, maar in Alpiene tijd geplooid werd. Met het Bekken van Parijs was het Rhône-bekken verbonden door een straat in de Côte d'Or.
4. het "Germaanse" bekken tussen het Zwarte Woud, Rijnleisteinplateau, Bohemen. Behalve het gebied van de Frankische en Schwäbische Alb (= Jura) besloeg dit bekken ook de omgeving van Hannover en Braunschweig, tot in Scania in Zuid-Zweden aan de rand van het Scandinavische schild toe. Dit bekken was plaatselijk zeer diep, zoals uit de gevonden gesteenten blijkt.

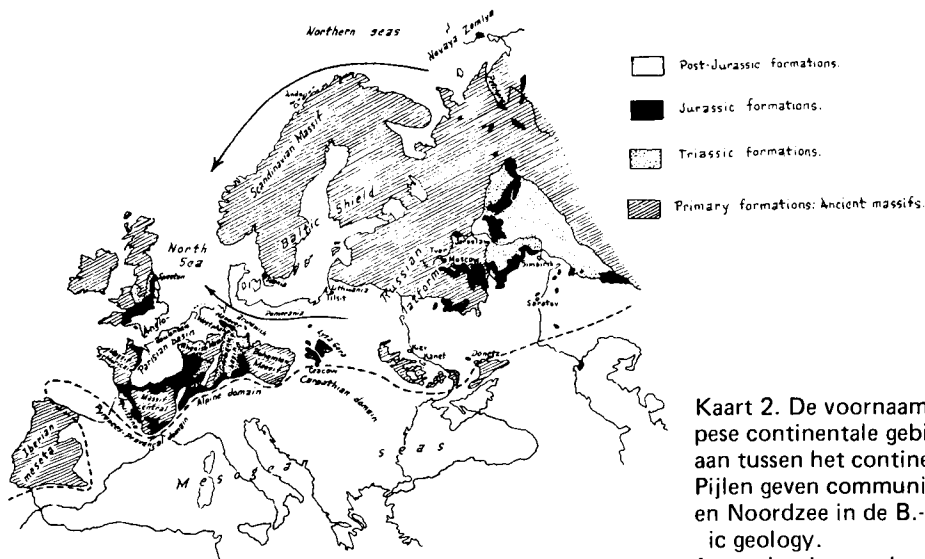
Behalve het "Germaanse" bekken waren de genoemde epicontinentale gebieden ook tijdens het Krijt en het Tertiair door de zee bedekt. Door opheffing van de randen komen aan de randen van de bekkens de oudste lagen aan de oppervlakte en zijn in het centrum jongere lagen voor erosie gespaard gebleven. De Jura-ontsluitingen liggen dan ook veelal in de periferie van de bekkens. De buitenwaartse begrenzingen zijn dus niet noodzakelijk de oorspronkelijke Jura-kusten. Ze zijn eerder door de erosie bepaald.

De ligging van de epicontinentale gebieden en de Zuid-europese geosynclinale (Tethys of Mésogée) blijkt uit kaart 2.

Faunaverschillen door facies en klimaat

We zagen al, dat door faciesverschillen de fossiele inhoud van gesteenten kan verschillen. Maar ammonieten hebben kennelijk in allerlei omstandigheden kunnen gedijen; ze komen in bijna alle soorten mariene afzettingen voor. De Phylloceraten en Lytoceraten worden echter voornamelijk in diepzeefacies gevonden. Dit zijn ammonieten, die als groep een zeer lange levensduur hadden, maar die weinig evolueerden. Het zijn dus milieu-indicatoren, geen gidsfossielen. Door hun aanwezigheid in het Tethysgebied blijkt, dat in deze zee abyssale omstandigheden voorkwamen, maar ook in de Causses en in het Germaanse bekken kan men ze vinden — ook daar dus diepzeecoördinaten. Fauna-uitwisseling kon blijkbaar vrij plaatsvinden. Verscheidene ammonietengeslachten zijn wereldwijd: Harpoceras en Dactyloceras in Portugal en Japan, om maar enkele uitersten te noemen, maar ook in Engeland, Normandië, de Causses en Duitsland, in de epicontinentale bekkens dus. Alleen wanneer er geen verbinding tussen een bekken en andere zeeën was kon er geen migratie zijn en ontstond er een geïsoleerde fauna.

Het klimaat schijnt aanvankelijk geen reden tot faunaverschil geweest te zijn. Al zullen de polen — waar die destijds ook gesitueerd waren — niet zo warm als de evenaar geweest zijn, toch heerste overal ten minste een gematigd klimaat. Ijstijdverschijnselen zijn nergens waargenomen. Gebieden die nu polair zijn hebben in hun bodem fossiele getuigen van een warm verleden. Als ijskap-



Kaart 2. De voornaamste Jura-voorkomens in het Europese continentale gebied. De stippelijjn geeft de grens aan tussen het continent in het N en de Tethys in het Z. Pijlen geven communicatiewegen tussen Russische zeeën en Noordzee in de B.-Jura. Naar M. Gignoux, Stratigraphic geology.
 formaties, jonger dan Jura
 Jura-formaties
 Trias-formaties
 Paleozoïsche formaties, oude massieven

pen ontbraken was de zeewaterstand destijds zeker hoger dan nu. Wanneer al het water vrijkwam, dat nu in gletschers en ijs geconcentreerd is, zou de waterspiegel met 60 m stijgen. Dit zou de grote uitbreiding van de zee in Juratijd gedeeltelijk kunnen verklaren.

Vanaf het begin van de Boven-Jura schijnen klimatologische invloeden meegespeeld te hebben in de faunaverschillen die toen gingen optreden. Een Russische zee of zeearm is toen een verbinding gaan vormen tussen de Noordatlantische zee en de Tethys. Van geografische isolering was van toen af aan geen sprake. Toch werden de fauna-verschillen groter, zo zelfs, dat vanaf het Mid-

den-Kimmeridgien geen overeenkomst meer bestaat tussen de noordelijke, boreale provincies en de zuidelijke, tropische. Er moest voor de Russische en Arctische gebieden zelfs een aparte etage gecreëerd worden: het Volgien. In NW-Europa was het toen Portlandien, gevolgd door een brak- of zoetwaterperiode, het Purbeck. In andere gebieden dan die waar het Volgien of Portland en Purbeck worden onderscheiden, zoals in het Alpiene gebied, heet de etage Tithonien. Goede klimaatindicatoren zijn, behalve de specifiek boreale en Tethys-ammonieten, de rifkoralen in de Boven-Jura.

Het Toarcien

Het Toarcien duurde van 182 tot 175 miljoen jaar geleden. Het is de hoogste etage van de Onder-Jura. We zagen al, dat de Onder-Jura, de Lias, ook Zwarte Jura heette. Inderdaad komt in veel Westeuropese gebieden het Toarcien als een donkere klei of schalie, mergel of kalk voor. Het schijnt, dat tijdens het Toarcien de zee in vele gebieden over het algemeen dieper was dan in de voorgaande Liastijden. Er zijn zowel epicontinentale als geosynclinale gebieden geweest. De zee had een grote uitbreiding, ook buiten Europa. Een overzicht van de Toarcien-voorkomens, samen met die uit de andere Lias-etages, geeft het wereldkaartje 3. Vooral in Frankrijk liggen vele Toarcien-voorkomens. De typesectie van de etage ligt bij Thouars, een plaats in Deux-Sèvres, ten Z van Saumur, op de rand van het Armoricaans Massief. De Toarcien-lagen liggen vaak aan de randen van de bekkens, maar kunnen ook door O.- en M.-Lias, Trias en Perm van de massieven gescheiden zijn. In volgende hoofdstukken zal nog een beschrijving van enkele Franse voorkomens volgen. Ook op ontsluitingen in Engeland, Luxemburg en Duitsland zullen we nader ingaan.

Kaart 3. De wereldwijde verbreiding van Liassische ammonietenfauna's. H = Hettangien, S = Sinemurien, P = Pliensbachien, T = Toarcien, TB = basaal Toarcien met Bouleiceras-fauna (Ethiopische provincie). Naar W.J. Arkell, Jurassic geology of the world.

