

Naar een vergelijkende Evolutietheorie

I. INLEIDING

Weinigen zullen ontkennen dat op biologisch terrein, na de synthese van paleontologie, genetica, en statistische bevolkingsdynamica (tijdens de laatste twintig jaar tot stand gekomen, dank zij onderzoekers als Fisher, Haldane, en zovele anderen), een hernieuwde evolutietheorie het meest algemene kader der biologische wetenschappen uitmaakt.

De theorie der levende stof is dus fundamenteel gebaseerd op de theorie der ontwikkeling der levende stof.

Tijdens diezelfde periode die het herdenken en moderniseren van Darwin's hypothese mogelijk heeft gemaakt, is de bioloog er zich tegelijkertijd van bewust geworden, dat de wijze waarop een systeem zich ontwikkelt, in belangrijk opzicht afhangt van de structuur van het systeem zelf. Hij is minder en minder geneigd om « evolutie » in het enkelvoud te schrijven, zelfs in het biologisch domein. De evolutietheorie van de levende stof wordt dus een vergelijkende evolutietheorie (1).

Wanneer dit echter het geval is, gaat een meer algemeen vraagstuk zich stellen : kan men spreken van evolutie in de inorganise wereld? Kan men

(1) Enkele teksten die zich in deze zin uitspreken zijn de volgende : « Pre-mendelian evolutionary theory arranged its facts and ideas under three main heads : variation, heredity and selection. This was necessary to clarify the generalized theorems of evolution — natural selection and consequent adaptation ; it is still necessary today. But today we can go further. Evolution can no longer be a matter of generalized theorems only : it is itself a major field of comparative study. The comparative study of the reagent—the varying, evolving organisme ; the comparative study of the medium—the graded fluctuating environment ; and the comparative study of their interaction—the processes of selection and their consequences : (pag 130, *Evolution the Modern Synthesis* — Allen and Unwin, 1942, door J. HUXLEY) ». Op pagina's 127 tot 130 van hetzelfde boek wordt in detail uiteengezet hoe de evolutievorm afhangt van de genetische systemen, van de bevolkingsstructuur, enz... De lezer zal onmiddellijk begrijpen dat de formulering zelf die hier door de schrijver naar voor wordt gebracht (vergelijkende studie van medium, reagents en hun interactie) een evolutietheorie mogelijk maakt die de grenzen van het organische te buiten gaat zowel in de richting van het inorganische als in de richting van het psychische of sociale. Natuurlijk zullen verschillende extra-polaties mogelijk blijken en verder in dit artikel zullen we, in functie van meer recente gegevens Huxley's veralgemeende evolutietheorie niet volledig kunnen aanvaarden.

ook spreken van evolutie in de cultuurgeschiedenis van de mens? Met andere woorden : als de evolutietheorie, in biologische regionen ontwikkeld, zichzelf begint te multipliceren en de afhankelijkheid van structuur en evolutie begrijpt, zal het dan niet even goed mogelijk blijken deze algemene en soepel uitgebouwde theorie toe te passen op andere gebieden der werkelijkheid?

Het evolutiebegrip had echter in het gebied der fysico-chemische wetenschappen langs de ene kant, en in het gebied van de cultureel-sociologische wetenschappen langs de andere kant een zeer verschillende geschiedenis gekend.

- a. de fysico-chemische wetenschappen waren tot voor zeer kort essentieel gericht op het ontdekken van algemene en tijdloze wetten, die alle systemen zouden beheersen. Ontwikkeling en geschiedenis van bijzondere systemen speelden een uiterst ondergeschikte rol (men hoeft slechts het belang van de algemene mechanica te vergelijken, met dat van cosmogonie of ontwikkelingsgeologie, om zich daarvan te overtuigen)
- b. op cultureel vlak, na een periode van artificiële toepassing van het evolutiebegrip op culturele fenomenen, aan het einde van de negentiende eeuw, toepassing die de eigen aard van deze fenomenen dikwijls over het hoofd zag, is een reactie ingetreden die juist de statische structuren en configuraties in de cultuurwetenschappen tot hoofdobject van studie nam.

In de fysico-chemische wetenschappen was dus het evolutiebegrip om zo te zeggen nog niet doorgedrongen, en in de culturele wetenschappen werd het, na een al te enthousiaste en simplistische doorbraak, met groot wantrouwen beschouwd.

Op eerste gezicht schijnt dan de mogelijkheid om een algemene vergelijkende evolutietheorie te ontwikkelen niet gemakkelijk te realiseren. Deze situatie begint zich nu echter, in de beide laatstvermelde gebieden, toch drastisch te wijzigen.

a. Nu de kernreacties bekend zijn, schijnt het mogelijk een theorie der sterrenevolutie op te bouwen, die samen met de door de relativiteitstheorie mogelijk geworden cosmogonie, een ontwikkelingstheorie van het heelal op experimentele basis mogelijk maakt. Ook de omzettingmogelijkheden van de elementen in elkaar maken een scheikundige geschiedenis van het heelal, naast een astronomische geschiedenis ervan, mogelijk. Dit alles draagt ertoe bij om de tegenstelling tussen wetswetenschappen en historische wetenschappen die sedert Rickert opgang maakte, te doen verdwijnen. Een van de meest op de voorgrond tredende astronomen en theoretische natuur-

kundigen van onze tijd (Carl von Weiszacker) heeft dan ook het idee van een algemene geschiedenis van het heelal naar voor gebracht ⁽²⁾.

b. langs de andere kant, in het gebied der cultuurwetenschappen, na de reactie tegen het genetisch gezichtspunt door het structuralisme gedragen, begint men nu juist te zoeken naar de structuren van de evoluties die aan de oorsprong van de onderzochte configuraties liggen. Vooral de archeologie, de economische geschiedenis en de dynamische sociologie zijn in dit opzicht voorgegaan ⁽³⁾.

(2) We verwijzen naar Carl von Weiszackers boek

We menen dat juist een vergelijkende evolutietheorie een belangrijke bijdrage kan leveren om de zo enorme kloof die bestaat tussen scheikundigen en natuurkundigen die de voor hen doelloze studie van het verleden als tijdverspilling (of interessant amusement) verwerpen, en geschiedkundigen die soms met minachting neerzien op de natuurwetenschappen als fundamenteel buiten de cultuur, te dempen. Het is interessant te bedenken dat de weerstand van biologen tegen orthogenese en de weerstand van historici tegen algemene ontwikkelingswetten op historisch gebied juist dezelfde reactie is; het is dus belangrijk dat in een vergelijkende evolutietheorie de multipliciteit der evolutievormen en richtingen juist onderstreept zou worden en dat de toenadering van evolutietheorie en geschiedenis juist langs de vergelijkende evolutietheorie zou gebeuren en niet langs een of andere poging om een speciale vorm van orthogenese met een speciale vorm van wijsbegeerte van de geschiedenis te verbinden.

(3) We willen hier slechts enkele werken vermelden als « Configurations of Culture Growth » (door A. L. Kroeber, University of California Press, 1944 eerste uitgave; tweede: 1963); Leslie White « The Evolution of Culture » (New-York, Mac Graw Hill 1959) en « The Concept of Evolution in Cultural Anthropology (in Evolution and Anthropology, 1959, uitgegeven door de Anthropological Society of Washington); Gordon Childe « What happened in History » (1942) geraadpleegd in Pelican Books; Sorokin's « Social and Cultural Dynamics » (New-York 1937, 4 delen) wordt hier slechts genoemd om zijn feitenrijkdom terwijl we vrezen dat het door zijn classificatieschema der culturen eerder tot de reeks Toynbee, Spengler, behoort dan tot de reeks Kroeber-White. Inderdaad we willen hier slechts enkele symptomen citeren van het actief doordringen van een evolutionistische gezichtspunt in de cultuurwetenschappen dat daar een vruchtbare symbiose aangaat met het traditionele historische gezichtspunt. We zouden ons doel niet bereiken als we Toynbee, Spengler of Sorokin als typisch daarvoor zouden nemen. We mogen echter in dit opzicht niet al te affirmatief spreken. Wanneer Kroeber in 1960 ter gelegenheid van het Darwin Centennial zijn artikel « Evolution, History and Culture » schrijft (Evolution after Darwin, vol II: The Evolution of Man, pag 1-16), zegt hij ons « Macrodynamic inquiry into culture is being conciously or directly pursued by few anthropologists and by few historians. (p. 14) en « when in my 1948 Anthropology, I revived the old problem of progress in culture and cited four ways at least in which progress seems substantiable by objective evidence, the reception was cool if not negative ». Maar ook Kroeber denkt dat het overwinnen van dit wantrouwen mogelijk zal worden door het ontwikkelen van een vergelijkende evolutietheorie « to be sure a property of accumulativeness widely and loosely attributed to culture is connected with the idea of progress; but we have lately begun to distinguish differences in the degree and kind of accumulation in different cul-

Maar het spreekt vanzelf, als in het biologisch gebied zelf de ontwikkelingsvormen en ontwikkelingsrichtingen vermenigvuldigd moeten worden, dat dit nog sterker het geval moet zijn als men in een werkelijk algemene evolutietheorie zowel fysische en scheikundige als culturele en sociologische systemen zou willen samenbrengen.

Zal men uit de studie van de biologische evolutievormen iets kunnen leren voor de studie van het astronomische, fysische en culturele en omgekeerd?

Zal er een algemeen ontwikkelingsbegrip kunnen bepaald worden waarvan de verschillende deelontwikkelingen die we hier naast elkaar stellen bijzondere gevallen zouden zijn?

In de wetenschappelijke situatie waarin we ons nu bevinden is deze probleemstelling zinloos op basis van de interne multiplicatie van het ontwikkelingsbegrip in de biologie, en op basis van het doordringen van het ontwikkelingsbegrip in andere disciplines. Dit is de motivatie die ons heeft geleid bij het schrijven van dit artikel.

Wanneer we echter in deze richting denken moeten we onvermijdelijk geconfronteerd worden met vroegere pogingen om een algemene evolutietheorie te ontwerpen. We denken hier bijvoorbeeld aan werken zoals deze van Spencer, Peirce, Bergson, Lalande, Teilhard de Chardin, Mayer, en vele anderen (4). Deze werken waarvan we de eruditie en scheppende verbeelding zonder voorbehoud bewonderen, hebben eveneens getracht om een algemene evolutietheorie op te stellen die zowel het culturele, als het fysico-chemische en biologische domein zou omvatten.

We menen echter te mogen vooropstellen dat ze allen juist in de richting gaan tegengesteld aan degene die ons persoonlijk vruchtbaar lijkt. Inderdaad, terwijl de hedendaagse biologie ons zowel wat ontwikkelingsmechanismen als wat ontwikkelingsrichtingen betreft, een uiterste multiplicititeit voorbrengt die toont hoe sterk de evolutievorm van de structuur die evolueert afhangt, trachten al deze schrijvers één enkele evolutielijn te ontdekken, die zich in alle domeinen zou doorzetten. De eenvoudigste vorm van deze hypothese vinden we zeker bij Spencer, Lalande, en Teilhard de Char-

tural fields and there is every reason to think that this problem too can be handled evidentially without loose thinking » (p. 15).

(4) We moeten hier denken aan Herbert Spencer « First Principles » (met de algemene evolutiewet geciteerd bijv. in kap. XVII ; aan André Lalande « Les Illusions Evolutionnistes », (Alcan 1930) ; aan François Meyer « Problématique de l'Evolution » (PUF, 1954) ; aan Henri Bergson « Evolution Créatrice » ; aan C. S. Peirce (Collected Works, Harvard University Press ; aan Teilhard de Chardin « Oeuvres, dl 3 « Vision du Passé » en dl 2 « —Apparition de l'homme » (ed du Seuil 1956 en 1957).

din ⁽⁵⁾. Bij Bergson en Mayer ⁽⁶⁾ vinden we weliswaar meer : de evolutie van de stof kent twee fundamenteel verschillende richtingen bij Bergson, en bij Mayer : terwijl de levende stof door één enkele ontwikkelingsrichting wordt gekenmerkt, is deze in haar totaliteit globaal tegengesteld aan de ontwikkelingsrichting van de inorganische stof. Maar het dualisme sluit nog steeds een fundamentele veronachtzaming in van de speciale ontwikkelingsvormen, door de vakwetenschappen ontdekt. Bovendien wordt zowel bij Meyer als bij Bergson de grotere multiplicititeit gekocht door een al te dure prijs (naar het ons voorkomt)

- a. bij Bergson wordt de ontwikkelingslijn beschreven met behulp van termen die in de wetenschappelijke woordenschat niet voorkomen (zijn creatieve tendenzen) ;
- b. bij Mayer wordt de verhouding van de verschillende ontwikkelingslijnen duidelijk gemaakt met behulp van uiterst gewaagde periferische hypothesen die juist niet in het centrum van de hedendaagse wetenschap liggen. (de hypothese van het oeratoom)

In een vergelijkende evolutietheorie, verre van de multiplicititeit der ontwikkelingsvormen te miskennen, zouden we ze juist door systematische vergelijking duidelijker naar voor willen zien komen. En verre van deze vergelijking te laten afhangen van ofwel niet wetenschappelijk, ofwel perifeer wetenschappelijke hypothesen, zouden we juist die vergelijking zo willen uitvoeren dat ook de specialist zichzelf nog herkent in de besluiten waartoe de wijsgeer komt.

We zouden dus een poging willen doen om aan te tonen dat op grond van een zo dicht mogelijk aansluiten bij de bekende ontwikkelingsreeksen, een algemeen vergelijkende theorie der ontwikkeling mogelijk is, die de vereenvoudiging vermijdt die werd begaan door de zoëven vermelde wijs-

(5) Spencer zoals bekend zegt ons dat de ganse werkelijkheid evolueert in de richting van grotere differentiatie van functies en systemen langs de ene kant, en van daarmee gelijklopende grotere integratie langs de andere kant. Lalande meent dat in Spencer's wet, de nadruk meer moet gelegd worden op de integratie die hij als unificatie en identificatie interpreteert (de differentiatie zou een ondergeschikt verschijnsel worden). Teilhard de Chardin neemt Spencer's wet over maar voegt er nog de verinnerlijking of spiritualisatie als ontwikkelingstendens bij.

(6) Bij Bergson vinden we een evolutie naar grotere creativiteit en plasticiteit bij de levende stof, en naar grotere uniformiteit en inertie bij de dode stof. Meyer neemt tenslotte fundamenteel dit dualistisch schema (dat Bergson en Meyer zo duidelijk tegenstelt aan onze vorige drie denkers : Spencer, Lalande en Teilhard) over, maar verbindt het met cosmogonische hypothesen : de levende stof evolueert naar meer en meer onwaarschijnlijke vormen, terwijl de dode stof naar meer en meer waarschijnlijke vormen evolueert en zodoende een totaal functie van de waarschijnlijkheid constant blijft (wat dan door Meyer met Lemaitre's hypothese over de heelalevolutie in verband wordt gebracht).

geren, waarvan het werk de inspiratiebron van dit artikel uitmaakt, maar waarvan we de fundamentele bedoeling zouden willen verwezenlijken op een manier die afwijkt van de door hen gekozen structuur.

Vooraleer tot ons eigenlijk projekt over te gaan, moeten we ons toch nog afvragen of de eigenlijk wijsgerige bedoeling van dit onderzoek nog wel bereikt kan worden als wij de methode volgen die we begonnen te schetsen (en die dus minder tot een eenvormige progressie kan besluiten).

We moeten inderdaad beklemtonen dat Spencer, Bergson, Teilhard zowel kennistheoretische, als metafysische en ethische doelen nastreefden :

1. Henri Bergson zegt ons, pag. VI van zijn « *Évolution Créatrice* » : « une théorie de la connaissance, qui ne replace pas l'intelligence dans l'évolution générale de la vie, ne nous apprendra ni comment les cadres de la connaissance sont constitués, ni comment nous pouvons les élargir et les dépasser. Il faut que ces deux recherches, théorie de la connaissance et théorie de la vie se rejoignent, et, par un processus circulaire, se poussent l'une l'autre indéfiniment ». De kennisevolutie, deel van de cultuurevolutie, moet dus worden gesitueerd in de algemene vergelijkende evolutietheorie. We mogen dus, willen we de doelen ons door de traditie gesteld, niet missen, er ons niet toe beperken de verschillende evolutievormen naast elkaar te laten staan. We moeten meer doen.
2. Wanneer een Teilhard (of de hem zo verwante Huxley) algemene ontwikkelingsrichtingen van het atoom tot de maatschappij willen ontdekken, dan hebben ze echter niet alleen een kennistheoretische, maar ook een ethische bedoeling : ze willen de zin van de ontwikkeling, waarvan we een deel uitmaken, opsporen, en vanuit deze zin onze doelen bepalen. We zijn systemen in beweging en willen weten waarheen we bewegen kunnen en waarheen niet. Het is zowel de norm als de vrijheidsgraad van de ontwikkeling die men wil achterhalen.

Eindelijk is het zoeken naar een algemene ontwikkelingswet voor de werkelijkheid natuurlijk ook een poging om op de vraag « waarom » een antwoord te vinden. Men tracht de nu bestaande toestanden te verklaren door te laten zien vanuit welke andere toestanden ze zich hebben ontwikkeld.

Kan onze vergelijkende evolutietheorie zulke grootse verwachtingen bevredigen ?

We zouden hier zeer genuanceerd willen antwoorden.

Als we door inductie de verschillende ontwikkelingsreeksen hebben opgespoord waarover we tot nu toe min of meer voldoende zekerheid bezitten, dan kunnen we de volgende drie bewerkingen uitvoeren :

- a. we kunnen de structuur van deze ontwikkelingsreeksen beschrijven (d.w.z., in eerste benadering : abstractie maken van de inhoud van het

zich ontwikkelend systeem om alleen de manier waarop de interne en externe betrekkingen zich in de loop van de evolutie gewijzigd hebben op te sporen);

- b. we kunnen vastleggen in welke structurele verhoudingen de verschillende zich ontwikkelende systemen tot elkaar staan (?);
- c. en we kunnen dan nagaan door welke transformaties deze ontwikkelingslijnen in elkaar ongezet kunnen worden (*en zo komen we toch tot een algemene de ganse werkelijkheid omvattende wetmatigheid, zonder echter verplicht te zijn geweest alle ontwikkelingen als bijzondere gevallen van een lineaire reeks te moeten beschouwen*).

Door extrapolatie van deze algemene transformatiewet is het dan mogelijk :

1. de ontwikkeling van de kennis
2. de ontwikkeling van de mensheid, en
3. de oorsprongsontwikkeling van de verschillende systemen te ontleden.

(7) In de biologie zelf kunnen we tenminste twee pogingen vermelden om de structuur van een evolutie zuiver formeel vast te leggen. We hebben ons aan deze pogingen geïnspireerd en willen dan ook niet nalaten ze hier te noemen. D'Arcy Thompsons beroemd boek « On Growth and Form » bevat een hoofdstuk « On the Theory of Transformations or the comparison of related Forms » (geciteerd uit een verkorte uitgave van het boek, door JT Bonner, Cambridge University Press, 1961) waarin evolutionaire reeksen voorgesteld worden als uit hun oorsprong afleidbaar door Cartesiaanse coördinatentransformaties. Hier hebben we natuurlijk een werkelijk formele karakterisering van de vorm van een evolutie. Medawar, zoals Bonner vermeldt, heeft doen opmerken dat deze transformaties moeilijk hanteerbaar zijn, en daarom verwacht Bonner veel van het beschrijven van zulke evolutiereeksen door andere meer algemene transformaties. In deel II van « Mathematical Biophysics : Physico-mathematical Foundations of Biology » ; Dogar Publications 1960, heeft N. Rashevsky (hoofdst. 29, 30 en 31, pp. 325-384) het volgend beginsel uitgewerkt dat juist in de richting van de door Bonner voorgestelde veralgemening gaat « the topological spaces or complexes by which diferent organisme are represented are all obtained from one or at most a few primordial spaces or complexes by the same transformation, which contains one or more parameters, to different values of which correspond different organisms » (326). We hebben hier natuurlijk veel grotere algemeenheid dan bij de studie van D'Arcy Thompson's cartesiaanse transformaties. Het is dan de taak van Rashevsky geweest om de juiste initiale grafen en de juiste restricties op de transformaties te vinden. We hoeven dit hier verder niet te bestuderen. Maar wel kunnen we zeggen dat, als we « de structuur van de evolutie » wensen te bestuderen, we juist voor (ook niet organische systemen) wensen aan te geven welke de relationele eigenschappen van de initiale grafen zijn, en welke combinatorische eigenschappen we aan de transformaties moeten opleggen om uit de initiale grafen de toestandsgraf en af te leiden die de latere toestanden van het systeem vastleggen. We willen weer voorkomen dat we zouden worden misverstaan : we menen dat de Rashevsky transformaties evenmin als d'Arcy Thompson's typisch zijn voor de kern van de hedendaagse biologie. We menen echter ook dat hun grondidee gezond is en juist zou moeten toegepast worden op de data die wel kenmerkend zijn voor de hedendaagse biologie.

We menen dat we op deze manier niet verzaken aan de bedoelingen die de wijsgeren die we citeerden hebben beziel, terwijl we nochtans veel groter waarborgen hebben dan zijzelf wat de exactheid van de algemene hypothese betreft (die natuurlijk veel complexer moet zijn dan de hunne).

Op drie punten moeten we vooral de nadruk leggen :

- a. Voor verschillende ontwikkelingen moeten we niet enkele maar vele reeksen hypothetisch beschouwen (zo bijvoorbeeld : wat de biogenese en de anthropogenese betreft, mogen we ons niet op een enkele hypothese vastleggen, maar moeten we juist nagaan wat hun vorm of structuur zou zijn, in de verschillende afwijkende hypothesen), en zodoende kan het dus mogelijk zijn dat ook onze algemene transformatieformule hypothetisch uitvalt (alhoewel dit niet een noodzakelijk gevolg is : het zou kunnen zijn dat de verschillende mogelijke overgangen van niet-mens tot mens, en van anorganisch tot organisch systeem de algemene vorm van ontwikkeling niet of weinig wijzigen) ;
- b. We moeten er zorg voor dragen het hypothetisch karakter van alle interpolaties en extrapolaties te onderlijnen en juist altijd met een pluraliteit van inter- en extra-polaties rekening te houden ;
- c. Reeds nu, vooraleer we beginnen, kunnen we verschillende ontwikkelingsreeksen, waarover we belangrijke informaties hebben, zo tegenover elkaar rangschikken dat duidelijk blijkt dat ze niet in elkaars verlengde liggen maar in veel ingewikkelder verhoudingen tot elkaar staan :
 1. de scheikundige evolutie en de sterrekundige evolutie zijn evoluties van dezelfde systemen, maar op verschillende grootteorde beschouwd ; hetzelfde kan gezegd worden over evolutie van gedrag en anatomische evolutie bij organismen ;
 2. de evolutie van sterren, van planeten (zoals de aarde) en van levende wezens, evoluties van verschillende delen van eenzelfde systeem (het heelal) waarvan de cosmogonie de ontwikkeling nagaat ;
 3. de evolutie van culturen is vergelijkbaar met de evolutie van functies van het phaenotype van diersoorten (en moet dus in de reeks van zulke evoluties worden ingesloten, en niet als verlengde van de structurele evoluties van soorten worden bestudeerd).

We hebben dus ontwikkelingen van één systeem, van delen van datzelfde systeem, van dat systeem op verschillende grootteorden, en van aspecten (functiepatronen) van systemen. Een juiste visie op de verhoudingen van de bestudeerde systemen in ontwikkeling zal het opsporen van de transformatieformule gemakkelijker maken.

Nadat we voor een aantal ontwikkelingen een structuurbeschrijving gegeven hebben, en een schets hebben gezocht voor de algemene transformatieformule, zullen we dan de vruchtbaarheid van onze methode toetsen aan de

opvattingen over progressieve ontwikkeling (die in de verschillende wijsgerige theoriën die we reeds hebben vermeld besloten liggen.)

Daarmee zal dan, hopen we, bewezen geworden zijn, dat het mogelijk is naar een algemene evolutietheorie te zoeken zonder zich aan onverantwoorde veralgemeningen over te geven.

II. DE STRUCTUUR DER EVOLUTIE : STATISCH-TYPOLOGISCH GEZIEN.

We zullen om methodologische redenen, evolutievormen bekijken in het biologisch gebied waar, zoals we in de inleiding reeds hebben gezegd, de evolutiegedachte de belangrijkste toepassing heeft gevonden. De eerste schets die we trachten te geven zal hierin bestaan : we nemen de standaardbeschrijving over, vooral op morfologische kenmerken gesteund, van de voornaamste dierstammen, en we nemen eveneens de genealogie over, voor deze stammen gegeven. We trachten dan, voor ieder niveau in deze ontwikkeling een structurele beschrijving te geven, en voor hun ontwikkeling in het algemeen een structuurformule.

We onderstrepen echter onmiddellijk dat deze opeenvolging van individuele typen juist niet het evolutief denken bereikt, dat integendeel zich bezig houdt met de dynamiek van populaties.

We willen echter, aan de hand van de ervaring die we opdoen bij de studie van deze reeks van « typen », het later gemakkelijker vinden reeksen van veranderende populaties structureel te beschrijven. De evolutie zal dan juist blijken te bestaan in de transformatie van transformatievormen (en op dit vlak zal een algemene vergelijking kunnen worden doorgevoerd).

Voorlopig kondigen we dit thema echter slechts aan, om er zeker van te zijn dat het voorlopig gebruik, hier van een pre-Darwiniaanse aanpak gemaakt, in zijn propedeutische betekenis zou worden gezien.

Onze tweede schets behoort eveneens nog tot het statisch-typologisch denken : ditmaal trachten we echter de structuur van functionele systemen, eerder dan van morfologische, te beschrijven, om de transformatieformule te vinden die ze in elkaar omzet.

A. *De Evolutie van Morfologische Systemen*

Ons eerste probleem is het volgende. We wensen voor de nu volgende reeks der hoofdafdelingen van het dierenrijk, telkens een tegelijk adequate en algemene structuurbeschrijving te geven. Eens we deze gegevens hebben

(8) We gebruiken voor de paragraaf die nu volgt Alfred Kuhn « *Algemene Zoologie* » Aula reeks 1960, en eveneens « *Das Stammesgeschichtliche Werden der Organismen und des Menschen* », Herder 1959 (vooral Franz Lotze « *Die Geschichte des Organischen Lebens* », p. 9-63).

(en we leggen er de nadruk op dat ze altijd het beschreven dier slechts in een gedeelte van zijn aspecten vatten zal) gaan we ze dan rangschikken volgens de genealogische volgorde die men ervoor veronderstelt. Aan de hand van deze genealogische volgorde wordt dan beproefd een structuur voor deze evolutie af te leiden.

Het gaat hier over de volgende reeks :

	1. Protozoa (eencelligen)	
	2. Spongia (sponsen)	
	3. Coënterata (holtedieren)	
	4. Parenchymia (parenchymatische wormen)	
<i>Meta-</i>	5. Nematoda (draadwormen)	} <i>Bilate-</i>
<i>zoa</i>	6. Articulata (gelede dieren)	
	7. Mollusca (weekdieren)	
	8. Echinodermata (stakelhuidigen)	
	9. Chordata (chordadieren)	
		<i>ralia</i>

Het onderscheid tussen protozoa en metazoa is duidelijk : de protozoa bestaat uit slechts één cel (hoe complex ze ook moge zijn) ; de metazoa bestaan uit meerdere cellen. Deze metazoa kunnen uit verschillende soorten cellen bestaan : ectoderm, endoderm, mesoderm, en kunnen verschillende systemen van holten daartussen vertonen. De soort 2 en 3 hebben een *centrale symmetrie rond een middelpunt*. Alle andere soorten (behalve een uitzondering in de echinodermata) zijn *bilateralsymmetrisch* : ze zijn dus gericht, gepolariseerd en symmetrisch ten opzichte van een vlak.

De spongia vormen een onvolledige bol, dus een *onvolledige multipele cyclus*, doorlopen met lineaire poren, terwijl de coënterata opnieuw uit *onvolledige multipele cyclussen bestaan, maar deze keer gedifferentieerd in verschillende weefselsoorten* (naast ectoderm en endoderm, ook mesoderm). De symmetrievormen ontwikkelen zich bovendien : de ene onderstam, die der cnidaria of neteldieren, is *straalsgewijs symmetrisch* (gelijkmatige verdeling rond een hoofdas) en die der ctenophora of ribkwallen is *biradiaal symmetrisch*.

We zouden natuurlijk geneigd zijn over de functies van deze structuren te spreken (de voedsel filtering door watercirculatie in de spongia ; de unieke holte die zowel voor voeding als voor uitscheiding dient in de coënterata), maar we willen dit voorbehouden voor onze volgende poging die de overgang tot het eigenlijk evolutionistisch denken zal daarstellen, door de structuur van de ontwikkeling van functionele systemen te beschrijven ; we hebben het hier dus enkel over de vorm.

Wanneer we nu naar de parenchymia overgaan, dan gaan we over naar bilateria. De parenchymia hebben langgerekte lichamen die de drie weef-

sels rond een interne darmholte verenigen, gesloten, behalve voor de mond en de vele excretieorganen (dus één macro- en vele micro-openingen, in een asymmetrische opname excretierelatie). Een geslachtssysteem en een zenuwsysteem is gedifferentieerd. Als we reeds een transformatie zouden beschrijven, dan zouden we zeggen : de parenchymia zouden uit coënterata kunnen ontstaan door sluiting van de interne holte, omzetting van de radiale in bilaterale asymmetrie en differentiatie van mesenchym en ectoderm in een geslachts- en een zenuwsysteem. Het is wel te verstaan dat we in deze paragraaf als structie maken van een werkelijk genetisch verband, maar enkel de aandacht vestigen op de *vorm* van een *mogelijke* overgang.

De *nematoden* zouden uit de parenchymia kunnen ontstaan door het vormen van een anus (concentratie van de n pronefridiën in een afvoerbuis) en door differentiatie van de huid (die een duidelijker epidermislaag vertoont).

De *articulata* hebben het lichaam in een reeks van segmenten verdeeld waarin telkens bepaalde organen voorkomen. Deze segmenten worden van elkaar door insnoeringen onderscheiden. Het signalisatiesysteem dat het zenuwstelsel is heeft eveneens segmentale structuur (touwladderzenuwstelsel). De *articulata* zijn de eerste dieren bij wie naast geslachts- en zenuwsysteem, ook het bloedvatensysteem ontwikkeld wordt. Bij de meeste stammen van dit uiterst belangrijk geslacht, bestaat een uitwendig cuticulaskelet (het skelet draagt de constante organisatie, en staat tegenover de meer veranderlijke organisatieaspecten).

De *mollusca* zijn als het ware de *lijnrechte tegenhangers van de articulata* : geen indelingen zijn uitgevoerd maar een sterke specialisatie van de bewegingsspijeren (voet) en bedekkingsfuncties (mantelplooi) gebeurt terwijl de ingewandszak van het hoofd wordt gescheiden. Terwijl de segmentatie van de *articulata* op lokaal plan gebeurt en tot een sterke differentiatie voert, gebeurt hier een samenballing en functionele differentiatie van enkele zeer weinig gedifferentieerde functies (voet, ingewandszak en bedekking).

De *echinodermata* verbinden radiale met bilaterale symmetrie (met een overwicht voor de radiale).

De *chordata* worden gekenmerkt door de bilateraal polaire ontwikkeling met inwendig skelet, opgebouwd volgens een as, de *chorda dorsalis*, die tevens het signalisatiesysteem bevat. Alhoewel we hier niet op de indelingen van de grote stammen ingaan mag wel worden opgemerkt dat de *vertebrata*, belangrijkste onderstam van de *chordata*, juist een segmentatie van de *chorda* laten zien, die vergeleken mag worden met de totaalsegmentatie van het lichaam bij de *articulata*.

Om nu de structuur van een evolutie duidelijk te maken is het belangrijk te laten zien volgens welke transformaties deze verschillende bouwplannen uit elkaar zouden kunnen ontstaan (we moeten hier weer meer dan een

hypothese weerhouden omdat de overgangen tussen de hoofdstammen van het dierenrijk eigenlijk nog onbekend blijven, terwijl de enige tamelijk duidelijke gegevens die we hebben evoluties binnen de hoofdstammen aangaan).

We zouden de volgende transformaties kunnen vermelden: 1. Iteratie (protozoa-metazoa); 2. vermenigvuldiging van relaties tussen geïtereerde elementen (twee soorten relaties — n soorten relaties); 3. instellen van n cyclise relaties; 4. onderbreken van cycli en verbinding met relaties; 5. iteratie van cycli en ordening van de geïtereerde cycli; 6. ordening van deel-systemen van cycli; 7. iteratie van geordende cyclireeksen; 8. differentiatie van constante en variable termen, en duplicatie van totaal organisatie gepaard met opheffing van scheiding voor geïtereerde cycli in een van de twee duplicata. De lezer zal er zich rekenschap van geven dat in 7 de articulata gezocht worden en in 8 de chordadieren.

We beweren niet dat alle structurele kenmerken van de evolutiereeks die we beschreven hebben in deze opeenvolging van bewerkingen uitgedrukt kan worden. De mollusca bijvoorbeeld zijn erin afwezig. Als we echter (ons herinnerend dat de annelida duidelijk structuren vertoonden die aan de mollusca herinnerden) na 6 (stadium van de nematoden) een bewerking inschakelen die erop neerkomt grensrelaties in te voeren, en eveneens met delen van de structuuroperatoren te verbinden die de relaties van de structuur met externe structuren wijzigen, dan komen we tot een bewerking die de mollusca benadert.

We zien nu dat het mogelijk is tenminste een deel van de ingewikkelde opeenvolging der diervormen uit te drukken. Het blijkt bijvoorbeeld dat de twee bewerkingen,

- a. de lineair geordende cyclussenreeks te vermenigvuldigen (bewerking die tot de articulata brengt), en
- b. de lineaire ordening te verdubbelen en de multipliciteit ervan te verhogen door de chorda, structurele tegenhanger van lineaire polariteit, te introduceren,

twee bewerkingen zijn die in uitgesproken verschillende richtingen liggen (wat ook evolutief wordt uitgedrukt door het feit dat de eerste bewerking de meest geëvolueerde soort der protostomia oplevert terwijl de tweede bewerking de meest geëvolueerde soort der deuterostomia verschaft). Nu is deze embryologische tegenstelling tussen deuterostomia en protostomia vergelijkbaar aan een tegenstelling tussen soorten die in hun ontwikkeling een permutatie doorlopen en soorten die in hun ontwikkeling geen permutatie doorlopen. Bij de eerste inderdaad blijft de oermond de definitieve mond, terwijl dit bij de tweede niet het geval is.

Hebben we nu echter wel het recht om de complexiteit van de levende werkelijkheid op zulke grove en eenzijdige manier te vereenvoudigen?

We hebben dat recht omdat wat we hier doen niets meer is dan een verder doorvoeren van wat de bioloog zelf doet als hij de verschillende diervormen in structurele termen beschrijft (alleen trachten we hier systematisch door te voeren wat de bioloog slechts gedeeltelijk doet : bij hem worden steeds opnieuw functionele kategoriën met structurele kategoriën in de beschrijving van een diersoort verbonden, en hoe onwennig onze manier van beschrijven de vakman ook zal aandoen, toch komt ze erop neer een van de twee beschrijvingswijzen die hij zelf reeds aanwendt, zonder hybride mengvormen puur te gebruiken).

Misschien mogen we nogmaals onderstrepen dat niet de minste orthogenetische bedoelingen toegeschreven mogen worden aan onze manier om de werkelijkheid op abstracte modellen af te beelden.

We menen integendeel dat uit de gegeven beschrijving bijna duidelijk blijkt *dat ieder van de grote bouwplannen : de multipel cyclise, de lineaire, de samengestelde lineaire (globaal of gesegmenteerd) eigen transformaties zijn die verschillende richtingen vanuit de eenvoudigste bouwstenen gehelen oprichten.*

Niets verplicht ons echter op het niveau waarop we ons nu bevinden te blijven staan. We kunnen twee verschillende aanvullingen bij het voorlopig bereikte resultaat trachten bij te voegen :

- a. we kunnen trachten de ontwikkeling binnen de grote stammen na te gaan, om ook daar een structurele beschrijving voor te vinden ;
- b. we kunnen trachten de verschillende bewerkingen die we hebben voorgesteld voor de hoofdontwikkeling, zelf als een reeks bijzondere gevallen van meer algemene bewerkingen op te vatten die dan de totaalontwikkeling wel kunnen laten zien als een gerichte eenheid (maar in het laatste geval moet de voorgestelde formule toch zo gedacht worden dat de verschillende toepassingen van de algemene formule mogelijk blijven).

A. 1 De Ontwikkeling binnen de grote Stammen :

De twee algemene groepen waarin het belangrijkste zou zijn de ontwikkelingslijnen te vergelijken zijn natuurlijk de articulata en de chordata.

De ontwikkeling van de articulata kan misschien in grote lijnen het eenvoudigst beschreven worden.

De annelida, eerste onderstam, worden gekenmerkt door de homonome segmentatie : bijna alle segmenten zijn wat grondplan betreft gelijkwaardig. De arthropoda vertonen daarentegen twee fundamenteel nieuwe kenmerken :

- a. heteronome segmentatie, en
- b. ontwikkeling van organen die specifiek de verhoudingen met de buitenwereld tot object hebben (en eveneens gesegmenteerd zijn).

Voor de crustacea zijn typisch drie geledingen, en de ontwikkeling van slijptpoten ; de arachnoidea worden gekenmerkt door twee geledingen

(cephalothorax), en door het sterk ontwikkelen van de extremititeiten die eigenlijk het duidelijkst het type karakteriseren.

De onychophora zijn een overgangsvorm van annelida tot tracheata. De tracheata hebben tracheantennen aan het hoofd en worden gekenmerkt door de mandibulen en maxillen. Het ontwikkelen van vleugels bij de pterygota en de metamorfocycli kenmerken deze laatste onderstam.

De ontwikkeling, structureel gezien, gaat dus tegelijk van homonoom naar heteronoom, en van multipel naar gereduceerd (waarbij dan de ontwikkeling der extremititeiten en antennen tegenhangers blijken te zijn der lichaamsontwikkeling).

Structureel kunnen we de extremititeiten als systeemdelen met grote variabiliteit ten overstaan van andere systeemdelen en van buitenwereld (dus als overgangssystemen) kenmerken. We hebben ze reeds in verschillende vormen bij de vorige reeks gehad.

De ontwikkeling der chordata kan eerder gekenmerkt worden door de ontwikkeling van bewegings- en voortplantingssystemen (en moet dus eigenlijk beschreven worden met behulp van een ontwikkelingsgeschiedenis van de functionele systemen, die ze kenmerken ⁽⁹⁾).

A. 2 Algemene Transformaties :

De methode die we hier gebruikt hebben om de structuur van een evolutie op te sporen bestond er dus in, statische doorsneden te maken voor ontwikkelingsperiodes van geïsoleerde individuen der evoluerende systemen. We willen nu laten zien dat deze aanpak inderdaad ons doel dient, door dezelfde methode toe te passen op een volledig verschillende reeks van systemen om dan de evolutievorm van deze reeks te vergelijken met de evolutievorm van de reeks die we daarjuist onderzochten. Op deze manier zoeken we algemene transformaties.

We kiezen als voorbeeld Hubble's indeling voor melkwegstelsels. We weten natuurlijk dat de evolutionistische interpretatie van deze indeling nog niet zeker is. Dit hindert ons hier echter niet omdat het ons, in deze eerste afdeling, nog niet om te doen is de werkelijke ontwikkeling te vatten, maar enkel om op bijzonder eenvoudige voorbeelden enkele van de mogelijkheden en van de moeilijkheden van de gebruikte methode te schetsen. Onze bedoeling moet dus in vier stadia worden gerealiseerd :

(9) Het is niet onbelangrijk hier te onderstrepen dat het bouwplan der chordata niet fundamenteel verandert van vis tot amfibie, van reptiel tot vogel en zoogdier ; een paleontoloog zoals Teilhard, die de macroevolutie vooral ziet in de overgang van deze chordata-klassen in elkaar, ziet eigenlijk meer functionele aanpassingen aan het milieu dan fundamentele structuurwijzigingen. Om deze reden is het dat we dit onderwerp hier niet verder behandelen.

- a. we moeten een structurele beschrijving geven van de verschillende melkwegvormen ;
- b. we moeten een structurele beschrijving geven van de evolutievorm ;
- c. we moeten een structurele beschrijving geven van de verhouding tussen de evolutievorm van de dieren en van melkwegstelsels ;
- d. we moeten een interpretatie zoeken voor deze onderlinge verhouding (eventueel in een hypothese over de evolutie van gemeenschappelijke delen of gemeenschappelijke gehelen).

a. ⁽¹⁰⁾

Hubble deelt de melkwegstelsels in drie grote klassen : de elliptische melkwegstelsels (waarbij de bolvormige horen) ; de normale spiralen, en de doorstreepte spiralen.

We kunnen de bolvormige melkwegstelsels structureel op verschillende manieren beschrijven :

- a. ofwel als eenvoudig geordende reeks van cyclische betrekkingen (we noemen een betrekking cyclisch wanneer haar n -de macht reflexief is, en haar vorige machten het niet zijn) ;
- b. ofwel een cyclisch geordende reeks van ordeningen.

De eerste beschrijving is meer adequaat. De overgang van bol naar ellipsvorm wordt dan een ongelijkmatig verhogen (voor de verschillende relaties) van de relationele macht die tot reflexiviteit brengt.

De normale spiralen worden dan structureel geordende reeksen van cyclische betrekkingen, gevolgd door geordende reeksen van quasi cyclische betrekkingen (betrekkingen waarvan de hoogste machten niet volledig meer reflexief zijn, maar die, als nog r machten zouden worden bijgevoegd, reflexief zouden zijn. Dat dit voor betrekkingen en hun conversen in gelijkmatige wijze zich verwijderend van de volledige cycliciteit, het spiraalkarakter uitdrukt, kan men nagaan door de ruimtelijke betrekkingen van continuïteit te vervangen door arbitraire betrekkingen). In de reeks der normale spiralen worden de cyclische betrekkingen steeds kleiner in aantal, worden de betrekkingen, die eenzelfde graad van quasi-cycliciteit bezitten, steeds kleiner in aantal en wordt de benadering tot de cycliciteit steeds zwakker.

De doorstreepte spiralen bestaan uit een lineair geordende reeks van elementen (of in betere benadering : een reeks van zulke reeksen), verbonden

(10) We ontleen de hier gebruikte gegevens aan « Evolution of stars and galaxies » (Harvard University Press, Cambridge 1963, door Walter Baade, uitgegeven door Cecilia Payne-Gaposchkin). De bolvormige nebulae worden E₀, de meer en meer afgeplatte ellipsen gaan van E₁ tot E₇. De normale spiralen heten S_a tot en met S_c ; de doorstreepte spiralen S_{Ba} tot en met S_{Bc}. (zie op cit, p. 14).

met een reeks quasi-cyclische betrekkingen die van de extremen van de lineaire reeks vertrekken.

b. We kunnen nu, naargelang we de evolutie met de elliptische of met de spiraallevels doen vertrekken, verschillende evolutiewetten formuleren.

De evolutie van Eo tot Sc is zeer eenvoudig : verhoging van cycliciteitsgraad, overgang tot quasi-cyclussen, en reductie van cycliciteitsmaat.

De evolutie van Eo tot SBc is minder eenvoudig maar eveneens begrijpelijk : overgang van cyclische tot lineaire ordening, vergezeld van overgang van cycliciteit tot quasi-cycliciteit, en verder versterking van het quasi-cyclisch karakter, ten nadele van het lineair karakter.

Als we de omgekeerde weg volgen gaan we integendeel van quasi-cyclus naar cyclus, direct of complex (door een verbinding van quasi-cyclischen lineair).

Het is dus duidelijk dat we in de structurele beschrijving van de systemen een middel vinden om een ontwikkelingsvorm te bepalen.

c. En nu komen we tot het essentiële punt : het vergelijken van de ontwikkelingsvorm van melkwegstelsels met de ontwikkelingsvorm van diersoorten.

De lezer mag er zich niet over verbazen dat in onze poging om zulke ver van elkaar afstaande systemen vergelijkbaar te maken, we de vorm van deze systemen in uiterst abstracte taal moesten uitdrukken.

Deze poging blijkt inderdaad resultaten op te leveren, want de vergelijking dringt zich nu eigenlijk op.

De ontwikkeling van het dier gaat ongetwijfeld van een cyclische naar een lineaire ordening, en gaat ongetwijfeld de richting van een sterke differentiatie (ofwel segmenteel in de articulata, ofwel door de ontubbeling van het intern skelet in de chordata), terwijl de ontwikkeling van de melkwegstelsels ongetwijfeld (als ze in het Hubble-diagram verloopt, en wat ook de richting weze waarin men de evolutie zien moet) niet naar lineaire vormen gaat en in de middenstadia meer differentiatie (schijf en spiraalvormen) aanwijst dan in de eindvorm (ofwel alleen schijf-bol, ofwel alleen spiraalarmen). De ontwikkeling gaat hier in de richting van cyclus of quasi-cyclus. We mogen dus eigenlijk, de twee ontwikkelingen samennemend, het volgende zeggen : dat het heelal systemen bevat (melkwegstelsels) die zowel spatiaal als temporeel veel grotere gebieden in beslag nemen dan de deelsystemen (levende wezens) waarmee we ze vergelijken, en die wat hun ontwikkeling betreft van het heterogene naar het homogene gaan, en steeds in de richting van cyclus of quasi-cyclus evolueren, terwijl de veel kleinere (zowel wat tijd als wat ruimte betreft) deelsystemen die de dierlijke levende wezens zijn, integendeel in de richting van het gedifferentieerd lineaire evolueren.

We moeten ons er natuurlijk van bewust zijn dat deze opmerking slechts uiterst weinig weergeeft van de structurele beschrijving die we van deze twee ontwikkelingsvormen hebben gegeven, terwijl de structurele beschrijving van de ontwikkelingsvorm zelf weer slechts een klein deel bevatte van wat de ontwikkelingsvorm zelf inhoudt.

We zouden natuurlijk uit deze tegenstelling iets kunnen trachten af te leiden. Maar de lezer zal begrijpen dat zulke afleiding uiteraard ongewenst is. We hebben namelijk zoveel tussenstadia tussen deze twee afwijkende stelseltypen onbesproken gelaten (sterrenevolutie, de interactie tussen sterrenevolutie en melkwegstelselsevolutie, scheikundige evolutie, planetenevolutie, enz.) dat het nog niet nuttig zou zijn nu reeds na te denken over het totaalbeeld.

En bovendien — deze overweging heeft voor ons nog het meest gewicht — we hebben het eigenlijk evolutief denken nog niet bereikt. We wilden hier alleen de mogelijkheid illustreren om zeer uiteenlopende vormen wat hun ontwikkelingsweg betreft structureel met elkaar te vergelijken. We mogen het echter bij het naast elkaar leggen van abstracte typen niet laten. We moeten werkelijke veranderingen, krachten en causaliteiten als delen van evolutiesystemen naast elkaar stellen en de evolutie van anorganische en culturele systemen dan werkelijk vergelijken met de centrale ideeën van de biologische evolutieleer.

Om de overgang naar de eigenlijke evolutietheorie voor te bereiden, bestuderen we nog kort de evolutie van functionele systemen.

B. De Evolutie van functionele systemen.

We hebben in de paragraaf die voorafgaat een poging gedaan om de structuur van de evolutie op te sporen door in evolutiereeksen de statische doorsneden die we door het evoluerend systeem op een bepaald ogenblik maken konden na elkaar te beschouwen.

We voelden dat dit een te statische aanpak was, en zullen dus zo dadelijk naar een meer dynamische visie overgaan.

Maar we kunnen deze statische visie toch nog verrijken door de evolutie der functionele systemen van het levend wezen te ontleiden.

We kunnen namelijk de verschillende functionele systemen van het levend wezen in een algemene systementheorie zo beschrijven, dat we ook voor niet-levende wezens analoge functies kunnen opsporen (bijv. voor planeten, sterren, culturen), en we kunnen dan de evolutietheorie nemen.

(11) Deze verschillende functies zijn de functies die in Rashevsky's graph voor een minimaal organisch systeem noodzakelijk voorkomen. Zie nota 7.

Wat ons dan bijzonder moet bezig houden is wel het gelijktijdig en in interactie met elkaar evolueren van deze functionele systemen op verschillend niveau.

Eens we deze functionele systemen algemeen evolutie-theoretisch beschreven hebben, kunnen we ze dan in verbinding stellen met de analoge functionele systemen in andere totaliteiten (anorganische en culturele).

Hier willen we verwijzen naar François Meyer: « *Problématique de l'Évolution* » (zie nota 4). Meyer, na in verschillende hoofdstukken de onzekerheden van de paleontologische reconstructie, en van de causaal genetische verklaring van de evolutietheorie te hebben onderlijnd, (meer dan nodig is, misschien zelfs) onderstreept dat als op één grootniveau geen regelmatigigheden te ontdekken zijn, het steeds aanbeveling verdient op een ander grootniveau regelmatigigheden te zoeken. Hij stelt dus voor een « *phénoménologie positive* » (blz. 90) van de evolutie op te stellen die de macro-ontwikkelingen als op elkaar volgende verschijnselen vat en beschrijft om ze dan als zodanig te begrijpen en weer te geven. Meyer onderstreept (p. 83) dat de aangepaste perspectieven om een globale historische ontwikkeling zoals de biologische evolutie te bestuderen, juist globale perspectieven moeten zijn, die zich niet op micro-overgangen uitsluitend concentreren.

In zijn tweede deel ontwikkelt Meyer dan ook een « *Phénoménologie de l'Évolution* ». Het standpunt van zulk een « *Phénoménologie de l'Évolution* » is juist het standpunt dat we ook al in de vorige paragraaf, op zuiver morfologisch vlak, reeds hebben ingenomen. We zullen echter in latere paragrafen tonen dat een vergelijkende evolutieleer ook mogelijk blijkt als men juist in de micro-transformaties, met de huidige evolutieleer, het essentiële van de evolutie zien wil. We willen echter in de huidige paragraaf inderdaad een poging doen om naar een positieve macro-fenomenologie te streven.

In zijn « *Problématique de l'évolution* » tracht Meyer dan een verklaring te vinden voor de macro-evolutie die hij in zijn tweede deel beschreven heeft. Nadat hij de cybernetische, en de thermodynamische verklaring heeft verworpen, neemt hij dan het besluit om een cosmologische verklaring voor te stellen, die de evolutie van het leven in verband brengt met de evolutie van het heelal. De verhouding die hij zo invoert brengt de biologische evolutie in verband met één enkel ontwikkelingsmodel van het heelal (het uitdyend heelal). Onze aanpak is fundamenteel analoog aan de aanpak van Meyer doordat ook de biologische evolutie in verband hebben willen brengen met alle overige evolutievormen, en doordat wij ook een macro-phenomenologie als noodzakelijk beschouwen.

We moeten echter de volgende essentiële divergenties vaststellen:

a. Meyer wil zijn macro-evolutie opnieuw zuiver kwantitatief zien als het groeien van een aantal kwantitatieve veranderlijken. Op blz. 111 lezen

we bijvoorbeeld « si l'on convient d'exprimer l'évolution, dans sa plus grande dimension temporelle, comme variation de certaines grandeurs en fonction du temps, le problème se pose de savoir quelles sont ces grandeurs d'évolution et par quelle méthode il convient de les définir ». En dit is de inleiding tot zijn phenomenologie van de evolutie! *We menen daarentegen dat we de evolutie minder als kwantitatieve toename van een aantal veranderlijken moeten beschouwen dan wel als de opeenvolging van een aantal structuren, opeenvolging die zelf een structuur heeft.* We zullen na de grote functionele structuren vergeleken te hebben nog voldoende kunnen inzien waarom we deze mening zijn toegedaan.

- b. Meyer vat opnieuw de kwantitatieve verandering van al zijn variabelen samen in de kwantitatieve verandering van één enkele: de toename in onwaarschijnlijkheid van het evoluerend systeem (anders gezegd: de toename van zijn organisatiegraad). Deze unieke kwantitatieve veranderlijke tracht hij dan in verband te brengen met microscopische (quantum veranderlijken) en cosmische veranderlijken. (constant houden van de totale waarschijnlijkheidsspreiding, door verhoging van onwaarschijnlijkheid van deelsystemen concomitant met verhoging van waarschijnlijkheid van het totaalsysteem). Deze verbinding die een levend systeem echter in verbinding en zelfs compensatieverhouding brengt met totaal andere systemen op volledig verschillend niveau slaagt echter zeer moeilijk, (omdat het over volledig andere grootteorden gaat). Moest Meyer integendeel geen zuiver kwantitatief-atomistische beschrijving van het evolutief gebeuren gegeven hebben, maar een meer kwalitatief structurele beschrijving, dan zou het gemakkelijker geweest zijn een verband tussen ontwikkelingen op volledig verschillende grootteorden te vinden (omdat dit verband deze keer geen kwantitatieve compensatieverhouding zou moeten zijn). We zullen juist trachten voor een kwalitatief structurele opvatting van het evolutiegebeuren zowel van leven als van cosmos, hetzelfde doel te bereiken als Meyer voor een kwantitatieve opvatting nastreeft. We menen trouwens dat we zodoende tegelijk meer trouw blijven:

- a. aan de complexiteit der totaalfenomenen (die we hier niet eerst kwantitatief en dan probabilistisch samenvatten),
- b. en aan de bedoeling een werkelijke « phenomeno-logie » (met nadruk op logos) te bereiken.

We beginnen nu door een algemene interpretatie te geven van de verschillende functionele systemen die we in de levensontwikkeling moeten volgen.

We stellen in het lichaam van een levend dier de volgende processen vast:

- a. opname van vaste en vloeibare stoffen (voedsel en drank) binnen de lichaamsruimte;

- b. vertering (omzetting van deze stoffen in lichaamsdelen, ofwel behoudsstoffen, ofwel energie, onmiddellijk of middellijk verbruikt);
 - c. transport binnen het lichaam;
 - d. opname van gassen;
 - e. uitstoting van vaste stoffen, vloeistoffen en gassen (de warmteproductie is in wezen energieproductie)
 - f. beweging van het dier ten opzichte van de buitenwereld;
 - g. prikkelverschijnselen in functie van toestanden en toestandveranderingen in de buitenwereld;
 - h. overbrenging en transformatie van informatie: zenuwstelsel.
- Algemeen kunnen we voor ieder systeem het volgende zeggen:
- a. het systeem kan zijn betrekkingen tot de buitenwereld wijzigen; zonder zichzelf te wijzigen: beweging (dit kan voor systemen in hun geheel of voor deelsystemen ten opzichte van elkaar en ten opzichte van buitenwereld worden gedacht);
 - b. het systeem kan zichzelf wijzigen zonder interactie met de buitenwereld of in en door interactie met de buitenwereld.

Hier hebben we het over wijzigingen die in interactie met de buitenwereld verlopen en de algemene structuur bewaren (de twee andere soorten interacties worden juist in andere hoofdstukken van de evolutietheorie behandeld);

- b1. het systeem neemt delen van de buitenwereld in zich op;
- b2. het systeem transformeert deze delen van de buitenwereld in delen van het systeem of in actuele of potentiële (later uitgevoerde) bewegingen;
- b3. het systeem verplaatst deelsystemen;
- b4. het systeem scheidt delen van zichzelf uit in de buitenwereld;
- b5. het systeem neemt informatie op en verwerkt ze.

We hopen dat de lezer inziet dat alle veranderingen die we hier voor levende systemen beschouwen ook voor sterren, planeten, groepen en culturen bestudeerd worden. (alhoewel ze niet overal hetzelfde belang hebben).

Ze vinden dus een plaats in de algemene evolutietheorie; het is niet toevallig dat deze hoofdstukken in de biologie afzonderlijk moeten behandeld worden (alleen voor het informatie-opnemen en verwerken is het aan ernstige discussie onderworpen of niet-levende systemen informatie opnemen en verwerken; maar ook zelfs daar is het moeilijk te ontkennen dat ze dat in zekere mate doen).

Zoals we zoëven hebben onderlijnd doen we ons best om juist de interacties van de evolutie van deze verschillende systemen te doen uitkomen, na de vorm van de afzonderlijke evoluties te hebben doen opmerken. Het is ons onmogelijk de evolutie van alle functionele apparaten na te gaan. We beperken ons tot vier:

A. De evolutie van de voedselopname kan als volgt worden geschetst : (Kuhn, 134)

- a. het voedsel wordt met zijn milieu opgenomen en intern ervan gescheiden (sponsen, buiswormen, mossels) ;
- b. het voedsel wordt massief opgenomen, en daarna gedeeld en verteerd (mechanische en chemische bewerkingen, beiden intern : de verslinderspolypen, medusen, slangen) ;
- c. het voedsel wordt eerst chemisch bewerkt en dan opgenomen ;
- d. het voedsel wordt eerst mechanisch bewerkt en dan opgenomen (het tandenstelsel is zo belangrijk algemeen systeemtheoretisch gezien omdat het de deelsystemen die de samenstelling van het voedsel mechanisch veranderen, zijn : zelfs het begrip « tand » heeft dus een algemeen systeemtheoretische tegenhanger).

De vorm van de evolutie van het opnemingsmechanisme is dus als volgt (indien we deze reeks als een ontwikkelingsreeks beschouwen, want — en dit is belangrijk — dezelfde functionele procédés komen in vele zogenaamd minder en zogenaamd meer geëvolueerde soorten voor) :

van minder naar meer kwantitatieve en kwalitatieve transformatie vóór opname, en van minder naar meer selectiviteit in de opname (of juist de kwalitatieve transformatie in de opname niet minder belangrijk wordt door de selectiviteit en of daarom het twee maal optreden van het chemisch moment niet vervangen wordt door het eenmaal optreden ervan is nog niet duidelijk uit te maken).

De andere voorname evolutie in dit apparaat gaat van autotroof naar heterotroof : inplaats van zich direct met anorganische stoffen te voeden, voedt het organisme zich reeds met organische stoffen. Het is zeker niet mogelijk te zeggen dat een evolutie van of naar het statuut van omnivoor vast te stellen valt. We hebben deze twee laatste feiten vermeld omdat men al te gemakkelijk zou kunnen denken dat op de evolutie van dit apparaat de klassieke formule : van zwakkere naar sterkere differentiëring ; en van kleinere naar grotere autonomie toegepast zou kunnen worden. In werkelijkheid is dit niet het geval, anders zou juist de ontwikkeling in de richting van de autotrofie (onafhankelijkheid) en weg van het omnivoor karakter (specialisatie) moeten gegaan zijn. In werkelijkheid mag van zulke reeks geen gewag gemaakt worden.

B. Wat nu de transformatie van de voedseldelen in eigen systeemdelen betreft (wat afbraak en andersgerichte heropbouw veronderstelt) is de evolutievorm zeer eenvoudig : *van interne vertering (de transformatie heeft in de cellen zelf plaats) naar externe vertering (de transformatie heeft in het lichaam maar buiten de lichaamscellen plaats ; deze laatsten verkrijgen daardoor grotere stabiliteit) en van ongedifferentieerde uitvoering van alle schei-*

kundige bewerkingen tegelijk naar gestratificeerde uitvoering in verschillende delen van het darmkanaal. We willen doen opmerken dat de evolutie van het afbraak- en opbouwsysteem sneller en duidelijker gegaan is, dan die evolutie van het opnamesysteem (men kan dus geen duidelijke synchronie vaststellen).

- C. Wat het stoftransportsysteem betreft gaat de ontwikkeling als volgt :
- a. van cel tot cel (geen algemeen mechanisme) ;
 - b. met behulp van gespecialiseerde cellen zonder afzonderlijk systeem ;
 - c. met behulp van lege ruimten ;
 - d. met behulp van de verteringsruimte (sponsen, holtedieren en platwormen) ;
 - e. met behulp van een bloedvatensysteem worden de voedingsstoffen door het ganse lichaam gestuwd. Wat dit bloedvatensysteem betreft zijn er twee fundamenteel verschillende bouwplannen : *open* en *gesloten* bloedsomloop. In de gesloten bloedsomloop (anneliden en chordaten) wordt door ofwel stuwbewegingen van de bloedvaten ofwel door een hart met kleppen (om de unieke beweging te verzekeren) het bloed door het ganse lichaam gestuwd. In de open bloedsomloop (arthropoda en mollusken) wordt het bloed in de lichaamsholte gestoten, om dan daarna door zuigwerking terug te worden opgezogen (ook bij de tunicata hebben we tegelijk een rythmische tegenstelling van arbeidsperioden, vermengd met een gesloten bloedsomloop : de richting van de bloedsomloop wordt rythmisch omgekeerd).

Het transportsysteem ontwikkelt zich in de richting van een dubbele specialisatie :

- a. *in de richting van de vorming van speciale transportcellen die zeer gemakkelijk zeer vele chemische stoffen nodig voor de levensfuncties (eiwitten, vetten en koolhydraten) opnemen en ook weer afgeven ;*
- b. *en in de richting van een speciaal bewegingssysteem (zowel statisch als dynamisch) voor deze transportcellen.*

De vroegere vormen zijn benaderingen tot het vormen van een cyclische bewegingsvorm voor multivalent opnemende en afnemende cellen. In het arthropodenbloedsomloopstelsel is geen mechanische maar alleen dynamische differentiatie van de bewegingssystemen opgetreden. Niemand zou gemakkelijk kunnen zeggen of nu juist niet deze oplossing van het vraagstuk in beginsel efficiënter is. (en weer valt het ons op hoe schrijvers zoals Meyer als ze alleen maar een kwantitatieve ontwikkelingsreeks willen opstellen op het efficiëntiebegrip gericht, deze moeilijke bifurcatiegevallen uit de weg gaan).

D. De ademhaling is fundamenteel de energiestofwisseling (verbrandingsstoffen, zuurstof, en verbrandingsproducten : stikstof moeten worden in-

gevoerd en afgevoerd). Extreme verdunning van het lichaamsvlak moet gepaard gaan met zo groot mogelijke oppervlakte om fysische diffusie waarschijnlijk te maken. Dit kan gebeuren op drie fundamenteel verschillende manieren :

- a. langs het ganse huidoppervlak ;
- b. langs instulpingen van het huidoppervlak : longen (waarvan de ontwikkeling gaat in de richting van maximale vertakking of tracheeën).

De hoofdvraag die we ons moeten stellen is deze : we zien verschillende mogelijke ontwikkelingen der functionele systemen. Hier, voor de energiestofwisseling is de ontwikkeling duidelijk van gestreid naar geconcentreerd, maar dan in drie totaal verschillende richtingen :

- a. homogeen gedifferentieerd : tracheeënstelsel (buizenstelsel universeel vertakt) ;
- b. heterogeen gedifferentieerd : extern of intern (kieuw of long). We kunnen niet zeggen dat deze drie transformaties elkaar lineair volgen.

We moeten dus wel vaststellen dat de ontwikkeling van het gasstofwisselingsstelsel niet dezelfde vorm heeft (één universele stap en trifurcatie) als de ontwikkeling van de overige systemen (het transportsysteem heeft een verzameling van stappen die convergeren en dan eerst aan het einde bifurceren), en de overige systemen hebben een meer lineaire ontwikkeling in twee of meer dimensies). De fundamentele vraag is : hoe kunnen we aan deze verschillen in evolutievorm zin geven? *Kunnen we dat doen vanuit de algemene evolutietheorie van functionele systemen of kunnen we dat niet?* Alleen als we het zouden kunnen doen zou de studie van dit onderwerp zinvol zijn in ons kader.

De vier functionele systemen die we naast elkaar hebben gezet bestaan dus in energie en stofopname, transformatie en transport. De vier vormen dus werkelijk een systematisch eenheid. Als we nu de samenhang van de vier evoluties willen op het spoor komen kunnen we rekening houden met de functionele afhankelijkheden die bestaan tussen de vier apparaten (waarvan het transformatieapparaat spil en doel uitmaakt). Het verwondert dan ook niet dat juist dit apparaat de eenvoudigste en duidelijkste structurele ontwikkelingswet heeft (van intern naar extern, van globaal naar gestratificeerd), terwijl de drie andere apparaten evolutievormen vertonen die eerder vertakt zijn, en die gedeeltelijk de structurele eigenschappen realiseren van de evolutievorm van het centrale apparaat (intern naar extern, bij A, diffuus naar gelocaliseerd bij D, enz.). Vermits we slechts een deel van de functionele apparaten in ogeschouw nemen kunnen we niet hopen de totaalvorm van de functionele evolutie voor ogen te zien. Maar wel blijkt reeds uit het weinige dat we opmerken, dat de verhouding tussen de evolutievormen der functionele apparaten verband zal houden met hun

functionele samenhang, en dat bovendien een structurele verhouding van lineaire en duidelijke gerichtheid (centraal apparaat) naar waaivormige spreiding (de periferenapparaten) de interactie van de evolutievormen kenmerkt.

Hoe weinig dit resultaat ook als volledig of definitief kan beschouwd worden toch menen we dat deze paragraaf ons drie belangrijke resultaten oplevert :

- a. de functionele apparaten kunnen algemeen systeemtheoretisch beschreven worden (en hun evolutievorm dus ook) ;
- b. de evolutie van de afzonderlijke apparaten kan structureel beschreven worden (en hoeft dus niet noodzakelijk door een kwantitatieve parameter te worden gevat) ;
- c. de totaliteit van de evolutie van in elkaar ingrijpend functionele systemen kan als totaliteit beschreven worden.

We menen nu voldoende gewapend te zijn om de kern van de biologische evolutietheorie naar haar vorm trachten te begrijpen.

II. DE STRUCTUUR VAN EEN EVOLUTIE : DYNAMISCH GEZIEN

In deze paragraaf zullen we eerst even de evolutie van de evolutietheorie (in het biologisch domein) schetsen. Daarna zullen we deze evolutietheorie zelf uiteenzetten en haar structuur bepalen (op de dynamische mechanismen van deze evolutie dezelfde methoden toepassend die we in de vorige paragraaf hebben leren kennen), om ons dan op onze centrale vraag te richten : mogen we zeggen dat in de inorganische of in de culturele wereld zich iets voordoet dat met de evolutie zoals we die nu gaan bepalen te vergelijken is ?

Om op deze vraag te antwoorden zullen we de sterrenevolutie langs de ene kant, de evolutie van culturen langs de andere kant, met de biologische evolutie vergelijken, en nagaan of *een evolutie van de evolutievormen* ons vanuit de biologische ontwikkelingsschema's een van deze andere schema's zou kunnen bezorgen).

A. De Evolutie van de Evolutietheorie.

We menen de structuur van de huidige evolutietheorie het best te benaderen door haar eigen ontwikkeling na te gaan.

Julian Huxley, in zijn « Evolution, the modern Synthesis » (zie nota 1) geeft een korte schets van de ontwikkeling van de evolutietheorie die we tevens kunnen aanvullen met de visie van Ernst Mayr in « Animal Species and Evolution » ⁽¹²⁾.

(12) Ernst Mayr « Animal Species and Evolution » (Belknap Press ; Harvard University ; Cambridge 1963) 797 blz.

« Darwin based his theory of natural selection on three observable facts of nature and two deductions from them » (p. 14), zegt Huxley ons.

De drie feiten waarop de theorie gesteund wordt zijn de volgende :

- a. het gemiddeld aantal der leden van een soort is constant ;
- b. nochtans neemt het aantal der nakomelingen van de soort in geometrische orde toe ;
- c. de nakomelingen van de soort op een bepaald ogenblik zijn niet allen identisch.

Uit deze drie premissen wordt dan afgeleid :

1. het feit dat de verschillende nakomelingen met elkaar in competitie treden, en elkaar gedeeltelijk vernietigen, terwijl,
2. de variaties waarvan sommige gunstig zijn, en andere ongunstig (deze premisse is trouwens nog een extra premisse die Darwin niet uitdrukkelijk formuleert en die op verschillende manieren kan worden uitgedrukt) worden geselecteerd en de meest gunstige blijven behouden. Het resultaat van deze evolutie zou dan zijn dat de soorten altijd beter en beter aangepast zouden zijn aan de omgeving (in deze zin dat ze altijd meer en meer kansen op voortbestaan zouden hebben vermits levende wezens met meer kansen op voortbestaan *alleen behouden zouden blijven*).

Deze eerste Darwinse theorie heeft dus essentieel de volgende kenmerken :

- a. alle veranderingen zijn klein, continu, en cumulatief ;
- b. deze veranderingen zijn meestal erfelijk ;
- c. de veranderingen zijn op zichzelf gunstig of ongunstig, wat betekent dat ze levenskansen vermeerderen of verminderen als zodanig en dus het fenotype beïnvloeden.

Door de paleontologische school werden meer en meer fossielen, aanduidingen in deze richting verzameld en bovendien door de biometrische school werden reeksen continu variërende veranderlijken gemeten. Maar daarnaast ontwikkelde zich de genetica. Deze genetica kwam in duidelijke tegenstelling met het Darwinisme, omdat ze op het niet-erfelijk karakter der meeste variaties wees, en op het discontinu karakter van ons erfelijk potentieel (discontinuu georganiseerd in gene, zelf weer discontinuu georganiseerd in chromosomen, en eindelijk ook nog discontinuu variërend in mutaties).

Het tweede Darwinisme (de mutatietheorie) behoudt het postulaat dat de evolutie zich voordoet door macro-veranderingen, die op zichzelf gunstig of ongunstig zijn. Deze macro-veranderingen zijn nu discontinue genetische mutaties van de erfelijkheidsdragers en de meeste veranderingen worden niet langer als erfelijk beschouwd. Een discontinuïteit-theorie had ook het zeer grote deductieve voordeel, het bewaren der nieuw verworven variaties te verklaren (die anders in het door elkaar mengen van infinitesimale con-

tinue variaties verloren zouden zijn gegaan : een argument dat tegen het eerste Darwinisme zeer duidelijk uitgespeeld werd).

Het atomisme van deze tweede hypothese komt echter nog duidelijk tot uiting door het feit dat met een fenotypisch karakter ook een gen wordt overeengebracht.

Met de genetica komt een eerste bevruchting van de evolutietheorie door statistisch denken tot stand. Ondertussen echter begon de systematist zich minder en minder met geïsoleerde typen en meer en meer met ganse bevolkingen bezig te houden. Dit leidt tot een derde Darwinisme dat erin bestaat totaalbevolkingen als in evolutie verkerende eenheden aan te zien en niet individuele levende wezens (dit komt trouwens beter overeen met de tendens tot concretisering van het soortbegrip en met de intrinsieke statistische kenmerken in de primaire evolutietheorie). Deze populatiedynamiek, tweede statistische bevruchting van de evolutietheorie begint zich te verbinden met de statistische genetica en begint ook fundamenteel bevrucht te worden door de experimentele genetica die, in zich snel voortplantende soorten als het ware evolutieprocessen aan het werk kan tonen (*Drosophila*). Nu begint men systematisch op polygenisme en pleiotropie te wijzen (met een gen komen invloeden op vele verschillende fenotypische kenmerken overeen, en met één fenotypisch kenmerk komen vele verschillende genen overeen). De mutaties zijn nog steeds discontinue wijzigingen, maar zijn nu micro-mutaties geworden die door andere micromutaties worden gevolgd. Slechts indirect (namelijk ten opzichte van het ganse genencomplex en ten opzichte van de uitdrukking van het genencomplex in het fenotype) kan men over gunstige of ongunstige variaties spreken.

De essentiële wijzigingen die zich in het derde Darwinisme voordoen zijn dus eigenlijk van twee totaal verschillende soorten : langs de ene kant wordt de evolutiedrager gewijzigd (de genen-collectiviteit die een soort is, wordt de eenheid van evolutie en niet de enkeling), tegelijk worden de genotypen de evolutiedragers en niet de fenotypen.

Eindelijk komen we tot het actuele en vierde Darwinisme waarin we opmerken dat ook (zoals op het einde der dertiger jaren Darlington en Waddington hebben aangetoond) met de overgang van één generatie naar de volgende generatie van een soort fundamenteel vier verschillende systemen betrokken worden :

- a. het genensysteem van de soort op een gegeven ogenblik ;
- b. het voortplantingssysteem van de soort op dat ogenblik ;
- c. het omzettingssysteem van genotype in fenotype van de soort op dat ogenblik ;
- d. het interactiesysteem fenotype-buitenwereld op dat ogenblik.

Deze systemen zelf zijn nu echter genetisch bepaald en kunnen ook zelf object van evolutieve wijziging worden, in onderlinge interactie.

Eindelijk, in een vijfde Darwinisme worden de verschillende systemen die in onderlinge interactie het evolutieproces doormaken dan zelf gezien als retroactieve systemen (die dus eigenlijk zelf een intern correctieproces bezitten), en wederzijds elkaar ook controleren (13).

We zullen later in deze paragraaf nog enkele concrete voorbeelden voor de laatste en meest belangrijke stadia van de evolutietheorie laten zien, maar we moeten nu reeds wijzen op de duidelijke structuur die deze ontwikkeling heeft (en het is natuurlijk wel interessant om als inleiding tot de hedendaagse evolutietheorie, de structuur van haar eigen ontwikkeling even onder ogen te kunnen nemen).

We zien dus de volgende tendenzen :

- a. van continu naar discontinu ;
- b. van individueel naar collectief ;
- c. van fenotypisch naar genotypisch ;
- d. van atomistisch naar systematisch ;
- e. van statisch systematisch naar variabel systematisch.

Het systeem dat evolueert wordt dus steeds meer uitgebreid, intern menigvuldig, systematisch geïntegreerd en variabel gemaakt (ook wat de variabiliteitsvormen en evolutievormen zelf betreft).

Als we deze ontwikkeling van de evolutietheoriën in dit licht beschouwen komen we juist, zoals we in de inleiding reeds hebben doen opmerken, tot het besluit dat de oorzaken, mechanismen, en vormen van evolutie zelf reeds aan evolutie onderworpen worden. Het is dus uiteraard verkeerd een algemene evolutierichting of een universele evolutievorm aan te duiden ; we moeten veeleer gaan in de richting die we reeds hebben geschetst, namelijk : in de richting van het vergelijken van de evolutiemechanismen en vormen, met het oog op het ontdekken van een transformatiewet, die deze transformatiewetten verbindt.

Deze overweging loopt hier echter enigszins vooruit op latere onderzoeken.

(13) Dit vijfde stadium van de evolutietheorie vindt men theoretische zeer klaar uiteengezet in I.I Schmalhausen « Grundlagen des Evolutionsprozesses vom kybernetischen Standpunkt » Probleme der Kybernetik, Band 4, Berlin Akademie-Verlag, (pag 151 tot 188) en in R. L. Bergen W. Timofeef-Ressowski : « Ueber Wege der Evolution des Genotyps » (Probleme der Kybernetik, Band 5, p. 201-222) terwijl het echter in al zijn essentiële aspecten reeds verschijnt in het werk van Mayr (waar echter het informatie-theoretisch en cybernetische gezichtspunt minder doorweegt dan in de twee zojuist genoemde Russische publicaties.

De reden waarom we hier de ontwikkeling van de evolutietheorie wilden tonen was eigenlijk dubbel :

- a. we wilden laten aanvoelen dat ook de structuur van ontwikkeling van een cultuurproduct (een theorie) beschreven kon worden in termen die we vroeger hadden toegepast op melkwegstelsels of bouwplannen van dieren, en
- b. we wilden bovendien ons voorbereiden op een vraag die we later zullen stellen, namelijk : of de verschillende ontwikkelingstheoriën die we in de tijd op elkaar zien volgen niet ook in overeenstemming kunnen gebracht worden met ontwikkelingsvormen die inderdaad bestaan hebben en in de tijd op elkaar gevolgd zijn (wat ons dan inderdaad weer nieuw inzicht zou geven in de vorm van de transformatiewet die ontwikkelingen op elkaar afbeeldt).

We zullen nu overgaan tot een beschrijving van de vijfde, hedendaagse, ontwikkelingstheorie, met de bedoeling het ontwikkelingsproces zoals we het zullen leren kennen te ontleden, en zowel naar voor als naar achter uit te kijken naar processen die we zouden kunnen beschouwen als anticipaties of voortzettingen van het eerste dat we nu gaan beschrijven en dat dus volgens gezaghebbende autoriteiten (zie nota 12) met het biologisch proces overeenkomt.

B. *De Hedendaagse Evolutietheorie.*

Om het eigen karakter van de hedendaagse evolutietheorie te begrijpen is het misschien goed zich even af te vragen wat een evolutietheorie in het algemeen en in wezen is.

Een evolutietheorie is een theorie die een of meer processen postuleert die voor een bepaald type systemen een bron van onbeperkte of beperkte kwalitatieve transformatie opleveren (zonder dat deze systemen, die al dan niet doelgerichte systemen kunnen zijn, zo gebouwd zijn dat deze evolutie en de daarin gerealiseerde vorm een van de doelen van de systemen in kwestie zou uitmaken).

Om over evolutie te kunnen spreken moeten we dus kunnen beschikken over :

- a. een mechanisme dat analoge systemen produceert ;
- b. een mechanisme dat de nieuw geproduceerde systemen wijzigt ;
- c. een mechanisme dat een zeker aantal der gewijzigde systemen bewaart, en andere uitschakelt. Ernst Mayr zegt ons « the basic framework of the theory is that evolution is a two stage phenomenon : the production of variation, and the sorting of the variants by natural selection » (pag. 8).

De grote controversen die dan ook, volgens Huxley en Mayr nog heden in het domein der evolutietheorie bestaan, schijnen zich te concentreren rond de studie van de bron der variabiliteit, en rond de studie van de vorm van selectie.

Het kan natuurlijk onze bedoeling niet zijn, een eenvoudige samenvatting van de nu heersende synthetische evolutietheorie te geven. Onze bedoeling is veeleer gericht op de structurele beschrijving ervan, en op de ontwikkeling van een vergelijkende evolutietheorie (die de natuur van het evoluerend systeem met zijn evolutievorm in verband brengt).

In het biologisch gebied is de eenheid waarvan men de evolutie nagaat de soort (men hoeft slechts terug te denken aan Darwin's titel « the origin of species » — alhoewel nu dikwijls erop gewezen wordt dat de evolutie als zodanig een breder proces daarstelt dan het ontstaan van soorten: een transformatie van soorten zonder vermeerdering ervan zou nog evolutie kunnen genoemd worden). Op pag. 165 van Huxley's werk vinden we de volgende bepaling « in most cases, a species can be regarded as a geographically definable group, whose members actually interbreed or are potentially capable of interbreeding, which normally in nature does not interbreed freely or with full fertility with related groups, and is distinguished from them by constant morphological differences ».

Als we deze bepaling meer algemeen maken zo dat ook niet organische systemen op een niet triviale wijze ten opzichte van deze bepaling onderzocht kunnen worden, dan komen we tot het volgend resultaat « een algemene soort is een klasse van systemen die een bepaald deelgebied van de ruimtetijd innemen dat ofwel door zijn interne structuur ofwel door zijn verhoudingen met aanpalende deelgebieden gekenmerkt is, terwijl de elementen van de klasse met elkaar in bepaalde geprivilegieerde interacties staan, of staan kunnen, die ze niet vertonen tegenover niet-elementen van de klasse, en terwijl de elementen van de klasse ten opzichte van omliggende groepen een constante reeks van opposities vertonen. Willen we nog dichter bij het soort begrip komen, dan zullen we de geprivilegieerde interactie er als zulk een bepalen die analoge systemen produceert of produceren kan.

We willen er de nadruk op leggen dat zulke veralgemening van het soortbegrip toestaat het toe te passen op groepen, talen, stijlen, sterren, sterrenstelsels, moleculen, enz. We kunnen trouwens reeds een grote variëteit van soortbegrippen afleiden uit de kleine veralgemening die we zodoende hebben bereikt.

Deze veralgemening van het soortbegrip die men gemakkelijk kan doorvoeren, gaat gepaard met een even gemakkelijk doorvoerbare veralgemening van de verschillende isolatiemechanismen.

Algemene isolatiemechanismen zijn mechanismen die het de elementen van een gegeven soort beletten in de geprivilegieerde interactie te komen met niet-elementen van de soort klasse.

We vertrekken van Mayr's indeling, op pag. 92 van zijn boek. Twee isolatievormen kunnen onderscheiden worden :

- de eerste beletten interactie,
- de tweede heffen de gevolgen van de interactie op.

De volgende algemene isoleringsmodaliteiten komen met de biologische distincties van Mayr overeen :

- a. de geïsoleerde systemen bevinden zich nooit in contact, ofwel omdat ze zich nooit in dezelfde plaatsen bevinden, ofwel omdat ze nooit op dezelfde tijden zich in dezelfde plaatsen bevinden ;
- b. de geïsoleerde systemen komen in contact maar de interactie doet zich niet voor ;
- c. de interactie begint maar wordt niet voleindigd ;
- d. het resultaat van de interactie kan niet zelf opnieuw in de interactie treden ;
- e. het resultaat van de interactie wordt dadelijk of na verloop van tijd vernietigd.

De lezer kan er zich van overtuigen door Mayr's boek na te slaan dat de hier zeer algemeen gegeven bepalingen in de biologische overgaan door steeds de willekeurige elementen te vervangen door organismen of gameten, door « interactie » te vervangen door « paring » of « bevruchting », door « vernietiging » te vervangen door « verzwakking, dood of steriliteit ».

Het is niet moeilijk te begrijpen dat we van graden van isolering kunnen spreken (het zou in een algemene evolutietheorie belangrijk kunnen zijn om voor een gegeven combinatie van isoleringsmechanismen zich af te vragen welke evolutieprocessen ertoe geleid kunnen hebben, en welke evolutieprocessen vanuit een zodanig geïsoleerde soort kwalitatieve transformaties zouden kunnen veroorzaken).

Nu we het soortbegrip hebben veralgemeend moeten we de verschillende processen indelen waardoor kwalitatieve transformaties kunnen worden veroorzaakt in de betrokken soorten.

Als eerste grote indeling is zeker de volgende te vermelden : de leden van de soort (of de soort als totaliteit) ondergaan een aantal kwalitatieve veranderingen en zetten zich daarna opnieuw om in systemen die dezelfde geschiedenis doorlopen (of in meerdere zulke systemen). Een tweede proces bestaat in een interactie tussen verschillende leden van een soort of tussen verschillende soorten die deze leden opheft en het voortbrengen van analoge systemen ten gevolge heeft. Eindelijk, als derde mogelijk mechanisme be-

staat de mogelijkheid van een interactie die taalsystemen omzet. Deze derde vorm van productie is de enige die productie van analoge systemen zonder destructie van de producenten mogelijk maakt (alhoewel we nog als denkmogelijkheid niet mogen vergeten het geval waarin een van de systemen in interactie als gevolg van de interactie ophoudt te bestaan).

In deze opeenvolging van drie reproductievormen moeten we trouwens weer een structurele wet matigheid herkennen :

- a. de eerste soort systemen moeten steeds cyclisch zijn ;
- b. de tweede soort systemen kunnen irreversibel gericht zijn maar blijven noodzakelijkerwijze eindig ;
- c. de derde soort systemen kunnen irreversibel gericht zijn, maar kunnen oneindig zijn (of in ieder geval hoeft er geen noodzakelijke en unieke samenhang te bestaan tussen de reproductieve ontwikkeling en de individuele ontwikkeling van het systeem : wat een dubbele irreversibiliteit mogelijk maakt).

Als we dus, in de grote verzameling der zichzelf reproducerende systemen, aan deze ordening evolutieve betekenis zouden mogen toekennen dan zouden we kunnen zeggen dat de ontwikkeling gegaan is van een cyclische naar een open ontwikkelingsvorm, en van een enkelvoudig open naar een samengesteld open ontwikkelingsvorm.

Wanneer we, na deze uitweiding over in het algemeen mogelijke reproductievormen, terug gaan naar ons uitgangspunt : namelijk de biologische evolutie, dan kunnen we het genetisch systeem beschrijven als het deelsysteem van een levend wezen dat door sexuele of asexuele reproductie analoge levende wezens in een volgende generatie opnieuw opbouwt. We wilden vooraleer we de Mendel genetische processen trachtten te veralgemenen en er de structuur van trachtten te beschrijven doen begrijpen hoe ze in een algemene theorie van zichzelf reproducerende systemen als een noodzakelijke verschijningsvorm noodzakelijkerwijze moesten optreden.

Nu keren we terug naar onze meer inductieve methode, en vertrekken weer vanuit het biologisch prototype zelf om dan daarna na te gaan of veralgemening mogelijk is.

« Evolution means change. To be more precise : it means the replacement of genetic factors by others », (Mayr 168). Het erfelijk substraat dat als deelsysteem het totaalsysteem weer opnieuw opbouwt bestaat uit een aantal discontinue elementen, genen, die elk weer gerangschikt zijn in discontinue deelgroepen chromosomen. De genetische variabiliteit die de soort moet wijzigen moet dus begrepen worden als variabiliteit van genetische systemen.

Een eerste onderscheiding die al onmiddellijk veralgemeenbaar is valt uiteen in twee tegenstellingen : ofwel is het genetisch systeem een enkelvoudig systeem, ofwel is het een samengesteld systeem (haploid - diploid) ; ofwel is de soort zo dat met een genetisch systeem verschillende totaal-systemen kunnen overeenkomen (polymorph) ofwel zo dat met een genetisch systeem slechts een enkel totaalsysteem kan overeenkomen (monomorph).

Een samengesteld genetisch systeem is een systeem waarvan ieder chromosoom gepaard voorkomt zodat in de met elkaar overeenkomende genen verschillende toestanden van de genen (zgn. allelen) kunnen bestaan. Zulk samengesteld systeem (waarvan het ons bekend gepaard systeem de eenvoudigste vorm is) geeft de mogelijkheid om alle vormindicatoren die uit het erfgoed de totale vorm weer moeten opbouwen in verschillende versies ter beschikking te hebben (wat de totaalvariabiliteit natuurlijk ernstig vermeerdert). De tegenstelling tussen polymorfe en monomorfe species heeft duidelijk evolutief belang, juist zoals de tegenstelling tussen haploïde en diploïde species : heterozygote en polymorfe soorten (soorten waarvoor in eenzelfde locus verschillende allelen voorkomen, waarvan de ene recessief en de andere dominant is), en soorten die verschillende fenotypen uit een genotypus kunnen opbouwen kunnen zich beter staande houden in een veranderende omwereld.

Variaties van de species kunnen toegeschreven worden aan een of meer van de volgende factoren :

- a. mutaties van genen ;
- b. recombinaties van genen ;
- c. hybridisering ;
- d. genetische sortering ;
- e. geografische isolering.

Al deze bronnen van variatie kunnen in een veralgemeende evolutietheorie verschijnen.

Mutaties kunnen we in het algemeen bepalen als onvoorspelbare en met de omwereld niet gecorreleerde wijzigingen in het systeem of in het genetisch deelsysteem (dit laatste geval is natuurlijk het onze). Tegenover mutationele wijzigingen kunnen logischerwijze alleen gesteld worden :

- a. door de buitenwereld geïnduceerde wijzigingen ;
- b. door een interne tendens (orthogenetisch) bepaalde wijzigingen.

In een algemene evolutietheorie zou het duidelijk blijken dat een Lamarckse visie zowel als een orthogenetische visie eigenlijk de evolutiemogelijkheid van het systeem radikaal binden : in de orthogenese is het systeem fundamenteel aan zijn verleden gebonden omdat de evolutietendens

bepaald is door zijn interne natuur en in de Lamarckiaanse visie is het systeem niet onafhankelijk, maar afhankelijk van zijn omgeving wat zijn evolutie betreft. De mutationale evolutie is de enige die zich fundamenteel onafhankelijk van omgeving en van vorige evolutievormen kan ontwikkelen.

Als we binnen de algemene evolutietheorie een tendens zouden postuleren die in de richting van een maximalisering van de evolutie zou gaan dan zou het eindpunt van deze tendens de mutationale evolutie zijn. Dit is op zichzelf belangrijk (en men ziet door deze opmerking dat een algemene evolutietheorie de biologische kan verhelderen); het zou kunnen blijken dat de mutationale evolutie door natuurlijke selectie als de enig duurzame overblijft.

Natuurlijk zal in een geïntegreerd systeem de complexiteit van de vele genen een samenhangende evolutie noodzakelijk maken (p. 176 Mayr « it does not bring into question the fact that the probability of mutation is much higher at certain loci than at others and that the number of possible mutations at any given locus is severely limited by the other mutational sites ... and indeed by the total epigenotype »).

Een eventuele wet van maximalisatie der evolutiemogelijkheden zou ons eveneens tot een complex genetisch systeem moeten brengen, met inderdaad een veelheid van genen in interactie. Want inderdaad: hoe meer genen hoe meer evolutiemogelijkheden, langs de ene kant, en hoe sterker interactie, hoe groter waarschijnlijkheid van bewaring der evolutionele experimenten langs de andere kant.

Mutaties zijn dus de fundamentele bron van variatie. Nochtans zullen alleen in systemen waar

a. de afstand tussen totaalsysteem en erfgoeddragend deelsysteem klein is, en
b. waar de generaties elkaar zeer snel opvolgen (pag. 181, Mayr)
de mutatieverschijnselen het grootste deel aan variëteit bijbrengen. In de overige systemen wordt een minder radikaal variatiesysteem gebruikt: dezelfde genen worden bewaard maar verschillende genencombinaties worden getest (dit is mogelijk doordat de reproductie van de soort door interactie van verschillende soortelementen gebeurt).

Vermits de fundamentele variabiliteit niet te groot mag zijn wil niet alle stabiliteit van species verloren gaan (de wet van maximalisatie der evolutiemogelijkheden, moet indien ze geverifieerd zou worden, verbonden worden met een wet inhoudend stabilisatie van evolutieplateaus), zal men juist de combinatie van genen als evolutiedragers zien gebruiken in omstandigheden waar juist sterke variatie gewenst is (Huxley: p. 84: « recombinational plasticity will be especially valuable when conditions vary and become less favourable. This is doubtless the reason why so many organisms adopt some method of asexual reproduction (which is more efficient qua repro-

duction) so long as environmental conditions are favourable, but resort to a sexual process as soon as they become unfavourable »).

Wanneer systemen zichzelf reproducieren door de actie van geïsoleerde deelsystemen die aan een begrensde multipiele variabiliteit onderworpen zijn (genetische stelsels) dan kan deze variabiliteit verschillende typen vertonen : ofwel zal de variatie een gen betreffen, ofwel een chromosoom, ofwel meerdere chromosomen, ofwel meerdere delen van chromosomen. Om na te gaan of deze indeling veralgemeend kan worden, moeten we nagaan wat in algemene termen een chromosoom zou kunnen zijn.

Een chromosoom is een georganiseerde en gelocaliseerde klasse relatief onafhankelijk varieerbare en relatief onafhankelijk werkende deelsystemen van het erfdragend deelsysteem (Mayr 234 : « If there were no chromosomes there would be no limit to the possible assortment of genes » (234). We mogen de chromosomen aan woorden vergelijken als we de genen vergelijken met letters. De informatie die overgedragen moet worden wordt dus in bloks ingedeeld die juist de chromosomen uitmaken. De zin hiervan kan gevonden worden in de foutenbeperking die uit deze blokindeling voortvloeit : een fout die begaan is geworden in een van de genen wordt niet automatisch op dezelfde manier bepalend voor het ganse genensysteem als zulke indeling is gebeurd. We kunnen dus het chromosomenmechanisme in een algemene evolutietheorie beschouwen als een systeem dat de invloed van nieuw ingevoerde variaties beperkt. Nu is het echter, wil men de evolutiemogelijkheden niet door deze indeling fundamenteel beperken noodzakelijk dat er mutaties zouden mogelijk zijn die delen van chromosomen, chromosomen zelf en ook groepen ervan zouden aangaan. Op deze manier wordt in het evolutief systeem de mogelijkheid voor nieuwe organisaties van de genen informatieëenheden behouden.

Wanneer de reproductie door zich afscheidende deelsystemen gebeurt, dan kunnen deze deelsystemen van eenzelfde of van verschillende typen zijn ; en of ze nu van eenzelfde of van verschillende type zijn, dan kunnen ze de totaliteit van het bouwplan van de zich reproducierende soort of alleen een deel ervan bevatten. Als ze slechts een deel bevatten dan kan de vorm van deling constant of variabel zijn.

Het meiosis-mechanisme dat we in de natuur quasi-universeel aantreffen bestaat erin één enkel delingsmechanisme, en een enkel erfgoeddragend systeem in te voeren (wat vanuit algemeen evolutietheoretisch standpunt begrijpelijk is omdat vele verschillende reproducierende deelsystemen, of vele verschillende deelmechanismen de waarschijnlijkheid om analoge systemen te reproducieren sterk zou verminderen). De meiosis geeft al een eerste recombinatiewaarborg omdat ze de mogelijkheid uitschakelt vanuit

een enkele oorsprong een systeem opnieuw op te bouwen. En wat de deling betreft geeft ze al een eerste bepaling voor de nieuwe bouwplannen.

Structureel bestaat het biologisch evolutiesysteem erin, de kwalitatieve transformatie die de evolutie is, niet door één stelsel maar door n systemen te laten voltrekken (die aan elkaar door reproductieve mechanismen gebonden zijn). Men kan in het instellen van zulk evolutiemechanisme een selectief voordeel zien. Het voordeel zou hierin bestaan: een systeem heeft selectief overwicht als de waarschijnlijkheid om binnen tijdseenheden, meer systemen van de gegeven soort te zien, groter is voor dit systeemtype van voor enig ander. Juist het biologisch selectiesysteem (selectieve reproductie) levert inderdaad zulke overwicht op: als voor ieder stelsel er n vernielingskansen bestaan, hebben na een willekeurige lange tijd alleen systeemtypen die analoge systemen reproducieren, ofwel systemen die door willekeurige andere systemen gereproduceerd worden, een niet zero waarschijnlijkheid om nog te bestaan. Vermits nu echter de hypothese als zou er een systeemtype bestaan dat door alle andere systeemtypen noodzakelijk gereproduceerd wordt, a priori hoogst onwaarschijnlijk is (en in ieder geval de evolutiemogelijkheid op een belangrijke manier zou beperken), blijkt de eerste mogelijke hypothese de meest verkieslijke. Deze overweging schijnt erop te wijzen dat juist zoals de variabiliteitsmechanismen zelf, ook de idee der natuurlijke selectie veralgemeenbaar is.

De variaties in grotere gensystemen kunnen in enkele typen ingedeeld worden:

- a. vermenigvuldiging (negatief of positief) van een aantal chromosomen, of genen: aneuploidie of polyploidie;
- b. wijzigingen van de ordening der genen: inversies;
- c. bij recombinatie, overname van extreme of centrale delen van een chromosoom door het chromosoom waaraan het gekoppeld wordt, en uitwisseling.

Deze drie hoofdtypen hangen trouwens samen met verschillende vormen van voortplanting: de polyploïdiën komen meer voor bij asexuele voortplanting; de uitwisseling is uiteraard gebonden aan sexuele voortplanting.

In veralgemenende termen zouden we het volgende kunnen zeggen: een aantal mededelingen moeten worden overgebracht (de informatie in de erfgoeddragende deelsystemen). Ze worden in de exemplaren overgebracht, en ieder van de exemplaren wordt met een ander exemplaar dat er in beginsel complementair mee is, tot een volledige mededeling verbonden. De polyploidie komt met Von Neuman's multiplexing mechanisme overeen: om fouten te vermijden worden de mededelingen n keer herhaald. De inversie is ertoe bestemd positionele fouten uit te schakelen. Eindelijk, om de fouten door de verschillende kanalen begaan uit te wissen en door elkaar te com-

penseren worden delen van de mededelingen door elkaar vervangen. We kunnen dus de zin van dit alles wel ontdekken. Opvallend echter is dat juist door deze voorzorgsmaatregelen, genomen om de soort te bestendigen, de soort zich zal wijzigen, (want inderdaad, door de positionele effecten te wijzigen, door de naburen van gegeven genen te veranderen, door het aantal genen te vermeerderen, zal het totale genotype gewijzigd worden, en zal juist gewijzigd worden door de mechanismen die het in stand moeten houden). Door niet levende systemen zijn de zuiver formele bewerkingen die de drie beschreven variatietypen daarstellen natuurlijk in beginsel even gemakkelijk uit te voeren.

Doordat de mutatie niet gericht hoeft te zijn (noodzakelijke voorwaarden van een radicaal evolutionisme) kan ze dus gemakkelijk fataal uitvallen. De scheiding echter van totaal-systemen, en erfgoeddragers maakt het mogelijk experimenten uit te voeren (de scheiding van genotype en fenotype is in dit opzicht analoog aan de scheiding tussen denken en handelen). Door de interne multipliciteit en organisatie van de erfgoeddragers is het eveneens nog mogelijk schadelijke mutaties te compenseren of ze in evenwicht te houden en zelfs in gunstige om te zetten. In Mayr's hoofdstuk « the Unity of the genotype », en in de laatste paragraaf van Huxley's hoofdstuk « Mendelism and Evolution » wordt de compensatie nog even onderstreept « evolutionary change, in so far as Darwinian, is not due simply to the cooperation of mutation and selection ; a third intermediate agency is involved in the shape of residual variability of the species. Adjustment intervenes between presentation and acceptance » (124).

Mayr 276-277 geeft het volgend model van de genen interactie : als een gen A gewijzigd wordt, dan moet deze wijziging gezien worden als het kwantitatief te grote hoeveelheden van een bepaalde stof A invoeren, wat de processen op een plaats B stoort. Dit kan worden gecompenseerd ofwel door het voortbrengen van een stof die deze nieuwe stof vertraagt of remt, door het invoeren van een bufferstof die het effect van de eerste vermindert of door het invoeren van een verbruiksstof die de nieuwe stof snel verbruikt. Nu is het duidelijk dat genen die met een zeer groot aantal genen samen een proces in evenwicht kunnen houden ten opzichte van een zeer groot aantal mogelijke storingen bevoordeeld zullen worden. Ze zullen de beste groepsarbeid leveren en daardoor het vruchtbaarst blijken (en dus geselecteerd worden), « it is obvious not only that such a genetic system is highly sensitive, but also that it permits numerous feedbacks and systems of regulation » (Mayr 277). Naast deze retroactieve cyclus die zich voordoet in een geïsoleerd genensysteem dat gestoord wordt (en waarvan we later nog zullen onderstrepen dat hij zelf moet toegeschreven worden aan natuurlijke selectie), staat er echter nog een tweede feedback, door Lerner met de naam

« genetic homeostasis » bestempeld ⁽¹⁴⁾. Deze feedback betreft de totaliteit van alle genetische deelsystemen voor een gegeven soort.

Inderdaad als het milieu snelle, vele en verschillende veranderingen ondergaat, dan is een bevolking met een zeer homogeen genotypensysteem duidelijk benadeeld. Als het milieu weinig veranderingen ondergaat is een bevolking met een zeer heterogeen genensysteem duidelijk benadeeld. Want in het tweede geval zijn er vele elementen aanwezig, niet optimal aangepast aan het constante milieu (en bovendien zullen de afwijkende genotypen reproductiemoeilijkheden veroorzaken). In het eerste geval zullen de zeer homogene genotypen zich slecht kunnen aanpassen aan de zich wijzigende omstandigheden, vermits ze geen latente multipliciteit bevatten. Het is duidelijk dat een compromis zal moeten bereikt worden tussen aanpassing aan het heden en aanpassing aan de toekomst. Dit compromis zal moeten gewijzigd worden naarmate de omstandigheden gedurende langere tijd, in gunstige of ongunstige zin evolueren. Daarom zal men met Lerner een genetische homeostasis ingevoerd vinden in zich efficiënt bestendige soorten. We kunnen in een algemene evolutietheorie de ontwikkeling van zich eenvoudig reproducerende organismen, over organismen met genetische deelsystemen, over organismen met georganiseerde genetische deelsystemen (geneninteractie), naar organismen met georganiseerde genetische deelsystemen, en eveneens georganiseerde systemen van genetische deelsystemen (Lerner's genetische homeostasis), als een structurele vermenigvuldiging van cyclische betrekkingen beschrijven.

We maken deze laatste opmerking om de lezer eraan te herinneren dat de nadruk die we in deze paragraaf op de algemene evolutietheorie leggen (en op de mogelijkheid van deductie van de levensevolutie vanuit een algemene evolutietheorie door anorganische natuurlijke selectie), niet mag doen vergeten dat we op de processen die in deze paragraaf beschreven worden eveneens een structurele analyse kunnen toepassen.

Nu is het nodig de veralgemening van

- a. de aanpassing en de selectie naast deze
- b. van de speciatie of soortvorming te bestuderen.

Wanneer we een klasse van systemen nemen die gekarakteriseerd zijn door een aantal processen die ze regelmatig doorlopen (in teleologische termen : functies genoemd) dan zeggen we dat een eigenschap, statisch of dynamisch, van zulke gehelen een aanpassing is als deze eigenschap de waarschijnlijkheid om de processen te doorlopen (wanneer het systeem aan bepaalde externe interacties onderworpen is) verhoogt. De efficiëntie van

(14) I. M. Lerner : « Genetic Homeostasis » (Edinburgh and London, Oliver and Boyd.

een aanpassing hangt dus van de waarschijnlijkheidsvermeerdering van het proces af. De classificatie van aanpassingen, gegeven door Huxley (pag. 418 en vlg.) kan eveneens worden veralgemeend. De interacties ten opzichte waarvan een gegeven eigenschap een aanpassing is kunnen immers zijn :

- a. interacties met systemen die geen reproductieve evolutievorm hebben ;
- b. interacties met systemen die wel reproductieve evolutievorm hebben maar tot andere soorten behoren ;
- c. interacties met systemen van dezelfde soort ;
- d. interacties van deelsystemen met deelsystemen.

De classificatie kan trouwens ook uitgevoerd worden eerder met het oog op de soort eigenschap die de aanpassing mogelijk maakt dan met het oog op de toestand die de aanpassing noodzakelijk maakte. Het begrip aanpassing is uiteraard een relatief begrip : de bestaande systemen moeten voldoende aangepast zijn, maar de totale aanpassingsindex kan dus voldoende hoog worden gehouden op vele manieren (en ten koste van tamelijk lage aanpassing ten opzichte van vele processen of functies) (Huxley).

Nu we een algemene bepaling van aanpassing gegeven hebben, moeten we ook een algemene bepaling van natuurlijke selectie geven. « Natural selection is simply the differential perpetuation of genotypes » (Mayr, 183). Algemeen gezegd : er bestaat natuurlijke selectie voor een soort systemen wanneer voor een klasse wijzigingen van de systemen zelf (of van de erfdragende deelsystemen), de waarschijnlijkheden om nieuwe analoge systemen te produceren van elkaar verschillen, en dat door het afwezig of aanwezig zijn van verschillende aanpassingen. Er zijn dus evenzoveel soorten van natuurlijke selecties als er soorten van aanpassing zijn.

De natuurlijke selectie is een noodzaak voor ieder systeem waarvan de evolutievorm niet volledig door het systeem zelf bepaald wordt, en waarvan anderzijds de evolutievorm niet totaal door de omgeving wordt vastgelegd (ook voor orthogenetische en Lamarckistische evolutievormen zou dus natuurlijke selecties noodzakelijk zijn). Deze natuurlijke selectie kan gevonden worden in :

- a. differentiële sterftewaarschijnlijkheid voor verschillende systemen ;
- b. differentiële paringswaarschijnlijkheid voor verschillende systemen ;
- c. differentiële reproductiewaarschijnlijkheid ;
- d. differentiële aanpassingsindex ;
- e. differentiële aanpassingsindex aan bepaalde storingsfactoren (interspecies of intra-species conflict).

Er moet de nadruk op worden gelegd dat de natuurlijke selectie inwerkt op het fenotype en niet op het genotype terwijl de variabiliteitsfactoren inwerken op het genotype. Deze scheiding is, zoals we vroeger zagen, juist een vervolmaking van het evolutiemechanisme.

Een structurele theorie van de algemene evolutie zou nu de structuur kunnen beschrijven van verschillende vormen van natuurlijke selectie (die van absolute uitschakeling van een systeem naar differentiële ontwikkelingsmogelijkheid voor een systeem, van radikaal negatief naar overwegend positief zou kunnen evolueren) terwijl een analoge theorie der adaptatievormen ook de ontwikkeling der aanpassingsmechanismen zou kunnen uiteenzetten.

Het fundamentele van het proces van de natuurlijke selectie is dat het niet fundamenteel negatief maar fundamenteel positief is als men er rekening mee houdt dat onder de systemen die sterker vertegenwoordigd blijven dan andere systemen stelsels kunnen voorkomen met beter aan elkaar « gecoadapteerde » genen die sterker variëren in bepaalde richtingen.

Nu we het soort begrip, de verschillende bronnen van variatie, de natuurlijke selectie en adaptatie hebben kunnen veralgemenen, moeten we tot ons cruciaal probleem overgaan : als evolutie fundamenteel het scheppen van nieuwe soorten is, hoe gebeurt deze evolutie dan ?

Om de mechanismen die soorten in andere soorten omzetten te vatten, moeten we eerst erop wijzen dat de soorten zich systematisch van elkaar onderscheiden en dat deze indeling ook de manier bepaalt waarop soorten ondersoorten bevatten.

Vermits een soort een klasse van systemen is, die een bepaald gebied innemen, en die onderling bepaalde interacties ondergaan terwijl ze ook gelijke eigenschappen tonen, van andere soorten geïsoleerd zijn, kunnen we zeker de volgende indeling der soorten voorzien (die inderdaad samenvalt met degenen die de bioloog inductief vindt, maar die hier eenvoudig uit de veralgemeende en niet langer biologische bepaling van het soortbegrip volgt) :

- a. het gebied kan wijd of eng zijn, homogeen of heterogeen, variabel of stabiel (Mayr, 414) ;
- b. de interacties kunnen met grote waarschijnlijkheid tussen alle elementen van de soort gebeuren of met snel vallende waarschijnlijkheid slechts tussen kleine deelgroepen (zie Mayr 421, voor tegenstelling tussen inbreeders en out-breeders) ;
- c. de soortelementen kunnen vele of weinige typen vertonen ;
- d. de verschillende typen zijn gedifferentieerd door bepaalde ruimte-tijd deelgebieden, of door bepaalde soorten interacties met de omgeving (ecologisch type vorming of geografische type vorming).

We hebben zowel in Mayr (p. 428) als in Huxley (p. 386) een classificatieschema van de verschillende soortstransformaties (die dus eigenlijk de evo-

lutie uitmaken, en die het eigenlijke onderwerp van onze veralgemeningspoging daarstellen). Als we ons nu herinneren dat we onder soorten klassen van systemen waarin n processen verlopen verstaan, dan zullen we de volgende vormen van evolutie kunnen onderscheiden :

- I. : evolutie zonder vermeerdering van soorten : transformatie van een soort ;
- II. : evolutie met vermeerdering van soorten : divergentie uit een gegeven soort ;
- III. : evolutie met vermindering van soorten : fusie van twee soorten.

De derde vorm zal uiteraard zeldzamer worden naarmate we in de totaal-evolutie verder komen en dus betere isoleringsmechanismen ontwikkelen voor een gegeven soort (in de veronderstelling dat de totaalevolutie de individualisering der soorten en dus hun isolering versterkt). Een evolutie zonder vermeerdering van soorten is de vervanging in de tijd van een soort door een andere (wat veronderstelt dat de ganse bevolking van de eerste soort, een gelijkaardig proces doorloopt). Dit veronderstelt homogene soorten, met weinig sterk ontwikkelde subsoorten en voldoende homogene en stabiele omgeving. Ook deze toestand mogen we veronderstellen in waarschijnlijkheid te zien afnemen naarmate de omgeving van een soort meer en meer door hooggeëvolueerde (en dus heterogene en variabele soorten) soorten zullen bepaald worden.

De evolutievorm die we dus mogen veronderstellen (als resultaat zelf van de evolutie) in de loop van de evolutie te zien toenemen zal de tweede evolutievorm moeten zijn.

De evolutie door divergentie kan dan nog gebeuren ofwel door genetische differentiatie van geïsoleerde genen of groepen van genen, in een mutatie-aspect, ofwel door collectieve wijziging van de samenstelling van een bevolking.

Deze tegenstelling kan gemakkelijk gezien worden als een tegenstelling tussen een evolutie door kwalitatieve transformatie en een evolutie door relationele wijziging. De relaties tussen bestaande genen worden veranderd als gevolg van een wijziging van de relaties tussen bepaalde bevolkingsgroepen. Met andere woorden : de recombinatiemogelijkheden voor een gegeven genetisch systeem worden gewijzigd omdat er verandering komt in de waarschijnlijkheden van genetische interactie voor verschillende delen van de totaalbevolking.

Deze vorm van evolutie is juist aangepast aan bevolkingen in heterogene en variabele gebieden en zal dus degenen zijn die in de evolutie fundamenteel geselecteerd wordt.

Het blijkt uit onze algemene evolutietheorie dat er een evolutie der evolutievormen moet plaats grijpen ten voordele van de graduele bevolkingsspeciatië en het blijkt uit de uitgevoerde onderzoekingen dat de evolutie waarvan we op grond van onze algemene overwegingen mogen aannemen dat ze geprivilegieerd, is, ook algemeen voorkomt.

Deze graduele bevolkingsspeciatië kan echter nog op verschillende manieren gebeuren. Ook hier zouden we op grond van algemene overwegingen een evolutievorm als dominerend kunnen voorspellen. We zullen dit dan ook doen maar we zullen merken dat we dan reeds in de richting van de menselijke cultuurevolutie zullen moeten uitkijken naar voorbeelden ervan.

In de biologische regionen vindt graduele speciatië op de volgende wijze plaats : « the theory of geographic speciation lets an extrinsic event separate the single into several gene pools, with the ecological factors playing their major roles after the populations have been geographically separated. According to the theory of sympatric speciation, the splitting of the gene pool is itself caused by ecological factors » (Mayr 451).

Ecologische selectie betekent dat het gedrag van de systemen in kwestie ze door tijds- of voorkeursfactoren isoleert van de overige ; geografische selectie betekent dat de ruimteverdeling ze isoleert. Als we opnieuw de overgang van kwalitatieve externe factoren naar relationele interne factoren als een evolutieve reeks beschouwen, dan zou de ecologische speciatië (die feitelijk in de niet menselijke natuur volgens Mayr weinig voorkomt) de laatste vorm moeten zijn waarin het evolutieproces zich voordoet.

We zouden nu juist verwachten dat de gedragspatronen zelf vroeg of laat, in de loop van de evolutie soorten zouden worden (systemen van interacties tussen systemen en buitenwereld) die dan ecologisch zouden differentiëren. Dit zal — zoals we later nog zien zullen — ons brengen op het gebied van de culturele evolutie.

Het fundamentele evolutieproces komt echter volgens Huxley Mayr en de meeste andere vertegenwoordigers van de moderne evolutietheorie neer op geografische speciatië. De elementen van een soort verspreiden zich over verschillende gebieden die door bergen, water, droge tussenruimten en andere elementen van elkaar gescheiden zijn. Daarom paren ze in deze geografische isolaten en worden de genensystemen waarmee de hunne worden gerecombineerd naar distributie andere dan de genensystemen van de totale soort. Verschiedende argumenten worden aangegeven voor het bestaan van dit mechanisme :

- a. we vinden isolaten van subspecies tot species ;
- b. verwante species bevinden zich in contigue gebieden.

Het probleem is : hoe kunnen door isolatie uit een geïntegreerd retroactief systeem (het genensysteem) twee typen van geïntegreerde retroactieve

systemen groeien? (en dit probleem is dan ook de algemene versie van het evolutievraagstuk).

Door het uitschakelen van een aantal genencombinaties (die als gevolg van isolering zich niet meer voordoen) wordt de selectieve waarde van de verschillende genensoorten gewijzigd, de rol van verschillende retroactieve cyclussen wordt gewijzigd door het feit dat ze met minder andere retroactieve cyclussen moeten worden gecombineerd (p. 533).

Mayr onderstreept dat de overgang van een geïntegreerd systeem naar een ander geïntegreerd systeem gebeurt door middel van een sterke reductie van genetische variabiliteit (p. 583).

De genetische transformatie gaat natuurlijk gepaard met selectie door de eigenschappen van de nieuwe omgeving. Deze selectie ontwikkelt nieuwe structuren. De nieuwe structuren worden door drie hoofdmechanismen veroorzaakt :

- a. als een incidenteel bijproduct van een reeds ontwikkelde structuur (bijproduct dat verhoogde functionele waarde krijgt in een nieuw milieu) ;
- b. door intensificatie van een bestaande functie ;
- c. door het gebruiken van een structuur voor twee of meer verschillende functies en het veranderen van functie.

Het evolutief probleem wordt voor Mayr eigenlijk geresumeerd in de volgende passage « the loosening of a tightly knit, coadapted gene complex can presumably be achieved in many ways. One way is a rapid change of population size accompanied by a temporary depletion of the gene pool, resulting in a drastic change of selective values of this included genes. In plants hybridization might achieve the same end. A biochemical invention might affect a sufficient number of different metabolic pathways to result in a genetic shake up. Finally, the emergence of a new structure may set up selection pressure sufficiently strong to break down the genetic homeostasis » (615).

Een systeem in dynamisch evenwicht wordt dus gewijzigd :

- a. doordat zekere van de inputs verdwijnen of zekere van de bestaande feedbacks niet meer werken (wat analoog is) ;
- b. doordat een nieuw totaal retroactief systeem met het eerste wordt verbonden ;
- c. doordat een nieuwe cyclus wordt bijgevoegd of gewijzigd ;
- d. doordat een nieuw element wordt ingevoerd.

De klassificatie van Mayr kan dus inderdaad algemeen evolutie-theoretisch worden vertaald.

Een algemene evolutietheorie zal in staat moeten zijn om de overgang van niet-retroactieve naar retroactieve systemen te verklaren' (overgang die reeds gebeurd is, lang voor we in het organisch gebied komen : de ster zullen

we binnen enkele ogenblikken als retroactief systeem leren kennen), en zal eveneens in staat moeten zijn om de overgang van eenvoudige naar complexe retroactieve systemen te verklaren.

Dit laatste proces zal bijzonder belangrijk zijn, willen we de organismen begrijpen die, zoals Waddington ons zegt, gekarakteriseerd zijn door tenminste vier retroactieve cyclussen :

- a. de genetische retroactie ;
- b. de retroactie fenotype-genotype ;
- c. de intergenetische retroactie (bevolkingsdynamica) ;
- d. de retroactie fenotype-milieu.

Vooraleer we aan een systeem van zulke complexiteit komen zullen we verplicht zijn systemen met lagere complexiteit in ogenschouw te nemen, en ons af te vragen of de algemene visie van de evolutietheorie ook de overgang van zulke systemen tot meer complexe kan verklaren.

In de twee paragrafen die volgen zullen we nu, vanuit de veralgemening van de evolutietheorie die we hebben trachten te schetsen, de ontwikkeling van sterren en van culturen trachten te beschrijven, gebruik makend van dezelfde terminologie en onze aandacht vestigend op de typische verschillende evolutievormen die toch in dezelfde taal uitdrukbaar zijn.

Eens we zover gekomen zijn zal het blijken dat de tot nu toe voorgestelde algemene evolutietheoriën allen erop neerkomen een of andere vorm van orthogenesis voor het ganse heelal in te voeren om zodoende juist in fundamentele tegenstrijd te komen met de algemene evolutietheorie waartoe wij worden gebracht en die erin bestaat de evolutie zelf als een retroactieve cyclus te beschouwen die haar eigen vorm verandert. De soms onmiskenbare orthogenesis reeksen zullen we als tijdelijke en gedeeltelijke perioden van deze algemene evolutie kunnen begrijpen (zoals we ook de irreversibiliteit der evolutie als een tijdelijke en periodische heersende trend zullen kunnen aanvaarden) ⁽¹⁵⁾.

(15) De mogelijkheid een algemene evolutietheorie op te stellen die de dubbele eigenschap heeft ook op niet organische systemen toepasbaar te zijn, en tegelijk te tonen welke geprivilegieerde vorm van evolutie de organische systemen eigen is, wordt nog duidelijker als men de wiskundige evolutietheorie voor het organische, op statistische basis opgebouwd door Fisher, Haldane, Sewall Wright, Lotka, Volterra en vele anderen in ogenschouw neemt. Een overzicht ervan vindt men in Sewall Wright « Physiological Genetics, Ecology of Populations, and Natural Selection » in « Evolution after Darwin », vol. I, ed Sol Tax, pp. 429-475. Deze theorie wordt gekarakteriseerd door een eindige reeks loci die ieder met gegeven frekwenties een van n allelen kunnen vertonen. Voor ieder allel is er een variabiliteitscoëfficiënt. En voor geïsoleerde allelen of voor reeksen ervan is er een selectiecoëfficiënt. Het probleem bestaat erin, voor een gegeven initiale toestand van een bevolking, gegeven variatie en selectievaardigheden een finale

C. *De Evolutie der Sterrensystemen.*

We maken hier gebruik van Gamow « *The Birth and Death of the Sun* », van Baade « *Evolution of Stars and Galaxies* », van Shapley « *Inorganic Evolution* », van ST Bok « *Het ontstaan van het Leven* »⁽¹⁶⁾.

Ons uitgangspunt is eenvoudig : we mogen op sterrensystemen de begrippen toepassen die behoren tot een algemene evolutietheorie.

Sterren zijn hoge concentraties van stof in delen van de ruimte. We mogen over « soorten » sterren spreken, omdat er sterrengroepen bestaan die in speciale interactie tot elkaar komen : namelijk de sterren die tot dezelfde melkwegstelsels behoren. Deze groepen staan in duidelijk sterkere gravitationele interactie, en vormen totaliteiten die we als onafhankelijke bevolkingen mogen zien. Dit soort begrip mag echter niet vereenzelvigd worden met het biologisch soort begrip omdat niettegenstaande een relatieve isolatie en gepriviligeerde interactie der soort elementen ten opzichte van elkaar, men geen grotere kwalitatieve gelijkenis tussen sterren van eenzelfde melkwegsysteem dan tussen sterren van verschillende systemen kan vaststellen. We zouden dus beter over proto-soorten spreken. Sterren die zich bevinden in bepaalde delen van sterrenhopen zouden misschien met meer recht soorten mogen genoemd worden op kwalitatieve basis (omdat ze kwalitatieve eigenschappen met elkaar gemeen hebben) maar in dat geval zijn de isolerende mechanismen veel minder duidelijk. Dus ook daar hebben we niet met volgroeide soorten maar slechts met benaderingen ertoe te maken.

Sterren bewaren zoals levende wezens voor een tijdsperiode hun vorm en hun individualiteit, en doen dit door een reeks van stofwisselingsprocessen met de buitenwereld heen. De ster verliest energie door straling, ze verliest stof door het zich vrijmaken van stomen en neemt langs de andere kant

toestand te berekenen. De vijf stadia van zulk model die Wright op p. 469 en vlg. vermeldt ontstaan door het variabel maken van de coëfficiënten, door het binden van de waarden van de coëfficiënten aan andere parameters van het probleem (totaalbevolking, frekwentie van bepaalde allelen, enz), door het binden van de selectiecoëfficiënten aan de totaal allelenreeksen, door het invoeren van differentiële waarschijnlijkheid van contact voor verschillende deelbevolkingen. Het is evident, bij deze opsomming zelf dat deze studie ook op niet organische systemen kan worden toegepast juist zoals het evident is dat de kwalitatieve of relationale eigenaardigheden van de oplossingen van deze vergelijkingen even goed kunnen worden bestudeerd als de kwantitatieve aspecten ervan. Het is eveneens duidelijk dat men zich de vraag kan stellen of er evolutiecoëfficiënten mogelijk zijn die van een modeltype naar een van de andere vijf modeltypen zou leiden. Een exacte doorvoering van de hier gegeven schets zou juist hierin moeten bestaan.

(16) Zie nota 10 voor Baade en zie George GAMOW : « *The Birth and the Death of the Sun* » Mentor Book, 213 pp. en S. T. Bok « *Het Ontstaan van het Leven* » Aula 293 pp.

stofdeeltjes op door gravitationele attractie. Alhoewel het hier dus over een open systeem gaat moet echter gezegd worden dat de openheid een andere vorm vertoont dan voor het levend wezen: de voortdurende vervanging van de stofdeeltjes van het levend wezen door in organische materie omgezette externe deeltjes gebeurt niet, of zekèr niet en dezelfde materie gedurende de ganse levensduur van het sterrenstelsel. Anabolisme en catabolisme staan dus in verschillende verhoudingen tot elkaar (alhoewel juist zoals bij het organisch systeem de ster-vorm een evenwicht is van verschillende aan elkaar tegengestelde processen, en de evolutie van de ster dus een wijziging meebrengt in de intensiteit en de relaties van de processen in kwestie). De ster is een organisatie van de minst stabiele elementen van de stof (gassen) terwijl het levend wezen een organisatie van de meer stabiele is (solide lichamen en vloeistoffen, met gasprocessen slechts ondergeschikt)

Sterren zijn systemen die zich voortplanten. Dit gebeurt echter niet met alle sterren op dezelfde wijze en in dezelfde graad. De voortplanting gebeurt niet door afscheiding van erfdragende deelsystemen, maar door de evolutie van sterelementen die, onderworpen aan dezelfde krachten die de eerste stervorming veroorzaakten, een analoog resultaat zullen hebben. We kunnen deze vorm van reproductie externe reproductie noemen, in tegenstelling met de interne reproductie. Het proces doet zich grosso modo bij de ster als volgt voor: zekere sterren stoten hun mantel uit (nova), bij andere explodeert de sterkern zelf (supernova). Door deze ontbindingsprocessen die de ster geheel of gedeeltelijk vernietigen, worden stofdeeltjes in de ruimte uitgestoten die dan door gravitatie weer op elkaar kunnen geconcentreerd worden en nieuwe sterren vormen.

De zodoende nieuw gevormde sterren hebben echter een andere scheidkundige samenstelling dan hun voorgangers omdat de nova en supernova explosies het vormen van nieuwe elementen uit de elementaire delen die erin voorkomen mogelijk hebben gemaakt.

Een geboren worden van nieuwe soorten sterren, een « origin of species » is dus eveneens waarneembaar. Als we echter deze evolutievorm vergelijken met de biologische evolutievorm moeten we getroffen worden door de veel grotere eenvoudigheid van het proces:

- a. de verschillende generaties van sterren zijn klein in aantal en hangen essentieel samen met verschillende groepen van het periodiek systeem der elementen (waarvan in volgende generaties al meer en meer complexe elementen voorkomen);
- b. de krachten die de evoluties van de sterren bepalen leiden niet alle sterren tot voortplanting (met tussengeschoven volledig structuurverlies — dit in tegenstelling met de levensvoortplanting), maar enkel zulke sterren die tot nova en supernova explosies voeren;

c. de krachten wier interactie de regelmatige ontwikkelingsgeschiedenis van een ster bepaalt behoren fundamenteel tot twee soorten : de stralingsdruk langs de ene kant, en de gravitationele attractie langs de andere kant. Als men dit vergelijkt met de vele verschillende enzymen die de groei van een levend wezen bepalen, dan zal men wel zowel bij ster als bij levend wezen de groei fundamenteel aan de interactie van elkaar compenserende krachten moeten toeschrijven, maar dan zal de eenvoudige dualistische organisatie van de ster tegengesteld moeten worden aan de pluralistische organisatie van het levend wezen.

De algemene evolutietheorie zal dus vaststellen dat juist zoals de reproductiemechanismen van de levende wezens (met hun genetische controle) variaties en behoud veroorzaken, zo de conservatiemechanismen van sterren (gravitatie-straling), hun groei veroorzaken, en hun soms discontinue mutaties (nova en supernova). De populatiestructuur heeft hier dus veel minder belang omdat de interactie tussen sterrensystemen geen fundamentele rol speelt in de reproductie der sterrensoorten, en de verschillende variabelen hebben fundamenteel continu en niet-discontinu karakter.

Zoals Shapley (blz. 35) doet opmerken « an interesting cyclic phenomenon is involved. It is the continual gravitational forming of stars out of gas and dust, and the explosive transformation of unstable stars by supernovation, back into dust and gas again » (deze macro-cyclus is als het ware een retroactief systeem dat een zeker evenwicht bewaart (waarvan we de juiste natuur nog niet kennen) tussen sterrenvernietiging en sterrenvorming). We moeten hier echter vaststellen dat de stabiele sterren, na een ontwikkeling doorlopen te hebben waarvan we de stadia zo dadelijk zullen vergelijken, voor verdere ontwikkeling verloren gaan en tot nagenoeg gesloten systemen verharden. We hebben hier dus met een soort systemen te maken waarvan sommige zich voortplanten met of zonder vernietiging, en waarvan andere van open tot gesloten systemen evolueren, in een eindige tijd.

Als evolutie een ontwikkeling is die nieuwe organisatievormen en een grotere verscheidenheid van structuren voortbrengt, dan is de sterrenevolutie inderdaad evolutie. En we kunnen zelfs verder gaan : als we natuurlijke selectie bepalen door differentiële reproductie, dan bestaat in de evolutie der sterren natuurlijke selectie. Het zijn inderdaad juist de sterren waarin door nova en supernova de hoger georganiseerde elementen worden ingevoerd, die nieuwe sterren zullen voortbrengen terwijl de overige uit de totaalevolutie zullen verdwijnen. Alleen (en dit is nu wel verenigbaar met de Darwiniaanse visie, maar zelden zo duidelijk zichtbaar) is hier juist het systeem dat zichzelf vernietigt het enige dat zichzelf op enige manier voortplant. Als natuurlijke selectie zou bepaald worden als differentiële kansen op voortbestaan dan zou het bestaan van natuurlijke selectie hier eveneens

aanvaard moeten worden, want dan hebben juist sterren die stabiel tot gesloten systemen evolueren het meest kans op voortbestaan.

We zullen nu trachten de evolutievorm vast te leggen. Deze evolutievorm is in wezen een interpretatie van het Russel-Hertzsprung diagram. We herinneren hier nog even aan de voornaamste trekken ervan : op een grafiek dat de lichtintensiteit van sterren in verband brengt met hun spectraalklassen (spectraalklassen die inlichtingen geven over hun scheikundige samenstelling en temperatuur) gaan we van rechts beneden naar links boven, van rode dwergen tot blauwe reuzen. Op deze hoofdlijn kunnen we de meerderheid der zichtbare sterren situeren. Buiten deze hoofdlijn echter liggen rechts boven de rode reuzen (hoge lichtsterkte en lage temperatuur) en links beneden, de witte dwergen.

Dit diagram wijst niet op zichzelf een evolutiereeks aan, maar het kan verklaard worden op grond van een evolutiehypothese die er als volgt uitziet (en die we hier eerst samenvatten, om ze dan in algemeen evolutie-theoretische termen te vertalen).

De ster begint haar leven als een stof- en gasconcentratie die nog niet straalt. Als door gravitationele interactie echter voldoende druk opgebouwd is, dan stijgt de temperatuur van de ster en dan beginnen zich kernreacties voor te doen. Ze bestaan in open irreversibele omzettingen van elementen met laagst atoomgewicht (en dus met kleinste complexiteit). Als de verschillende lichte elementen echter opgebruikt zijn, die komt de ster op de hoofdlijn terecht (hoger of lager, in functie van haar massa). De temperatuur is dan hoog genoeg om andere soorten reacties te laten beginnen. In de categorie der rode reuzen vinden we echter exclusief de pulserende sterren wier lichtsterkten periodisch toe- en afnemen. Deze pulserende systemen zijn systemen voor wie de energie gegeven door de nucleaire reacties, en de energie gegeven door de gravitationele contractie van dezelfde grootteorde zijn. Daarom zijn ze instabiel en kan het minste overwicht van de kernenergie ze doen uitzetten om daarna door overwicht van de gravitationele ze weer samen te ballen.

Zelfs tussen de irreversibele processen (open ontwikkelingen) die het gebruik der lichte elementen daarstellen, en de gravitationele contracties bestaat er dus reeds een retroactie.

Als de ster dan de hoofdlijn bereikt heeft begint ze waterstof in helium om te zetten met behulp van een tweede retroactieve cyclus « the transformation of hydrogen into helium as induced by high temperatures, and aided by the catalytic action of carbon and nitrogen » (p. 101). De C- en N-atomen worden trouwens na het proces opnieuw gevormd. Vermits het Helium minder gemakkelijk energie laat ontsnappen dan waterstof zal de zon (een ster die in de normale lijn ligt) in temperatuur toenemen. Wanneer

alle waterstof zal opgebruikt zijn kan dit proces niet verder duren. Baade zegt ons (pag. 84) dat wat verder gebeurt fundamenteel afhangt van het volledig gemengd of ongemengd (kern van mantel onderscheiden) karakter van de ster in kwestie. Volledig gemengde sterren beginnen dan een definitieve contractie die door de grote veroorzaakte densiteit toch nog een zekere straling veroorzaakt die echter zwakker en zwakker wordt. Het zijn de witte dwergen. Als echter de heliumproductie tot de kern beperkt is gebleven dan zal na een bepaald hoog punt op de normale lijn bereikt te hebben, de ster helium beginnen te verbranden « at pressures above 103 g/cc and temperatures of one or two hundred million degrees in the nuclei of giant stars, the helium in turn is transformed into the main isotopes of carbon, oxygen and neon. At temperatures of a billion degrees, the elements magnesium, silicon, sulfur, argon and calcium are synthesized from the carbon, neon and oxygen. And at temperatures from two to five billion degrees the nuclei of iron and nickel are made », (Shapley 34). De laatste temperaturen zullen slechts in nova of supernova explosies bereikt worden.

We zouden nu graag deze evolutie eerst structureel voorstellen, en daarna algemeen evolutie-theoretisch kenmerken ervan bestuderen.

Systemen worden door een afstandskracht geconcentreerd. Deze kracht is zuiver tijdruimtelijk en niet selectief. Door hun concentratie echter ontstaan twee soorten nieuwe relaties

- a. hun wrijving veroorzaakt stralingsenergieverlies (wat het concentratiegebied tegen de omwereld afzet), en
- b. hun wrijving begint verschillende ontbindingsvormen van die elementen.

Deze ontbindingsvormen waarvan sommige cyclisch zijn, andere acyclisch (de evolutie gaat van zuiver acyclische over gemengd cyclisch-acyclisch, naar zuiver acyclische) veroorzaken het opnieuw samenkomen van deze elementen uit de primaire eenheden ontstaan en dit in complexere structuren. Als het ganse systeem homogeen is, eindigt daarmee de ontwikkeling van nieuwe structuren. De interactie gaat verder, de eenheidsdeling houdt op en het systeem sluit zich. Als het systeem heterogeen is, zodat een grote concentratie van bepaalde complexe eenheden in deelsystemen zich voordoet, dan ontstaat opnieuw eenheidsontbinding, en schepping van meer complexe eenheden. Dit proces (dat zich een aantal malen kan herhalen) gaat op sommige ogenblikken gepaard met uitstoting van min of meer reagerende of reactie afsluitende deelsystemen.

We hebben zodoende het gebeuren beschreven in een taal die niet langer meer uitsluitend op gashopen kan worden toegepast (met andere woorden : we hebben gedaan voor de sterrenevolutie wat we zoëven hebben gedaan voor de evolutie van levende wezens).

Het is in ieder geval weer duidelijk dat in functie van de totale massa (die de kracht van een van de twee anatagonistische deelprocessen bepaalt) en in functie van de verdeling van die massa over het systeem verschillende evolutierichtingen zullen gekozen worden. Het is ook weer duidelijk dat de evolutievorm tijdens de verschillende perioden van het bestaan van het evoluerend systeem verandert. Eindelijk is het duidelijk dat tijdens het ganse bestaan van het systeem een retroactieve interactie tussen systeemdelende en systeemconcentrerende krachten wordt gebruikt.

De vraag die we ons nu moeten stellen is deze (willen we werkelijk evolutie-theoretische gezichtspunten op dit proces toepassen): laten we veronderstellen dat we evoluerende systemen opgebouwd door niet selectieve krachten uit niet gedifferentieerde eenheden in het heelal zouden aantreffen. Laten we veronderstellen dat we op willekeurige wijze van de hier voorgestelde zouden afwijken. Zou dan blijken dat de hier beschreven systemen hetzij door hun intrinsieke eigenschappen, hetzij door hun interactie met het milieu, hetzij door hun interactie met de andere systemen, deze overige systemen na een eindige tijd zouden uitschakelen?

We zouden de volgende evolutievormen kunnen beschouwen:

- a. evolutie onder invloed van een enkele kracht;
- b. evolutie onder invloed van n niet gecorreleerde krachten;
- c. evolutie met enkel acyclische processen;
- d. evolutie met enkel cyclische processen;
- e. evolutie zonder eindstadium;
- f. evolutie zonder explosieve disruptie;
- g. evolutie zonder eenheidsdeling (met of zonder vorming van hogere eenheden);
- h. evolutie zonder vorming van hogere eenheden (met of zonder eenheidsdeling).

Sterrenevolutie kan zonder twijfel ten opzichte van organische evolutie gemakkelijk gesitueerd worden: het is evolutie van systemen die wat hun evolutievorm en stadia betreft zwak beïnvloed worden door de evolutievormen van de omgeving en van gelijkaardige systemen. Men mag verwachten dat in een heelal waar verschillende evolutievormen voorkomen, zulke ontwikkelingssoort gevolgd of begeleid zal worden door evolutie van systemen die sterk beïnvloed worden door de evolutie van omgeving en analoge systemen. Natuurlijke selectie zou abstract genomen de tweede evolutievorm bevoordelen, tegenover de eerste, in gebieden met voldoende bevolkingsdensiteit, en variabiliteit.

D. *De Evolutie van Culturen.*

We zullen hier eigenlijk drie verschillende voorbeelden van culturele evolutie aanhalen. Ons eerste voorbeeld zal zijn : de ontwikkeling van de primitieve menselijke technologie ; ons tweede voorbeeld zal zijn : de ontwikkeling van een geëvolueerde economie. Ons laatste en derde voorbeeld zal zijn : een poging om de ontwikkeling van de wetenschap te beschrijven zoals ze zich zou voordoen moest ze gelijkvormig zijn met een van de vroeger beschreven ontwikkelingsvormen. We geloven dat niets de lezer er duidelijker zal van kunnen overtuigen dat een vergelijkende evolutietheorie gewenst is dan het inzicht in de mogelijkheid om de zo speciale culturele evolutie te beschrijven als gedeeltelijk isomorf aan de vorige. We zullen er ons trouwens kunnen van overtuigen dat ook hier de evolutievorm aangepast zal moeten worden aan de kwalitatieve eigenaardigheden van het evoluerend systeem. Dit betekent dat we ook hier weer oog moeten hebben voor de pluraliteit van evolutievormen, die niet in alle culturen dezelfde zullen zijn.

Het schema dat we zullen gebruiken is ontleend aan Braidwood « Levels in Prehistory » (p. 143-151) en aan Rostow « De vijf fasen van economische groei ».

We willen door deze keuze niet beweren dat deze schema's voorkeur verdienen. Wel menen we dat de meest algemene eigenschappen van deze schema's, die waarschijnlijk door andere ontwikkelingshypothesen gedeeld zullen worden, voldoende karakteristiek zijn om een vergelijking met onze vorige ontwikkelingstypen vruchtbaar te maken.

Onze hypothese zal de volgende zijn : de culturele evolutie is het begin van een evolutievorm waarin verschillende systemen door elkaar voortgebracht tegelijk evolueren, in interactie met elkaar.

De lezer zal zich misschien herinneren dat de evolutie van een ster essentieel interne evolutie was ; dat de evolutie van een levend wezen essentieel interne evolutie was, bepaald door betrekkingen met de buitenwereld. De culturele evolutie zal integendeel juist evolutie zijn waarin het intern en extern karakter tegelijk optreden. Wat bedoelen we daarmee ? We bedoelen daarmee essentieel het onafhankelijk evolueren van groepen en gedragspatronen (culturen) die allen natuurlijk door individuen, biologische systemen, geschapen en gedragen worden, maar die juist een eigen causaliteit verkrijgen en deze biologische individuen zelf beginnen te modelleren. We

(17) W. W. ROSTOW : « De Vijf Fasen van Economische Groei », Aula reeks, p. 254, en ROBERT J. BRAIDWOOD : « Levels in Prehistory : a Model for the Consideration of the Evidence » (pp. 143-151, in « Evolution after Darwin, The Evolution of Man, University of Chicago Press).

zullen trouwens de gelegenheid hebben te zien dat de biologische soorten die deze nieuwe ontwikkelingen dragen zich juist morfologisch zo voordoen dat ze zulke complexe ontwikkeling kunnen ondergaan (de plasticiteit der voorhersenen).

We zouden dus kunnen zeggen dat de culturele evolutie bestaat in een evolutie van met elkaar verbonden ongelijksoortige systemen die door hun interactie versneld evolueren.

De bioloog zou misschien kunnen zeggen dat de symbiose in het planten- en dierenrijk een analogo fenomeen is. In dat geval zou hij echter het volgend fundamenteel verschil niet herkennen: de groepen en culturen zijn juist producten van de mens, en zijn fundamenteel ongelijksoortig met hem; terwijl de ecologische systemen van de bioloog niet met systemen gevuld zijn die elkaars schepping uitmaken, en terwijl ze alle dezelfde evolutievorm vertonen.

We zouden de vergelijking met de biologische evolutie nog anders kunnen maken: het overdragen van de erfinformatie gebeurt in het biologische gebied door een deelsysteem, het genetisch systeem (dat uit het biologisch systeem wordt afgescheiden). De culturele evolutie daarentegen gebeurt door het ontwikkelen van sociale zeden en gewoonten die worden aangeleerd, of nog anders (in een verder stadium) door documenten en geschriften die buiten de soort bestaan en het fundamentele erfpatroon van de soort uitdrukken maar die slechts door de gedragingen der soort actief kunnen worden gemaakt. *Het ontwikkelen van een extern genotype stelt dus de culturele evolutie duidelijk af tegenover de zuiver biologische evolutie.*

Maar het ontwikkelen van een extern genotype is slechts een verder doorzetten van een trend die met het ontwikkelen van een onafhankelijk intern genotype begonnen was. Langs de andere kant moet het individuele denken in het biologisch individu het proces zijn dat de toeëigening en ontwikkeling van dit extern genotype mogelijk maakt. En juist zoals door de retroactiviteit van het genetisch systeem experimenten op genetisch gebied mogelijk worden die nog geen fenotypische gevolgen hebben, juist zo worden experimenten op het geïnterioriseerd denkplan mogelijk die nog geen gedragsgevolgen hebben.

De onafhankelijke cultuursystemen beginnen als systemen van instrumenten in de dienst van het metabolisme en de voortplanting van biologische stelsels. Braidwood zet dit eerste begin duidelijk uiteen.

Braidwoods eerste stadium is een stadium waarin de verschillende menselijke groepen niet gestandaardiseerde instrumenten gebruiken, in de dienst van hun voedselverzameling. De cultuur bestaat in het systeem van de niet gestandaardiseerde instrumenten en in het systeem der sociale relaties die in de kernfamilie de voortplanting regelen. De groepen zijn n zonder restrictie nomaden.

In een daaropvolgend stadium worden de instrumenten gestandaardiseerd, tenminste voor zekere typen van instrumenten. De wijze van voedselverzameling wordt aan het instrumentarium aangepast. Het extern cultuursysteem verkrijgt dus als informatiesysteem grotere onafhankelijkheid, en de gedragingen van de biologische soort passen er zich bij aan. De standaardizingen gebeuren reeds in verschillende richtingen.

In het derde stadium :

- a. wordt het territorium restrictief ;
- b. worden grotere groepen van instrumenten gestandaardiseerd en met elkaar in verband gebracht ;
- c. wordt de voortplantingsrol (man-vrouw) verbonden met een productierol (man : jacht ; vrouw : plantverzameling) ;
- d. worden beschermde woongelegenheden (grotten) bezet ;
- e. wordt een doodsritueel gebruikt.

Deze drie stadia worden door Braidwood als « food-gathering » tegengesteld aan de drie volgende die « food-collecting » worden genoemd.

Het verschil tussen deze twee groepen van stadia moet hierin liggen dat selectieve jacht- en plantenverzameling worden doorgevoerd (selectief wat plaats en tijd betreft) in de « food-collecting » perioden. Instrumenten gericht op het produceren van instrumenten worden gebruikt. De drie stadia van deze twee perioden gaan van restrictief nomadisme, tot centraal gebaseerd nomadisme en eindelijk tot gelocaliseerde woonplaatsen over. De specialisatie van de instrumentenproductie toont grotere ruilmogelijkheden, specialisatie en socialisatie van het voedselverzamelen neemt toe.

We moeten nu opnieuw zoals we vroeger voor biologische en astronomische systemen deden, de ontwikkeling die zich hier voordoet in het kader van een algemene evolutietheorie uitdrukken.

Een evoluerend systeem (de mens) ontwikkelt een aantal interacties met de buitenwereld om stofwisseling en reproductie te verzekeren. Deze interacties geven aanleiding tot het voortbrengen van objecten wier enige functie is, deze interacties mogelijk te maken. Deze objecten zijn stabiel en extern ten opzichte van het evoluerend systeem. De interactiecyclussen waarin deze objecten zijn ingeschakeld worden talrijker, complexer, en voeren steeds meer objecten in. (instrumenten voor het maken van instrumenten). Tegelijk worden ze meer gedifferentieerd ten opzichte van ruimte en tijd, en verbinden zich meer met elkaar. Om ze efficiënt door te voeren worden al grotere groepen evoluerende systemen in het uitvoeren van éénzelfde cyclus betrokken.

Tegelijk worden alle belangrijke processen van de dragers van deze interacties met zulke object gebonden interactie cyclussen betrokken (doods-

ritueel). Sommige van deze reactiecyclussen worden auto-telisch (kunst). De evolutie van de relatiedragers gaat in de richting van grotere stabiliteit en centralisatie van interactiegebied (terwijl de interacties complexer worden, worden de objecten waarop ze gericht zijn minder variabel).

Uit deze beschrijving die even goed op inorganische systemen zou kunnen toegepast worden, en slechts algemeen evolutie-theoretische begrippen gebruikt, kunnen we opmaken dat we hier te maken hebben *met het zich differentiëren, centraliseren, standardiseren van een interactiesysteem dat ontstaat door tussenschakeling van instrumenten en andere levende wezens in de al maar complexer wordende retroacties tusseh een levend systeem en zijn omgeving*. We zien dus dat de in onze inleiding vermelde visie hierdoor bevestigd wordt terwijl we juist hier kunnen bijwonen hoe de volgende evolutiedrager (de cultuur en groep) ontstaat uit de vorige evolutiedrager (de biologische soort).

Nu komen we tot de belangrijke stap van de overgang tot voedselproductie. Hier worden de objecten waarop de vorige interactiecyclussen gericht waren (en die het metabolisme van de soort betroffen) zelf in productiecyclussen ingeschakeld. De evolutie gaat in de richting van zich uitbreidende landbouw, van domesticatie van diersoorten (huisdieren) die dan weer voor de landbouw worden gebruikt, en van zich specialiserende beroepen. De dorpsgemeenschap vervangt de uitgebreide familie als fundamentele gemeenschap. Het volgende stadium dat dan de eerste grote ontwikkeling besluit is het stadsstadium. De urbanisatie betekent dat grote groepen personen die zelf bepaald worden door hun rol in een van de complexe interactiecyclussen (zonder dat zij onmiddellijk met de subsistentie of reproductiecyclus betrokken zijn in zijn consumptieve voleindiging) zich in zekere plaatsen concentreren.

Het ontwikkelen van handel, godsdienst, krijgsmacht, kunst als onafhankelijke beroepen toont dat hier de biologische systemen volledig ondergeschikt zijn geworden aan het cultuurpatroon vermits ze afzonderlijk niet meer leefbaar zijn : de stad beheerst financieel, militair en religieus de dorpen terwijl ze ervan afhangt wat voedselvoorziening betreft.

Dit stadium betekent dus essentieel het inschakelen als instrumenten. Voor de grote systeem-omgevingsinteracties, van andere levende wezens en ook van levende wezens van dezelfde soort (plantproductie, huisdiervorming en artisanat). Het urbanisatieproces schakelt niet alleen levende wezens van dezelfde soort maar ook groepen van levende wezens van dezelfde soort op bepaalde plaatsen functioneel bepaald in het interactieproces in. Zo ontstaan dan wat Rostow de « traditionele samenlevingen » noemt : het zijn essentieel statische structuren, waarin de productiviteit per hoofd een hovengrens heeft (Rostow, 17), waarin de verticale hiërarchie weinige

sociale mobiliteit overlaat, en waarin niettegenstaande alles het primaat van de landbouwproductie blijft bestaan als voornaamste welvaartsbron (wat verwacht mag worden vermits de zich onafhankelijk makende interactieprocessen, alhoewel belangrijke groepen erin niet met de landbouw betrokken voorkomen, toch uiteindelijk in de dienst van de stofwisseling der groepsleden, landbouw en veeteelt als uiteindelijke welvaartsbron dienen).

Tot aan de industriële revolutie blijft dit beeld van de samenleving fundamenteel bestaan. De overgang van de traditionele maatschappij naar de moderne maatschappij ligt volledig in het verlengde van de tendens tot onafhankelijk maken van de cultuursystemen. Inderdaad het zwaartepunt van productieactiviteiten en welvaartsbron wordt nu verlegd naar industrie, communicatie, handel en dienstverlening. De uitgebreide en complexe metabolische cyclus, voorlopig nog gecontroleerd door het punt waarin hij uitmondt (landbouw en veeteelt), wordt nu gecontroleerd door meer interne sectoren : eerst door de zware industrie (die grondstoffen en energiemiddelen bezorgt voor instrumentenvervaardiging), dan door handel, om later in de dienstsector terecht te komen. *De cyclus wordt dus nog eenmaal complexer omdat zijn richting en ontwikkeling geleid gaat worden door niet externe delen van de cyclus die dus als het ware met een nieuwe tegenkoppeling voorzien wordt.* Deze ontwikkeling van externe naar interne regeling gaat gepaard met een ontwikkeling van statisch naar dynamisch : het systeem komt in versnelde evolutie terecht. De moderne ontwikkeling doet zich voor dank zij een stijgen van investeringsquote in productieve activiteiten die niet tot onmiddellijke consumptie leiden (wat veronderstelt dat er een bepaalde verhoogde productiviteit in bepaalde economische activiteiten vastgesteld kan worden, die deze verhoogde investering rationeel maakt). We mogen dit beschouwen als de sociale tegenhanger van het overgaan tot werktuiggebruik bij de primitieve mens (ook hij investeert door het werktuig meer dan hij vroeger deed), en dit wordt nu herhaald op maatschappelijk vlak.

Er moeten dus langs de ene kant verhogingen van productiviteit in de landbouw, en langs de andere kant concentraties van kapitaal voorhanden zijn om het mogelijk en nuttig te maken dat vele werkkrachten zich in andere productiesectoren zouden inzetten. Dit is gebeurd in landen die aan voldoende grondstofbezit, voldoende eenheid en voldoende contact met onderontwikkelde gebieden paarden (het ongelijkmatig zich ontwikkelen van cultuursystemen is dus een sine qua non geweest voor het op gang brengen van de dynamische cultuurontwikkeling). De start is gebeurd wanneer een systeem is geschapen dat zijn eigen groei veroorzaakt door nieuwe vraag- of aanbodmogelijkheden te zoeken.

Hier zien we een fundamenteel nieuwe bron van variabiliteit ontstaan : door retroactieve stimulatie heeft de groei van een groeiend systeem de ver-

dere groei ten gevolge (de groei kan gemeten worden door de totaalproductie van het systeem). Terwijl in de sterrenevolutie, de groei intrinsiek eindigt, en slechts een systeem betreft, terwijl in de biologische evolutie de groei door toevallige mutaties geleid door de natuurlijke selectie ontstaat, zien we in het dynamisch cultureel systeem een systeem dat zijn eigen variabiliteit en uitbreiding veroorzaakt.

Het systeem is in volle groei als het de beschikbare technieken op efficiënte wijze op de beschikbare grondstoffen toepast (daaronder tellend : beschikbare technieken eveneens toepassend om het aantal der beschikbare technieken te vermeerderen).

Het volgend stadium (door Rostow : het tijdperk der omvangrijke massaconsumptie genoemd) is een stadium dat gekenmerkt kan worden door het bijvoegen van nog een nieuwe retroactieve cyclus : de gedistribueerde goederen worden nu verdeeld door speciaal daartoe geschapen verdelingsmechanismen die zelf het doel der productie beginnen te controleren. De relaties tussen productiesectoren en tussen productie en groepsleven beginnen als zodanig controlerend op te treden voor de verdere ontwikkeling van de productie.

Het is nu essentieel dat wij zouden onderstrepen dat de ontwikkeling niet ten einde is maar integendeel versnelt : na het controleren van de distributie over de maatschappij zal vermoedelijk een controleren van de productie en in laatste instantie van de controle zelf door de maatschappij verwacht mogen worden als we de bestaande ontwikkelingsrichting mogen extrapoleren (wat Rostow zelf niet doet, en wat we alleen kunnen als we de ontwikkeling zien zoals we het hier gedaan hebben, *als het onafhankelijk maken van een interactiesysteem dat dan vooreerst zichzelf gaat stimuleren en daarna zichzelf gaat controleren*).

We kunnen dan nog denken aan de mogelijkheid om de biologische dragers van de cultuurevolutie door de cultuurevolutie zelf te doen veranderen ; aan de mogelijkheid om in het systeem analoga van de biologische dragers of van het systeem zelf in te schakelen (systemen van machines die meer en meer menselijke functies vervullen).

In ieder geval is de automatierevolutie die we voor onze ogen zien gebeuren duidelijk een verder doortrekken van het proces dat met de voedselproductie begon, en uiteindelijk, een verder doortrekken van het proces dat in de levende stof gebeurt als deze stof een erfgoeddragend systeem differentieert (*een tendens tot multiplicatie van de informatiedragers ; de machine en haar plan kennen nu echter niet meer de noodzaak om het totale evolutiesysteem, de mens of zijn cultuur, te reconstrueren ; ze kunnen volstaan met gedeeltelijke functieovername*). Hier ook is de evolutie dus in dezelfde zin verder gegaan.

We zien dus dat we ook de moderne economische evolutie in algemeen evolutie-theoretische termen kunnen beschrijven. Dit betekent wel dat een algemene evolutietheorie mogelijk is.

We kunnen ons echter niet tevreden stellen met wat we tot nu toe hadden gezegd. We hebben juist in het biologisch domein de nadruk erop gelegd dat vele typen van soorten bestonden en vele evolutievormen voor deze verschillende soorttypen mogelijk waren.

Het is volstrekt noodzakelijk aan te tonen dat dit even sterk, zo niet sterker geldt voor evoluerende culturen.

Culturen zelf zijn soorten ; het zijn klassen van gedragspatronen langs de ene kant, klassen van groepen langs de andere kant die tot elkaar in speciale relaties staan (uitwisseling van leden, uitwisseling van technieken, diffusie van stijlvormen, enz.) en die in een zekere zin geïsoleerd zijn van elkaar.

De isoleringsmechanismen zijn hier even veelvuldig als elders : ze kunnen van geografische, van economische, van militaire, van politieke of van rituele aard zijn. En als de verschillende soorten het niveau van de urbanisatie bereiken, dan gebeurt dit ofwel door economische ofwel door militaire ofwel door vele andere factoren. Dit betekent dat we vele verschillende typen van traditionele maatschappijen zullen kennen, die zullen overeenkomen met de maatschappijen van Egypte (irrigatie leidend tot staatsbezit van het land, zoals ook in Peru), van Rome (privaateigendom van het land), van Griekenland (sterk op zeevaart en handel gericht), van China, van de Middeleeuwen.

Vele typen van culturen zijn dus mogelijk. Deze veelheid van cultuurtypen zullen ook volgens verschillende wetten evolueren, en ofwel zich bestendigen (Indië, China, Islam), ofwel verdwijnen, ofwel zichzelf transformeren, ofwel tot het stadium van de dynamisch zichzelf voortdrijvende cultuur komen, met grotere of kleinere snelheid op basis van verschillende kapitaal-concentratie-mechanismen, van verschillende technische veroveringen, van verschillende productiviteitsverhogingen.

We zagen trouwens vroeger reeds dat juist het op verschillende wijzen en met verschillende snelheden komen tot het auto-stimulerend proces het auto-stimulerend proces mogelijk maakt.

We zouden nu, om een algemene evolutietheorie van culturen te bezitten, een typologie moeten hebben van culturen gepaard met een typologie van hun variatiemechanismen. We hebben die echter niet. Wel mogen we echter besluiten dat we evenmin voor culturen als voor soorten één grote orthogenetische trend zullen kunnen postuleren.

Namelijk : de vorm van de natuurlijke selectie verandert niet het invoeren van evoluerende culturele systemen. Terwijl andere systemen geselecteerd worden omdat ze zich sterker voortplanten, is dit ook wel waar voor culturen

(die zich sneller voortplanten door drukkunst, radio, televisie, telefoon, en andere mass media : het is duidelijk dat de cultuur die de meest perfecte communicatiemiddelen heeft, die over de meest aangepaste bibliotheken, musea en opvoedingssystemen beschikt, zich beter verspreidt en bewaart dan andere), maar zulke culturen worden juist gekenmerkt doordat ze bewaren en niet doordat ze uitschakelen. Culturen tonen zich superieur boven andere doordat ze opnemen en niet doordat ze vernietigen. Ze tonen zich bovendien superieur doordat ze zichzelf wijzigen (niet doordat ze zichzelf bestendigen).

Terwijl dus de idee der natuurlijke selectie bewaard blijft, zal de vorm waarin de natuurlijke selectie gebeurt opnieuw veranderen.

Er is twijfel uitgedrukt aan de mogelijkheid om een evolutietheorie van culturen te ontwerpen. We menen dat de beschrijving die we van een zeer klein deel der culturele evolutie hebben gegeven, ons in staat stelt om te zeggen dat deze twijfel ongegrond is. We kunnen mits de erkenning van de eigenaard van het cultureel proces, juist bevestigen dat het ontstaan van een cultureel systeem, en de eigenaardigheid van de evolutievorm van zulk cultureel systeem vanuit de algemene idee van een evolutie door samenwerking van variatie en natuurlijk selectie fundamenteel begrijpelijk worden.

We hopen dat de lezer, zoals wijzelf, de indruk zal hebben, de eenheid van de werkelijkheid beter begrepen te hebben door deze vergelijking van de evolutievormen van sterren, levende wezens en culturen.

We zullen later nog de gelegenheid hebben om enkele belangrijke vormen van evolutie, die als het ware overgangsvormen tussen de drie hoofdtypen die we hebben onderscheiden, uitmaken te vergelijken met de hoofdtypen. We denken namelijk aan de evolutie van planeten (tussenvorm tussen stervolutie en organische evolutie), de biogenesis (overgang van anorganische evolutie naar levensevolutie) en de anthropogenesis (overgang van levens-evolutie naar cultuurevolutie). We onderstrepen ook nog snel dat de ontwikkelingsembryologie en -psychologie in een algemene evolutietheorie kunnen worden ingebouwd door een evolutie van groeitypen tot volwassenheid te bestuderen (volwassenheid en realisatie van het type van systeem dat we bestuderen, type dat moet opgebouwd worden vanuit een onvolledig uitgewerkt grondplan) (18). Vooraleer we echter tot deze tussenvormen komen

(18) Band 3 van het « Handbuch der Psychologie », getiteld « Entwicklungspsychologie » (herausgeber : H. Thomas) bevat zeer belangrijke literaturopgaven voor een studie van het ontwikkelingsbegrip in het algemeen (ook buiten de psychologie). Uitgever : Verlag für Psychologie, Göttingen, 1958. Als inleiding zou men vooral kunnen consulteren : Kapitel I : Entwicklungsbegriff und Entwicklungstheorie, door Thomae voorbereid, en waarin juist verschillende algemeen structurele opvattingen over ontwikkeling (als regelmatige herhaling, als bevestiging en uitbouw, als het invoeren van hogere organisatie-

zullen we nu, om de eigenaard van onze drie evolutievormen nog even duidelijk te maken, ze alle drie afbeelden op eenzelfde model: namelijk de wetenschappelijke evolutie.

III. DE WETENSCHAPPELIJKE EVOLUTIE, GEZIEN ALS EEN BIJZONDER GEVAL VAN EEN VAN ONZE DRIE EVOLUTIETYPEN

We willen de lezer waarschuwen ons niet verkeerd te begrijpen. We geloven geen ogenblik dat de wetenschappelijke evolutie door een van de drie schema's die we erop gaan toepassen werkelijk verklaard kan worden, maar menen dat we langs de ene kant de verschillende aspecten ervan beter zullen leren begrijpen door ze vanuit deze drie verschillende perspectieven te zien, en langs de andere kant, dat we de verschillen tussen de te vergelijken evolutievormen duidelijker zullen vatten als we ze allen op eenzelfde scherm projecteren.

We zullen beginnen met het beeld dat we van de wetenschappelijke ontwikkeling zouden hebben als het klassieke Darwiniaanse evolutiebeeld zouden weerhouden. De theorie zou aan het levend wezen worden gelijkgesteld. Deze theorie zou dan met toevallige hypothesen worden aangevuld of verminderd (macro-mutaties). De zo gewijzigde theorie zou direct als zodanig met de feiten worden vergeleken en zou haar confirmatie verhoogd of verlaagd zien (natuurlijke selectie door directe wijziging van bestaanswaarschijnlijkheid).

Dit is een beeld dat reeds zuivere orthogenesis, en zuiver Lamarcksme (dwz. zuiver à priorisme en zuiver empirisme) vermijdt.

Het beeld dat we van de denkevolutie zouden opdoen moest het volgens modern-biologisch type verlopen zou volledig verschillend zijn. We zouden niet theoriën maar populaties van theoriën moeten beschouwen. En we zouden niet macro-mutaties maar micro-mutaties in rekening moeten brengen. Hoe zullen we die afbeelden in het vlak van ons denken? Het phenotype is het resultaat van de interactie van de genen die de groeivectoren bepalen met de omgeving. De theorie is het resultaat van de toepassing van een aantal fundamentele denkbewerkingen op elkaar, in een bepaalde volgorde, beïnvloed door de omgeving. Deze fundamentele operatoren die de fundamentele denkoperatoren zouden zijn, zouden in een geïntegreerd systeem met elkaar verbonden moeten zijn voor iedere theorie (de theorie speelt hier de rol van het levend wezen).

niveaus, als actieve vorming, enz., naast elkaar worden gesteld). Het spijt ons dat we niet in de mogelijkheid waren het verzamelwerk « The Concept of Development (uitg. Harris, Minneapolis, 1957) te consulteren dat naar opzet eigenlijk het opzet van het hier voorgelegde werk nabij komt.

De denkactiviteit wordt het verbinden met elkaar van verschillende theoriën in theoriënbevolking. De reproductie bestaat in het vormen van theoriën die meerdere samen bevatten. Deze reproductie zal weer fenotypisch er uitzien als een theorie maar zal essentieel een combinatie van de verschillende denkbewerkingen (die de theoretische genen zijn) moeten daarstellen. De feiten zouden dan de rol moeten spelen zekere theoriëncombinaties onmogelijk of minder waarschijnlijk te maken. Door deze verandering in statistische compositie van de theoriënpopulatie zou dan een verschil in vruchtbaarheid gaan optreden; en de minst vruchtbare theoriën zouden uitsterven. De genetische mutaties zouden met algebraïsche bewerkingen op de grondoperatoren (inversies, partiële substituties) kunnen overgebracht worden.

We menen dat dit beeld van de denkevolutie veel waarheid bevat, dat het tegelijk de rol van *à priori* en *à posteriori* beklemtoont, en ze op een manier verbindt die fundamenteel verschillend is van de tot nu toe gevolgde methoden. We menen dat de algemene evolutietheorie ons hier in de kennisleer vruchtbare suggesties geeft. We kunnen ons namelijk afvragen of de omstandigheden waarin theoriën evolueren door interne ontwikkeling, door mutatie van de grondoperatoren; door combinatie binnen of buiten de soort, door isolering van andere theoriën, niet juist analoog zijn aan de omstandigheden waarin levende soorten zich ontwikkelen.

We zouden echter ook theoriën willen zien ontwikkelen als culturen. Eerst zouden het verbindingsen zijn tussen beginselen en naakte feiten (vgl. het voedselzoeken). Dan zouden er verschillende tussenschakels worden ingevoerd en de feiten zouden worden geselecteerd. Dan zouden de feiten zelf experimenteel worden geproduceerd. De feiten zouden talrijker worden; de beginselen ook en het geheel complexer. Theoriën zouden gevormd worden die slechts indirect verband met de feiten houden (denk in cultuur aan artisaanaat, militairen, enz.). In de ontwikkeling naar de dynamische cultuur zou dan de productiviteit in feiten van bepaalde theoriën zo versterkt worden dat men zich essentieel op het produceren van theoriën gaat richten. Dan zou de theorie een interne retroactie ontwikkelen die haar eigen groei stimuleert door steeds nieuwe beginselen en steeds nieuwe feiten of productiemiddelen van feiten te doen ontstaan. Eindelijk zou de theorie een middel ontwikkelen om haar eigen productie te regelen. Hier hebben we in het begin een beeld van de wetenschappelijke vooruitgang dat sterk met een Kantiaanse visie overeenstemt, om dan later een beeld te krijgen dat met geen enkele van de ons bekende kennistheoretische stelsels strookt.

Eindelijk kunnen we ook een stellaire evolutievorm in de geschiedenis van de wetenschappen trachten te projekeren. We zien dat een verzameling van vaststellingen met elkaar in verband gebracht worden en tot een

betrekkelijke eenheid versmolten (vgl. gravitationele concentratie). Als een zekere dichtheid bereikt is begint dan dit geheel conclusies af te werpen (vgl. straling). De verschillende processen die de conclusies afwerpen kennen echter allen een grens. Wanneer sommige grenzen bereikt zijn beginnen de eenheden die in het systeem geconglomereerd zijn, in delen op te breken, en deze analyse geeft weer nieuwe conclusiemogelijkheden. Deze delen verbinden zich dan tot meer complexe deeltheoriën die zich eveneens met elkaar verbinden. Elke complexiteitsgraad heeft echter weer zijn eigen grens in productiviteit. Het einde van het leven van een theorie kan zijn : de volledig coherente en niet meer productieve vorm (cfr de zwarte dwerg) ofwel de interne contradictie die het systeem doet uiteenvallen en juist daardoor nieuwere complexe eenheden doet ontstaan (cfr : novatie).

We hopen dat deze vergelijking enig licht kan werpen op de werkelijke staat van zaken die we natuurlijk slechts door historische observatie kunnen achterhalen (en die zeker geen enkele van de drie vermelde vormen zuiver zal vertonen). We hopen ook dat de lezer deze analogie niet als nutteloos vergezocht zal begrijpen. We meenden ze te moeten voorbrengen om de volgende twee redenen :

- a. als we werkelijk de drie evolutietypen in algemeen evolutie-theoretische taal hadden beschreven dan moesten we dat kunnen bewijzen door voor een vierde gebied totaal verschillend der drie eerste isomorfe evolutievormen te kunnen schetsen ;
- b. we vinden in de literatuur herhaaldelijk pogingen om een biomorfe kenistheorie op te bouwen. We menen dat niets beter dan een algemene evolutietheorie geschikt is om de beperkingen en ook het relatief goed recht van zulke pogingen aan te duiden ;
- c. de kennistheoreticus lijdt dikwijls aan een al te eenvoudig beeld van de evolutie van de kennis. Door hem drie hypothesen zoals de hier geschetste voor ogen te brengen menen we te kunnen bijdragen tot het verdwijnen van een zeker simplisme.

IV. OVERGANGSEVOLUTIES

Er waren verschillende redenen om de evolutievormen die we nu gaan bespreken eerst later te behandelen : we zullen ze beter begrijpen vanuit de drie hoofdvormen die we tot nu toe zagen, en we moeten ons wat overgangen betreft met minder zekere resultaten behelpen.

Na de overgangsevoluties bestudeerd te hebben zullen we dan moeten overgaan tot de studie van de vorm van de totaalevolutie zelf, die we eerst zullen trachten vast te leggen door onze opvatting ervan negatief te contrasteren met de opvattingen erover die we in verschillende wijsgerige sy-

stemmen uitgedrukt vinden. We zullen dan in tegenstelling met de theoriën die we zullen moeten afwijzen, een om de neutraal-structurele methode suggesteren algemene eigenschappen van de verschillende evolutievormen op te sporen.

We beginnen met iets te zeggen over de evolutie van planeten (afgeleid van wat we weten over de planeet aarde). Een zonnestelsel blijkt niet alleen te bestaan uit een ster maar ook uit een aantal vaste lichamen die op verschillende afstanden van deze ster er rond bewegen. De overgang van een ster tot een zonnestelsel kan ofwel als een differentiatie vanuit een homogene toestand door gravitatie en middelpuntvliedende kracht begrepen worden (Laplace - Kant hypothese die nu door Von Weiszacker opnieuw actueel wordt), ofwel als de verhoging van de heterogeniteit van het onmiddellijk omringend milieu onder invloed van de sterrenformatie. De planeet verschilt van de ster doordat de planeet geen eigen uitstraling in de omliggende ruimte uitzendt. Een systeem met voornamelijk interne evolutie (planeet) beïnvloed door een systeem met voornamelijk interne evolutie dat echter de omgeving bepaalt (ster) : daarin moeten we dus, algemeen systeemtheoretisch gezien, een van de aspecten van het planeet zijn zoeken (en deze beïnvloeding door het centrale uitstralende systeem blijkt zowel in de bewegingsvorm als in de kwalitatieve wijzigingen (onder invloed van de zonenergie)).

De aarde blijkt een statisch gelaagd systeem te zijn waarin verschillende concentrische lagen elkaar opvolgen : het centrale magma, de lithosfeer, de hydrosfeer, de atmosfeer. Deze concentrische systemen zijn zelf nog complex : de lithosfeer laat zich nog minstens in drie lagen onderverdelen waarin we van binnen naar buiten de Sima-laag (Silicaten van magnesium), de Sial-laag (Silicaten van Aluminium) en een veel meer heterogene laag (met voornamelijk zuurstof en silicium, gevolgd door aluminium, ijzer, calcium, magnesium). De atmosfeer die de hydrosfeer omringt zowel als de lithosfeer, is een gaslaag waarin vooral twee delen te onderscheiden zijn : de troposfeer, en de stratosfeer. De troposfeer heeft maximale variabiliteit met verticale en horizontale winden en storingen. De stratosfeer heeft alleen horizontale variabiliteit en veel kleinere dichtheid. De atmosfeer bestaat vooral uit stikstof en voor een deel uit zuurstof (samen met de zeldzame gassen : waterstof, neon, helium, crypton, xenon, koolgas, enz...). Deze details vermelden we enkel om de hoofdeigenschap van een planeet zoals de aarde te vermelden : haar extreme heterogeniteit, het aanwezig zijn van stof in de drie aggregatietoestanden (lithosfeer, hydrosfeer, atmosfeer) en het statisch karakter van deze heterogeniteit. Het gevolg van deze heterogeniteit is het afdempen van processen zoals warmteopname en -verlies (nacht-dag, zomer-winter), en het afdempen van de reactie tussen

het systeem en de buitenwereld (bescherming tegen kosmische radiatie door ozoonlaag van de aarde). *We vermelden nu de geologische evolutie vooral omdat we er weer verschillende cyclussen in kunnen ontdekken, die evenals de vroegere cyclussen in de sterrenevolutie door verschillende krachten geregeld zijn :*

langs de ene kant bestaat een globaal evolutie van het ganse systeem (door expansie of door contractie : de meningen zijn verdeeld) die instortingen en opheffingen veroorzaakt (om het systeem in evenwicht te houden is de isostase een feit : wat ook de hoogte of diepte van een bepaald deel van het aardoppervlak is, in de kegel die van het aardcentrum naar dit oppervlaktedeel gaat is altijd evenveel stof aanwezig, in grotere of kleinere dichtheid). Langs de andere kant is er de cyclus van de watertransformatie (water wordt verdund tot gas, wordt door winden meegevoerd en daarna door verschillende processen weer verdicht) die erosie veroorzaakt en gelijkmaking van niveau.

Terwijl dus de rol van homogenisator in het sterrensysteem door een centrale reactie wordt gespeeld (de straling) wordt de rol van homogenisator in het planetensysteem door een oppervlaktekracht gespeeld die de interactie tussen de drie aggregaatstoestanden gebruikt en die door de heterogeneïteiten van de atmosfeer veroorzaakt wordt, die naar homogeneïteit streven.

De grote perioden in de geschiedenis van de aarde zijn juist perioden die ofwel de centrale transformatiekrachten, ofwel de erosietransformatiekrachten overwicht geven.

De archaische of primitieve periode bestaat reeds uit drie deelperioden : de Laurentiaanse, de Huronische en de Algonkiaanse waarvan de eerste zeer gebogen kristalrotsen en kwartsen (aan centrale actie te wijten) toont, de tweede vooral sedimentatiegronden, de derde sedimentatie- en eruptiegronden. De secundaire periode, een periode van zeer grote warmte, ziet de vorming van de koolreserves als gevolg van het begraven van een extreme plantengroei.

Schisten zijn de voornaamste overblijfselen van deze periode. De secundaire periode is opnieuw maritiem : vooral sedimentatiegronden doen zich voor en geen grote interne transformaties worden vastgesteld. De tertiaire periode toont integendeel een overwicht van interne activiteit. Op het einde van deze periode doen zich ystuyden voor die in verschillende golven elkaar opvolgen tot in het quaternair duren. We zien dus dat de geschiedenis van de aarde een voortdurende wisselwerking is tussen organische en anorganische evolutie ; we willen nochtans op de eigen wetmatigheid van de geologische evolutie sterk de nadruk leggen : het is inderdaad een tussenvorm tussen organische en stellaire evolutie : *inplaats van de zuiver centraal gerichte evolutie van een ster, treedt nu de door een intern milieu (atmo-*

sfeer en hydrosfeeregalisatie) *beïnvloede evolutie van de oppervlakte van een systeem*. Inplaats van de ontwikkeling door reproductie met gebruik van het erfdragend deelsysteem, treedt *de ontwikkeling door vermeerdering van interne complicatie van het systeem der aardlagen*. Martin Guntau stelt de vraag «ist die anorganische Geschichte der Erde ein Entwicklungsprozess?»⁽¹⁹⁾ en antwoordt op deze vraag bevestigend: veronderstellen we dat een geosynclinaal is gevormd. Door erosie wordt het gevuld met de afvalproducten die het water vanuit de omliggende bergmassa's er heen sleept. Deze opeenhoping veroorzaakt sterke druk lateraal op het centrum dat omhoog wordt geduwd en zich op zichzelf ook plooit. Op dat ogenblik wordt de druk van korst op magma zwakker en het magma treedt uit het centrum naar voor. Naast de zo opgedreven bergketen (tegelijk door externe gravitatiekrachten en interne explosiekrachten veroorzaakt) ontwikkelen zich secundaire geosynclinalen die weer door erosie worden gevuld. Deze cyclussen zijn echter kwalitatief van elkaar verschillend omdat door de op elkaar volgende plooiingen steeds complexer en complexer massa's worden geconcentreerd. Met Guntau kunnen we dus antwoorden dat het hier wel om een werkelijke irreversibel kwalitatief nieuwe en meer complexe systemen scheppende ontwikkeling gaat. Verschillende planeten beginnen deze evolutie maar drijven ze niet even ver in de door de aarde ingeslagen richting omdat ze door te grote of te kleine afstand ten opzichte van de centrale ster niet voldoende energie kunnen opslorpen of niet voldoende energie kunnen bewaren om voldoende hoge complexiteit te bereiken. Sommige planeten echter zetten zoals de aarde deze ontwikkeling lang genoeg voort om essentieel door de ontwikkeling van levende systemen, die ditmaal delen van een planeet zijn, die in relatieve onafhankelijkheid in hydrosfeer en atmosfeer een biosfeer ontwikkelen die zelf deze planetaire evolutie overneemt (in de zin van grotere interne vermenging met toch voortdurend behouden van de lagenstructuur, en langs de andere kant verhoogde mobiliteit die nu niet meer door water of winderosie moet worden gewaarborgd).

We hopen dat de lezer zal begrijpen dat in deze algemene evolutietheorie de algemene aardrijkskunde als een kapitel van de evolutietheorie kan worden opgenomen: de verschillende streken zijn eigenlijk verschillende evolutie- en complicatievormen waarin verschillende aggregatievormen van stof samen evolueren door elkaar beïnvloed (stranden; water en zand; laagste

(19) Martin GUNTAU «Naturforschung und Weltbild» Veb Deutscher Verlag der Wissenschaften, «Die Erde im Wissenschaftlichen Weltbild» (Ist die anorganische Geschichte der Erde ein Entwicklungsprozess?; pp. 177-190).

We ontlene geologische details die we hier als basis voor onze structuurbeschrijving moeten gebruiken aan «The Crust of the Earth» «An Introduction to Geology», ed by Samuel Rapport and Helen Wright, Signet Science Library Book, pp. 224).

soliede aggregatievorm; gletscher; gesolidificeerd water en rots, woestijn, zand, rots en wind), en waarin meestal verschillende evolutievormen van het leven belangrijke invloed uitoefenen (de zuurstof in onze atmosfeer, die een belangrijke afscherpende werking uitoefent is juist een product van het leven: we zien dus wel duidelijk dat een evolutierichting naar grotere stabiliteit, heterogeneïteit, en toch openheid, die door de planetensystemen reeds ingeslagen was in het leven wordt doorgezet).

Als einde van de aardevolutie is de universele emersie van alle zeebodems (en dus de universele homogeneïteit van een woestijn) of het universele onderduiken van alle continenten (en dus de universele zee) onvermijdelijk, zegt ons de geoloog (zie Lucien Rudaux: « La Terre et son Histoire », p. 124). We kunnen slechts op twee manieren aan deze homogeneïsatie van de contactvlakken van onze planeet ontsnappen (die slechts enkele tientallen millioenen jaren in beslag hoeft te nemen):

- a. door het ontwikkelen van een leven dat planetaire dimensies aanneemt (en dit is inderdaad wat gebeurt: weer controle is een verder stadium in de ontwikkeling van de planeet aarde), of
- b. door het aannemen dat andere krachten die tot nu toe niet of minder gewerkt hebben (zonneinter-acties of interne krachten) versterkte invloed zouden uitoefenen.

Hier komen we dan in de aardkunde voor een probleem te staan dat het algemeen kennistheoretisch probleem van alle evolutiewetenschappen is:

- a. ofwel moeten we veronderstellen dat natuurwetten (a) en natuurkrachten (b) constant blijven (en dan kunnen we de geschiedenis reconstrueren op basis van een essentieel a-historische visie);
- b. ofwel moeten we integendeel veronderstellen dat zowel natuurwetten als natuurkrachten variëren (en dan moeten we ons afvragen in hoeverre we door actuele observatie deze variatie van natuurkrachten en natuurwetten kunnen ontdekken).

In dit artikel zou voor ieder van de evoluerende systemen deze vraag gesteld kunnen worden. Wanneer we dat echter niet hebben gedaan is het, omdat we ons essentieel tot de eerste hypothese hebben willen beperken: we willen een algemene evolutietheorie ontwerpen voor evoluties van systemen waarvan de wetten en krachten zelf niet evolueren. Later wanneer we onze evolutietheorie in verband met een algemene structuurtheorie van de werkelijkheid zullen moeten brengen zullen we de anti-actualistische hypothese werkelijk ernstig moeten nemen⁽²⁰⁾. In eerste benadering is

(20) We zouden de belangstellende lezer willen verwijzen naar ons artikel « Can Metaphysics be a Science? » (Philosophica Gandensia, deel I, 1964) waarin de niet evolutieve aspecten van een algemene theorie der werkelijkheid werden aangeraakt.

het echter onze bedoeling dat niet te doen. We moesten dit principiële standpunt wel ergens uitspreken en nergens was het meer gewenst dat te doen dan bij het bespreken van een evolutievorm (de planeetevolutie) waarin de strijdvraag rond het actualisme juist centraal de aandacht der specialisten heeft opgeëist.

Na de bestudering van deze overgangsvorm van evolutie (die in zekere opzichten met de cultuurevolutie kan vergeleken worden die ook essentieel een evolutie van tussen-systemen is, maar deze keer van tussensystemen van processen tussen levende wezens en omgeving, terwijl we hier eerder een evolutie hebben van delen van systemen in intiem contact) willen we nu aandacht concentreren op de studie van de overgang van anorganische naar organische, en van organische naar culturele evolutie.

We moeten ons bewust blijven van het uiterst hypothetisch karakter van alles wat we kunnen zeggen en hier meer dan elders moeten we juist verschillende hypothesen naast elkaar stellen, en uit deze verschillende hypothesen verschillende vormen van de totaalevolutie afleiden.

Gaffron in zijn artikel « The Origin of Life »⁽²¹⁾, wijst erop dat het probleem van het ontstaan van levende wezens eigenlijk neerkomt op het probleem van het ontstaan van :

- a. zichzelf door stofwisseling in stand houdende ;
- b. zichzelf herstellende en zichzelf reproducerende systemen, uit systemen die deze eigenschappen niet hebben (p. 57).

Zijn antwoord houdt in dat reeds in de overgang van scheikundig-geologische naar biologische evolutie het beginsel van natuurlijke selectie en het beginsel van gradualiteit een rol speelt.

Namelijk : we veronderstellen dat telkens systemen van een lagere complexiteitsgraad de mogelijkheid verwerven om systemen van een hogere complexiteitsgraad te bouwen (gradualiteit) : zodat de overgang tussen een complexe proteïne en een gewone polymeer van enkele moleculen in een aantal bijzondere en niet overmatig grote overgangen uiteenvalt. We veronderstellen eveneens dat zulke overgangen op vele verschillende manieren gebeuren en dat alleen de meest efficiënte en meest stabiele overgangssystemen blijven bestaan.

Deze twee hypothesen zijn uiterst natuurlijk als men de perspectieven van een algemene evolutietheorie heeft willen aanvaarden. Een gebeurlijk succes in de verklaring van het ontstaan van de levende stof, zou trouwens de algemene evolutiehypothese sterk steunen.

(21) GAFFRON « The Origin of Life » (pp. 39-84, Volume I : The Evolution of Life, University of Chicago Press).

- De biopoiesis moet natuurlijkerwijze als volgt te werk zijn gegaan :
- a. het vormen van de constituenten van celstoffen ;
 - b. het ontstaan van typische scheikundige processen die zich in cellen voordoen ;
 - c. het autoreproductief worden van deze processen en celstoffen ;
 - d. het samenvoegen van deze stoffen in celverband en het auto-reproductief worden van dit celverband.

De orde echter waarin deze processen verlopen zijn kan door het tot nu toe verzameld materiaal niet worden vastgelegd.

- Voor het proces, moeten we de volgende grensvoorwaarden vastleggen :
- a. de complexificatie moet onder lage energievoorwaarden gebeuren om de instabiele complexe moleculen niet te vernietigen.
 - b. daarom moeten de scheidingen van de verschillende producten toegeschreven worden aan de fysische of chemische heterogeneïteiten van het milieu, en niet aan hoge temperatuursverschillen (« cellular chemistry proceeds at temperatures near the freezing point of water and the separation of metabolic products is achieved by selective adsorption on surfaces, not by distillation at high temperatures »).

Om aan deze voorwaarden te beantwoorden wordt voorgesteld de aandacht te richten op :

- a. catalysoren ;
- b. autocatalytische catalysoren ;
- c. de vorming van catalysoren en autocatalysoren uit niet-catalysoren en niet-autocatalysoren ;
- d. de verbinding van catalysoren en autocatalysoren aan elkaar ;
- e. het daardoor ontstaan van nieuwe soorten catalyse en autocatalyse.

Maar voor we tot dit stadium komen moeten we reeds over zeer complexe polymeren kunnen beschikken. De experimenten van Urey en Miller bestaan erin, door elektrische ontlading in een midden dat water, waterstof, ammonia en methaan bevat, een groot aantal aminozuren te veroorzaken. Het is niet mogelijk uit te maken op hoe grote complexiteitsgraad zelf reproductie kan uitgevoerd worden. Twee verschillende hypothesen zijn mogelijk : de reproductiviteit kan voor het amino-zuur stadium bereikt worden (a) en de autoreproductiviteit kan slechts erna bereikt worden (b). In de evolutie zelf moet trouwens efficiëntie van de enzymen verhogen (1) en ook de specificiteit ervan (b).

Het vormen van porphyrin vanuit acetic acid en glycine geeft een voorbeeld hoe door verbinding van een tussenproduct met zichzelf een catalysator ontstaan kon (deze catalysator heeft een ringstructuur). Niets belet nu deze catalysator zich te verbinden met de reeds gevormde amino-zuren (wat, in verbinding met metalen hun *specificiteit* en *efficiëntie* verhoogt).

In deze ontwikkeling ligt ook een ontwikkeling besloten van de voor-naamste energiebronnen :

- a. de eerste periode gebruikt een overmaat van waterstof. Ze is anaerobisch en gebruikt vooral ultraviolette straling, ioniserende straling, potentiële scheikundige energie, en locale verhitting als energiebronnen ;
- b. In een tweede periode wordt voldoende zuurstof gevormd om door ozonformatie het ultraviolet te stoppen. Van dat ogenblik af worden als energiebronnen vooral locale verhitting, organische scheikundige verbindingen en zichtbaar licht gebruikt (lagere frekwentie). In deze periode zouden catalytische en autocatalytische stoffen ontstaan zijn, al dan niet geholpen door eenvoudige of complexe intervlakken ;
- c. In een derde periode ledigen de als celgeorganiseerde anaerobische systemen de organische reserve van de aarde ; een bepaalde celsoort wint het over de anderen (wat de levogyrische optische eigenschappen van alle organische wezens verklaart) ;
- d. Eindelijk wordt de photosynthese door de planten ontdekt, waardoor zuurstof vrij komt, samen met carbohydraten die van nu af een secundaire evolutiebron vormen (« oxygen itself becomes a secondary evolutionary force through the development of respiratory system in chlorophyll-free mutants » ⁽²²⁾).

De fundamentele vraag die we hier moeten stellen is de volgende : op welke manier is deze ontwikkeling als ontwikkeling te beschrijven in een algemene evolutietheorie ?

Het gaat hier over de ontwikkeling van een veelheid van systemen in een gemeenschappelijk en heterogeen milieu, waarbij interactie mogelijk is. Daardoor is deze ontwikkeling verschillend van de ster- en planetenevolutie. Daardoor is ze ook analoog aan de biologische evolutie. Langs de andere kant echter is iedere ontwikkeling een kwalitatieve transformatie van het zich ontwikkelend systeem als geheel : als zodanig is deze ontwikkeling analoog aan de sterren- en planetenevolutie die eveneens geen behoud van bouwplan kennen. We hebben dus wel met een overgangsevolutie te maken. Maar in welke vorm doet zich nu de overgang voor ?

We hebben ons meer dan eens rekenschap ervan moeten geven dat grote onzekerheden blijven bestaan. Maar blijkbaar maakt het ontstaan van het leven gebruik van een verschijnsel dat ook in de sterrenontwikkeling reeds optreedt : namelijk het optreden van catalysatoren. Alleen hebben we hier zeer vele catalysatoren, en ook autocatalysatoren (de autocatalysatorfunctie wordt dan later geconcentreerd in de nucleus van de cel, en de catalysatorfunctie in het cytoplasma) in verbinding met elkaar en dat alles in een

(22) Ibidem note 21.

proces dat uiteindelijk zichzelf afschermt tegen bepaalde energiën en nieuwe energiebronnen aanboort. Het proces bestaat erin in structuren energie op te bergen en, met minimaam energiegebruik deze structuren aan te wenden om nieuwe structuren voort te brengen, en dan de voorwaarden voor de herhaling van de biopoiesis op te heffen.

De biopoiesis is dus een evolutie van systemen tot r complexen van zulke systemen, die catalysatoren en autocatalysatoren bevatten, en :

- a. *alle andere analoge uitschakelen*
- b. *vroegere stadia van hetzelfde proces uitschakelen, en*
- c. *de energiebronnen van het proces selecteren door hun wijziging.*

We willen de lezer er opmerkzaam op maken dat niettegenstaande de vele onbekenden (onder andere de overgang van proteïne tot cel) die overblijven we toch de algemene vorm van het proces kunnen schetsen en situeren ten opzichte van andere evolutievormen. We zouden het structureel kunnen zien als een evolutie met minimale milieustoring (lage energiën) die leidt tot :

- a. cyclische systemen ;
- b. cyclische processen in de transformatie van deze systemen (en opname ervan in de systemen zelf) ;
- c. systemen die de evolutie van andere systemen bepalen en versnellen, en de eigen evolutie herhalen.

Het proces van interiorisering en verbinding der evolutievormen is dus misschien de algemene formule die de overgang van niet-levend naar levende stof kenmerkt (proces dat ten opzichte van de geologische evolutie slechts een intensificatie, in een deel van deze evolutie, van de in de totaliteit der aarde zich volstrekkende evolutie daarstelt).

Dit is geen verklaring (geen van onze structurele beschrijvingen is een verklaring maar wel een structurele beschrijving van het proces gesitueerd in de totaliteit van alle ons bekende processen).

We komen nu tot onze derde overgangsevolutie ; namelijk de anthropogenese. We willen hier de vorm bestuderen van de evolutie die een gewerveld dier tot cultuurdrager gemaakt heeft. We volgen de beschrijving door Mayr gegeven (die in grote trekken overeenkomt met de in deze publicatie voorgedragen schets door Dr Nenquin).

De structuur van de menswording is essentieel toe te schrijven aan twee gebeurtenissen « the hominid evolution is an impressive example of the chain reaction of evolutionary change, that results from key innovations such as bipedalism and speech » (p. 635).

Structureel is de opgerichte gang een wijze van voortbeweging die de richting van het lichaam loodrecht stelt ten opzichte van de richting van voort-

beweging. Functioneel is het een wijze van voortbeweging die, hoe inefficiënt en onstabiel ook, de twee voorste lidmaten bevrijdt van hun vroegere functies. Langs de andere kant was de evolutieve premie van collectief gedrag voor zich op zulke wijze voortbewegende wezens die op vlakten of quasi vlakten jaagden zeer groot. De natuurlijke selectie heeft dus rechtopgaande wezens met sterke communicatiemogelijkheden bevoordeeld. Deze communicatie heeft de groei van de hersenen noodzakelijk gemaakt.

De Australopithecus is de incarnatie van de eerste transformatie (de tweede is nog afwezig bij deze rechtopgaande vorm); de verschillende Pithecanthropen en Neandertalers zijn stappen in de richting van de tweede transformatie.

We zien hier dus een systeem dat, beschikkend over functionele systemen van werveldier en zoogdier, ertoe overgaat extern twee van zijn contactsystemen met de buitenwereld te despecialiseren, en door opgerichte houding het gezichtsveld te maximaliseren, terwijl het intern zijn niet gespecialiseerde associatiesystemen in de hersenen uitbreidt.

Deze interne en externe mobilisatie en despecialisatie is de menswording. We mogen dus eigenlijk zeggen *dat het dragen van een nieuwe, culturele evolutie, door een stadium van de vroegere, biologische evolutie, mogelijk is geworden door twee bewerkingen, van interne en externe defunctionalisatie.*

De anthropogenesis moet vergeleken worden met de ontwikkeling van de aarde, en met de ontwikkeling van het leven. We kunnen zeggen dat terwijl de aardontwikkeling een oppervlakteontwikkeling is, de menswording juist tegelijk een relationele ontwikkeling is (en dus meer extern dan de geologische) en een interne ontwikkeling (en dus minder extern dan de geologische). In vergelijking met de biopoiesis, moeten we zeggen dat de menswording geen complex samengroeien is van n catalysatoren en autocatalysatoren (gespecialiseerde bewerkers van cyclische bewerkingen) maar juist het ontstaan binnen en buiten een systeem van de mogelijkheid voor n willekeurige verbindingen. Het is niet een groeien naar een groter aantal cyclussen, maar een mogelijk maken van willekeurige combinaties van willekeurige bewerkingen, in het kader van een reeds bestaand cyclisch systeem.

We hopen dat de lezer zal willen erkennen dat, hoe verschillend de drie ontwikkelingen die we in deze paragraaf beschreven, namelijk de geologische, biogenetische en anthropogenetische evolutie ook moge geweest zijn, we toch erin gelukken konden om in het kader van een algemene evolutietheorie ze op een zinvolle manier met elkaar te vergelijken.

V. BESLUIT : SCHETSEN VOOR EEN ALGEMENE EVOLUTIETHEORIE

Vergelijkende evolutietheorie is slechts een inleiding tot de algemene evolutietheorie. Na de verschillende vormen van ontwikkeling in eenzelfde

taal te hebben uitgedrukt, tracht een algemene evolutietheorie de vorm van de totaalontwikkeling vast te leggen, waarvan iedere deelevolutie slechts een aspect toont.

Om de zin van een recent en enthousiast aanhanger van deze algemene evolutietheorie aan te halen « depuis le plus petit détail jusqu'aux plus vastes ensembles, notre univers vivant (comme notre univers matériel) a une structure, et cette structure, ne peut être due qu'à un phénomène de croissance ». (p. 33, *La Vision du passé* »).

Vòòr Teilhard de Chardin hebben we voorbeelden van deze algemene evolutietheorie in de stelsels van Hegel-Marx-Engels, van Spencer, van Bergson, van Lalande, van Edouard Le Roy. In de moderne literatuur vinden we werken zoals deze van Williamson, van Blum, van Meyer (die de materiële evolutie met de biologische evolutie in verband brengen); ⁽²³⁾.

Onze houding tegenover deze pogingen moet, geloven we, uiteraard genuanceerd zijn. Langs de ene kant is na een vergelijkend-comparative aanloop een systhetisch unifiërende bekroning natuurlijk en wenselijk. Langs de andere kant echter moeten we onderstrepen dat zonder vergelijkende voorbereiding zulke eenmaking slechts gevaren kan meebrengen. We menen inderdaad dat in de voorbeelden die we voor ogen hebben duidelijk de afwezigheid van zulke vergelijkende aanpak naar voor komt. We zullen dan ook geen enkele van de algemene evolutieformules die men ons als vorm van de totaalevolutie zal voorbrengen kunnen aanvaarden. We zullen op deze formules steeds als volgt reageren.

a. we kunnen door een of andere vorm van natuurlijke selectie duidelijk maken dat inderdaad de voorgestelde algemene formule in bepaalde omstandigheden, gedurende een zeker tijdsinterval doorgezet en versterkt kan worden, maar juist uit deze zelfde argumentatie blijkt dat in andere omstandigheden de evolutievorm in kwestie niet doorgezet en versterkt zal worden ;

A. Structurele Algemene Evolutietheoriën.

We zullen verschillende voortsellen na elkaar behandelen, en beginnen met Teilhard de Chardin.

We lezen (p. 209) ⁽²⁴⁾ « la vie, c'est contrairement au jeu nivelant de l'entropie, la construction méthodique, sans cesse élargie, d'une édifice toujours plus improbable ». Terwijl de evolutie van de niet levende wereld

(23) H. F. BLUM « *Time's Arrow and Evolution* » (Princeton, 1951 ; University Press) en A. A. WILLIAMSON « *The Cosmic Function of Life* » 1958 New-York.

(24) « *La Vision du Passé* » Œuvres de Pierre Teilhard de Chardin, Éditions du Seuil, nr 3, 1957.

er in zou bestaan steeds meer waarschijnlijke toestanden te bereiken. Daarnaast lezen we dan « la vie prise dans sa totalité, ne se manifeste pas seulement à notre expérience comme une marche à l'improbable. Elle se traduit encore à nos investigations scientifiques comme une ascension invariable vers plus de conscience » (210) (idem).

Deze beweringen behoren weer tot de structuralistische algemene evolutietheorie. Ze bestaan erin de evolutie te beschrijven door de gedeeltelijk arbitraire keuze van enkele van hun aspecten.

Inderdaad: wat stellen we vast?

De evolutie van sterrensystemen, zoals we ze hebben beschreven is eveneens een evolutie in de zin van het ontstaan van meer complexe en meer onwaarschijnlijke structuren (denken we maar aan de scheikundige evolutie die de sterren van verschillende generaties met elkaar verbindt). Bovendien: wie zegt ons dat de waarschijnlijkheid of onwaarschijnlijkheid de strategische variable is ten opzichte waarvan we de algemene evolutietheorie moeten opbouwen? Als we als criterium van keuze der strategische variabelen de perspectieven nemen van waaruit we de werkelijkheid analyseren dan moeten het juist de evolutievormen zijn die als strategische variabele moeten worden gebruikt (en niet een bepaald aspect der doorlopen perioden).

Nemen we dan de tweede tendens die Teilhard vaststelt, dan is niets meer revelatorisch dan een tekst die we eveneens vinden in hetzelfde werk (p. 168): de evolutie die van coëlaterata, plant, insect naar chordata leidt (en die we juist in onze structurele paragrafen naar haar vorm hebben trachten te begrijpen) wordt door Teilhard verwaarloosd om hem toe te laten zijn aandacht te concentreren op de ontwikkelingen die binnen het invariant blijven van het groot bouwplan der chordata de veelvuldigheid van de verschijningsvormen ervan verklaart. Daarin blijkt dan natuurlijk dat geen kwalitatieve transformaties meer optreden maar integendeel

- a. het systematisch verbeteren van de signalisatiesystemen,
- b. en het vullen van alle ecologische en geografische ruimten voor dat bouwplan beschikbaar.

Uit deze twee eigenschappen valt dan weer duidelijk af te leiden dat de evolutie van het zenuwstelsel een bijzondere rol zal moeten spelen. Dus: de bijzondere strategische plaats die aan deze variabele wordt toegekend vloeit juist voort uit een beperken van de aandacht tot zekere evolutievormen. Teilhard houdt zich steeds met de verhoudingen binnen de vertebrata, en zelfs vooral met de verhoudingen binnen de primatenklasse bezig.

Nu zou hij echter zelfs daar (om een algemene evolutietheorie te ontwikkelen

- a. de evolutie van de verschillende grote functionele systemen met elkaar in verband hebben moeten brengen en
- b. ze in hun afzonderlijke en totaalstructuur beschrijven.

Maar ook daar heeft hij een arbitraire keuze gedaan (die de arbitraire keuze ten voordele van de intra-phyletische ontwikkelingen komt vervoegen) door het bijzondere systeem dat het zenuwstelsel is tegenover andere integratieve systemen arbitrair te bevoordelen. En — niet minder arbitrair — door inplaats van een structurele beschrijving van de verschillende ontwikkelingsstadia van het zenuwstelsel het ontwikkelen van de celebrale delen van het zenuwstelsel met de ontwikkeling van het zenuwstelsel zelf te vereenzelvigen en deze ontwikkeling samen te vatten in de twee slagwoorden

- a. vermeerdering van bewustzijn, en
- b. vermeerdering van complexiteit.

Het is integendeel essentieel om het volgende te onderlijnen : als men dan al de statisch structurele methode toepast (die de paleontoloog zo natuurlijk eigen is, maar die zou moeten aangevuld worden met een structuurvergelijking der functionele systemen, der gedragssystemen, en voor alles der evolutiesystemen) dan mag men de ontwikkeling van de cerebrialisatie niet eenzijdig samenvatten als ontwikkeling van het bewustzijn, en als complexificatie. Er doen zich ook decomplexificaties voor (bijv. : de olfactieve loben degenereren in de loop van de ontwikkeling), en langs de andere kant voor zoverre men centra van het bewustzijn heeft kunnen opsporen zijn zij het niet die in de loop van de primatenevolutie de meest intense wijzigingen ondergaan (zelfs al mag men door analogie redeneringen veronderstellen dat analoge centra in analoge soorten dezelfde functies vervullen).

In het algemeen zouden we het volgende kunnen zeggen : het is onmogelijk om zoals Spencer vroeger en zoals Teilhard nu, de complexificatie als een algemene tendens der evolutie (of zelfs als de belangrijkste tendens ervan te beschouwen) en het is even onmogelijk om de ontwikkeling naar bewustwording als een algemene tendens der evolutie te beschouwen.

Deze structurele parameters zijn daarvoor niet geschikt omdat blijkt dat essentieel verschillende vormen van complexificatie en essentieel verschillende vormen van bewustwording mogelijk zijn.

Bewustwording is min of meer isomorfe afbeelding van een systeem op zichzelf. Verhoogde bewustwordingsgraad is verhoogde onafhankelijkheid van het beeld, en verhoogde functionele werkzaamheid van het beeld (met aan de limiet herhaling van het afbeeldingsproces hetzij in andere deelsystemen of in het beeld zelf). We zien dus als men ook een structurele bepaling van de bewustwording invoert, dat men de bewustwording in

vele richtingen maximaliseren kan. Dezelfde overweging geldt voor de andere parameter: complexificatie. Ook de graad van complexiteit van een systeem kan op vele manieren verhoogd worden: doordat men het aantal delen ervan opvoert; doordat men het aantal afhankelijkheden tussen de delen verhoogt; doordat men het aantal afhankelijkheden tussen delen en afhankelijkheden verhoogt.

Wat we hier opwerpen werd trouwens door Teilhard zelf aangevoeld als hij op 312-313 zijn schets van het « complexificatie » begrip geeft « par complexité d'un ensemble, je n'entends pas seulement le nombre et la variété des éléments formant cet ensemble, mais je pense plus encore à leur arrangement. ... Telle que je la comprends ici, la complexité est une hétérogénéité, organisée — et par conséquent centrée. Deux facteurs ou termes différents sont donc nécessaires pour traduire la complexité des systèmes: l'un exprime le nombre d'éléments et de groupes d'éléments, contenus dans le système; l'autre, beaucoup plus difficile à figurer, exprime le nombre, la variété et le resserrement des liaisons existant entre ces éléments sous une unité de volume » (313). Teilhard ziet het vraagstuk echter wel maar gaat er niet verder op in. Ten eerste zouden we mogen zeggen dat verhoging van complexiteitsgraad niet noodzakelijkerswijze ook verhoging van concentratiegraad is (zelf als het verhogen van afhankelijkheden tussen afhankelijkheden er een rol in zou spelen). Ten tweede zegt hij niet op welke manier de twee determinanten met elkaar moeten verbonden worden om de evolutieparameter te verschaffen.

Zeggen dat de evolutie erin bestaat structureel meer complexe systemen voort te brengen, is dus geen duidelijke uitspraak. Ze zal slechts begrijpelijk worden als men vastlegt op welke manier de complexiteit wordt gemeten.

Nochtans kan de keuze van de twee parameters van Teilhard: complexificatie en bewustwording ons erop wijzen dat we in een vergelijkende evolutietheorie der functionele systemen deze inderdaad moeten onderzoeken, maar dan de aandacht gericht houden:

- a. op de speciale vormen van complexificatie en cerebratie en
- b. op de totaalvorm van de evolutie der functionele systemen.

Wat we op pag. zoals p. 102 en 103 (ibidem) lezen waarin juist weer de minst bekende evolutie (namelijk de intellectuele ontdekking) als model wordt genomen om de meer en beter beschreven vormen van biologische en sociale evolutie te verklaren, gaat echter, menen we, juist in een richting tegengesteld aan degene die we van een algemene structuurtheorie van de evolutie zouden mogen verwachten.

Het transformisme is, volgens Teilhard zelf, geen hypothese maar het toepassen op de natuur van een denken dat noodzakelijk met verzamelingen en met reeksen werkt (p. 39 « réduit à son essence, le transformisme

n'est pas une hypothèse. Il est l'expression particulière, appliquée au cas de la vie de la loi qui conditionne toute notre connaissance du sensible : ne pouvoir rien comprendre, dans le domaine de la matière, que sous formes de séries et d'ensembles » (39). Het is niet door reeksen- en verzamelingsdenken dat we de intuïtie van vrijheid, spontaneïteit en ontdekking hebben ; en het betekent juist een zich afkeren van het denken met reeksen en verzamelingen te pogen om de ganse evolutie te begrijpen vanuit een model dat niet met zulke middelen werd geanalyseerd.

We vinden wel in het werk van Chardin een algemene tendens die fundamenteel samenvalt met degenen die we in dit artikel trachten te volgen : het pogen om de vorm van de evoluties van totaliteiten en van de totaliteit als evolutie en van de evolutie als totaliteit te zien (we herkennen onze bedoeling volledig, zoals men uit vroegere paragrafen kan opmaken, in pag. 153, en in pag. 156 en 157 waarin juist een veralgemening voor de atoomfysica en de sterrenkunde van het evolutionistisch gezichtspunt wordt voorgesteld, en in een schets van een « *histoire naturelle du monde* » die in 1925 reeds Von Weiszackers visie anticipeerde, en op blz. 348 « *de plus en plus, toute la physique nucléaire, toute la physique astrale, toute la chimie sont maintenant évolutions à leur façon. Et au moins autant toute l'histoire de la civilisation et des idées... L'Expression dans notre Esprit du passage du monde de l'état « Cosmos » à l'état Cosmogénèse* ». Maar we kunnen het niet eens zijn, om de redenen die we zojuist hebben uiteengezet, met de bijzondere vorm die de evolutiewet bij Teilhard krijgt « *la poussée fondamentale c'est la marche des êtres organisés vers un accroissement de spontanéité et de conscience* » (232) *omdat ze de grote evolutie in een van haar deelevoluties opsluit en de deelevolutie in kwestie in niet structurele termen uitdrukt.*

Ook in Spencer's structurele parameter van de evolutie ligt een fundamentele veelzinnigheid verborgen. Volgens hem is evolutie gelijktijdig maximaliseren van differentiatie en integratie. Hoe echter de integratiegraad meten en hoe de differentiatiegraad meten, waar de integratiegraad zonder twijfel functie is van de afhankelijkheid waarin alle correlaties zich bevinden ten opzichte van een kern van delen of van afhankelijkheden, centrale afhankelijkheid die echter als beter geïntegreerd kan worden beschouwd naarmate de kern kleiner is, naarmate de afhankelijkheid vollediger is, naarmate de kern zelf vollediger geïntegreerd is, naarmate de centrale afhankelijkheid in iedere afhankelijke variable directer tussenkomt. Ook de differentiatiegraad kan afhangen van het aantal delen, van het aantal verschillende relaties van die delen tot andere delen en tot extra systematische elementen, van het overeenkomen tussen de functionele en structurele verschillen der delen, van de aangepastheid van struc-

tuur aan functie en functie aan structuur. Juist zoals complexificatie in verschillende dimensies kan worden gezien en concentratie eveneens, en een evenwicht tussen concentratie en complexificatie kan worden gezocht zo kunnen ook integratie en differentiatie volgens verschillende dimensies worden beschouwd en zo kan ook op verschillende manieren evenwicht tussen integratie en differentiatie worden gezocht. De categoriën van Spencer zijn even veelzinnig als de categoriën van Teilhard en zijn dus evenmin geschikt om algemene evolutieparameters te verschaffen.

De belangrijkste opmerking die we echter moeten maken is de volgende : als we het bouwplan van de arthropoda met het bouwplan van de chordata vergelijken dan zien we inductief dat er evolutiedruk kan zijn over het ganse bestaan van de aarde om juist een compromis tussen integratie en differentiatie te realiseren met nadruk op differentiatie (zowel wat groepsleven als wat individuele lichaamsbouw betreft voor de hogere arthropoda ; en zeer duidelijk bij de annelida) terwijl daarnaast evolutiedruk kan bestaan voor nadruk op integratie (chordata). In de geschiedenis van deze grote rijken zelf kunnen dan nog weer afzonderlijke deelcompromissen gesloten worden.

In het algemeen kunnen we zeggen, *als we de evolutie essentieel als evolutie van evolutievormen willen zien*, dat we zuiver statisch structurele parameters die uiteindelijk slechts het fenotype betreffen niet als hoofdfactoren van de evolutie zullen beschouwen en ze dus ook niet als hoofdbeschrijvingscategoriën zullen gebruiken.

Informatie-theoretisch gezien kunnen we in de evolutie de informatie inhoud der evoluerende eenheden verhogen of verlagen, of constant houden.

Als de informatie inhoud constant houden dan kunnen we dat doen door telkens nieuwe signalen in te voeren maar tegelijk de redundantie zo op te voeren dat de informatieinhoud niet stijgt.

Als we echter alle eenheden volledig afhankelijk worden van een centrum, dan zou dat de informatieinhoud van het levend wezen tot nul herleiden (wat ook het aantal verschillende delen en relaties in het systeem weze). Dit zou natuurlijk het einde van het werkingsgebied van deze evolutiewet betekenen.

Cybernetisch gezien zou men de Spenceriaans-Teilhardiaanse wetmatigheid als het steeds maar verhogen van het aantal nieuwe feedbacks, vergezeld van het steeds maar verhogen van het aantal feedbacks die feedbacks samen controleren kunnen zien. Gebruik makend van deze analogieën mogen we zeker zijn dat slechts voor bijzondere kanalen de foutenwaarschijnlijkheid slechts op peil kan worden gehouden (id est : efficiënte reproductie verzekerd) door regelmatig opvoeren van aantal tekens en redundanties, en slechts voor bijzondere storingsreeksen kan de norm

slechts worden bereikt door regelmatig vermeerderen van aantal feedbacks en controlefeedbacks. Voor sommige kanalen en sommige storingsreeksen is het mogelijk redundatie trager of sneller op te voeren, en eveneens mogelijk de controlecentra minder snel of in sneller ritme te veranderen.

We kunnen zelfs door het intrinsiek eindig karakter van deze evolutievormen te beklemtonen dat als zijn de evolutie van het ganse systeem moeten kenmerken, dit systeem noodzakelijkerwijze slechts een eindige evolutiemogelijkheid heeft. Verder kunnen we bijvoegen dat voor milieus die sterk gelocaliseerde variaties vertonen, het aangepaste systeem een sterk gedecentraliseerd systeem kan zijn, als het ook door snelle en gelocaliseerde antwoorden compenseren kan. Eindelijk zal de evolutiemogelijkheid van een systeem dat altijd meer en meer complex en altijd meer en meer gecentraliseerd wordt moeten afnemen (want het zal altijd minder en minder gemakkelijk worden wijzigingen aan te brengen; we hebben integendeel juist gezien dat de succesvolle genotypen wat differentiatie en integratie betreft een grote variabiliteit vertoonden).

We willen deze uiteenzetting over de structurele ontwikkelingstheoriën nog besluiten met de volgende opmerking: terwijl wij er niets tegen op hebben een evolutie vanuit een willekeurig gekozen stadium te begrijpen (dat een eerste of een laatste stadium kan zijn) en dus zeker het verwijt van anthropocentrisme niet tegen Chardin willen geldig maken als hij poogt de evolutie vanuit de evolutie van de mens te begrijpen (we betreuren alleen dat hij juist zijn structurele methode bij de mens opgeeft), moeten we toch op de verkeerde opvatting wijzen die Teilhard's visie kan wakker roepen: in werkelijkheid is de evolutie van een sterrenstelsel deel van de evolutie van een melkwegstelsel, de evolutie van een planeet deel van de evolutie van een sterrenstelsel, de evolutie van de levende wezens deel van de evolutie van de biosfeer, en de evolutie van de mens deel van de evolutie van de levende wezens. We moeten deze evoluties dus als delen van elkaar beschouwen als we een algemene evolutiewet willen zoeken, en we mogen ze niet als elkaar voortzettend of als in elkaar overlopend beschouwen. Naar alle waarschijnlijkheid verlopen miljoenen levensgeschiedenissen en miljoenen bewustzijngeschiedenissen in verafliggende planeten gelijktijdig.

In onze eigen visie zien we dus het heelal als een evolutie van relatief onafhankelijke systemen, met als deel de evolutie van complexe in interactie met elkaar evoluerende, afhankelijke systemen. (Tragere evoluties bestaan dus gedeeltelijk uit sneller evoluties; evoluties met minder cyclussen bevatten dus evoluties met meer cyclussen). De structuur van dit geheel schijnt geen intrinsieke grens te bevatten en de toekomstige menselijke evolutie zal dus waarschijnlijker een nog sterker interactie

tussen de culturele en biologische evolutie zien ontstaan (veranderen van biologische door culturele; veranderen van culturele door biologische; ontstaan van nieuwe (automata) aanpassende systemen; ontstaan van nieuwe maatschappij en bewustzijnvormen als aanpassing aan nieuwe cultuur- en evolutievormen). Onze visie kan echter niet tot de finalistisch ethische visie van Spencer of Teilhard leiden vermits we juist meenden te moeten onderstrepen dat ieder van deze evolutievormen op zichzelf noodzakelijk was en in zekere richtingen de evolutiemogelijkheden maximaliseert.

Nadat we in wat voorafging een eerste structurele beschrijving van de totaalevolutie hebben leren kennen en evalueren, zullen we in wat volgt een eerder functionele beschrijving trachten te ontleden.

B. Functionele Algemene Evolutietheoriën.

We lezen op blz. 389 van Huxley's boek « Evolution »: « These major processes in evolution thus consist essentially in a greater extension of life's activities in new areas and into new substances; in a greater intensity of exploitation; and in a progressive increase of life's control over and independence of the environment » (389).

Huxley komt tot dit besluit op grond van de volgende inductie: hij beschouwt de opeenvolging van dominante typen die in de geschiedenis van het leven opgetreden zijn (trilobiten, ostracovissen, reptielen, gewervelden, de mens) en stelt vast dat deze typen in een duidelijke ontwikkelingsrij kunnen gerangschikt worden: « progress is an improvement in efficiency of living in general » (562). Specialisatie is de verhoging van de efficiëntie van zekere functies ten koste van de verlaging van de efficiëntie van andere functies. Vooruitgang is de verhoging van de totaalefficiëntie.

De vraag is natuurlijk: hoe met deze efficiëntie gemeten worden? Om het efficiëntiebepaling te mogen toepassen, moeten we ieder evoluerend systeem bepalen als een machine waarvan we de functies kennen (bijv. de ster als een stralings- en contractiemechanisme, het levend wezen als een stofwisselingssysteem dat zichzelf reproduceert, de mens als cultuurdrager id est als systeem dat zijn eigen milieu opbouwt) en dan moeten we voor iedere functie een efficiëntieindex trachten aan te duiden, om dan een totaalefficiëntieindex op te stellen.

Pag. 564 lezen we bij Huxley « we have thus arrived at a definition of evolutionary progress as consisting in a raising of the upper level of biological efficiency, this being defined as increased control over and independence of the environment » (565).

We moeten de aandacht erop vestigen dat de bepaling van het levend wezen door zijn voedselverzameling, voedselvertering, voedseltransport, signalisatie, energiereservaat, excretiesysteem, niet noodzakelijk en zelfs niet waarschijnlijk leidt tot de bepaling van de verhoging van totaalefficiëntie van al deze systemen door verhoogde controle en onafhankelijkheid. Inderdaad : we kunnen juist zeggen dat de verhoging van het aantal delen opgeslorpte en uitgestoten materie, de verscherping van de selectie ervan, enz., niet neerkomen op onafhankelijkheid van de omgeving en ook niet op controle over de omgeving maar integendeel op selectieve afhankelijkheid van de omgeving en op grotere bewegelijkheid in de omgeving. Huxley, inplaats van het moeilijke detailvraagstuk der efficiëntieindices voor de voornaamste levensfuncties aan te vatten, gaat integendeel door het identiëren van efficiëntievermeerdering met controle- en onafhankelijkheidsvermeerdering weer in de richting van de à priori opvattingen die hij wenst te vermijden.

We willen nu eerst, een algemene opmerking maken over de mogelijkheid om de Huxley's evolutieparameters in een algemene evolutietheorie in te schakelen. Ze bestaat zonder enige twijfel. We kunnen de efficiëntie van alle processen bepalen waarvan we de grondstoffen, de producten en de tijd kunnen vaststellen (de efficiëntie wordt dan bepaald door de breuk geproduceerd product op grondstof per tijdseenheid). We kunnen dus de efficiëntie van een ster, van een planeet, of van een cultuur bepalen voor zover we de functies ervan kunnen vastleggen. Dit vastleggen van de functies komt echter neer (en dit is de grote reserve die we moeten formuleren) op het vastleggen van een bepaling voor het systeem waarvan we de functies beschrijven. Nu behoort tot het geheel van deze functies voor een evoluerend systeem (en ieder werkelijk systeem is een evoluerend systeem) ook de evolutievorm. We moeten dus de evolutievormen van het systeem kennen vóór we de efficiëntieindex voor het systeem kunnen opstellen, en in dit opzicht moet de efficiëntieindex dus niet de opstelling van een algemene evolutiewet voorafgaan maar moet ze veeleer volgen.

De lezer moge er zich van overtuigen dat in de idee van de vervolmaking als evolutiewet een intrinsieke bepaling van het evoluerend systeem nodig is, door een blik te werpen op een artikel van A. Haas « Naturphilosophische Betrachtungen zur Finalität und Abstammungslehre » in « Das stammesgeschichtliche Werden der Organismen und des Menschen » (25). In dat artikel wordt op blz. 503 het organisme met Overhage als totalitair en onafhankelijk systeem bepaald en de evolutie afhankelijk gemaakt van de graad van totaliteit en onafhankelijkheid terwijl even later Haas zelf,

(25) Uitgever Herder, Basel 1959, pp. 532.

de Aristotelische bepaling van het leven als zelfbeweging aanvaardend tot het besluit komt « zwar ist der Grad der Vollkommenheit in der die Selbstbewegung bei einem Lebewesen auftritt, zugleich der Grad der Lebensstufe das es im Reich der Lebendigen einnimmt » (507).

We willen niet betogen dat deze bepalingen adekwaat zijn, maar we willen alleen erop wijzen dat inderdaad het efficiëntie criterium een wezensbepaling (en voor evoluerende wezens, dus een evolutiebepaling) veronderstelt.

Als derde opmerking willen we er toch bijvoegen dat de poging om de evolutierichting door verhoogde onafhankelijkheid en controle te karakteriseren, weer de nadelen vertoont die ook de structurele criteria eigen zijn. Namelijk :

- a. de criteria bepalen een evolutievorm die intrinsiek eindig is en
- b. de twee criteria zijn gedeeltelijk tegenstrijdig, en gedeeltelijk dubbelzinnig.

Inderdaad : veronderstellen we een volledig van zijn omgeving onafhankelijk levend systeem. Het is daardoor ipso facto dood, want geen open systeem meer. Veronderstellen we een systeem dat volledig zijn omgeving beheerst. Het is om dezelfde reden dood want het kan niet meer door de buitenwereld die het volledig controleert beïnvloed worden. Met andere woorden : in beide gevallen kan geen informatie meer worden overgemaakt naar het systeem in kwestie.

Deze evolutievorm is dus noodzakelijk eindig (en lijkt in dit opzicht veel op de evolutievorm van volledig gemengde sterren, die tot zwarte dwergen evolueren ; alhoewel we vroeger in deze paragraaf meer de indruk hadden dat we de evolutie van levende wezens in de richting van maximale specialisatie met sluiting der ontwikkelingsmogelijkheden moesten vergelijken aan de sterevolutie die we zojuist citeerden terwijl de nova explosies met schepping van nieuwe complexen juist vergeleken konden worden aan de nog open blijvende totaal efficiëntieverhogingen). Maar dit zou nog geen fundamenteel bezwaar zijn, omdat tenslotte dit einde slechts asymptotisch hoeft te zijn. We moeten echter verder gaan.

Het begrip controle is dubbelzinnig : ik kan mijn omgeving controleren in zoverre ik er willekeurige transformaties in kan veroorzaken en willekeurige transformaties erin kan beletten. De graad van controle hangt af van het aantal der transformaties die ik kan veroorzaken, het aantal die ik kan beletten, het aantal andere transformaties die ik noodzakelijk moet gebruiken om er andere te veroorzaken en te beletten, de verscheidenheid en de afhankelijkheid van deze transformaties. Weer opnieuw dus : volgens vele verschillende groeirichtingen kan mijn controle over mijn omgeving groeien. Het blijkt weer (zoals gewoonlijk in de tot nu toe

gegeven algemene evolutie-parameters) nuttig te zijn de evolutie te kenmerken door de vorm van controlevermeerdering die met een evolutieve transformatie verbonden is, maar het blijkt ongewenst om te geloven dat een algemene en unieke bepaling van de parameters als door de evolutie gemaximaliseerd zou kunnen worden aanvaard.

Aan de andere kant ben ik van mijn omgeving onafhankelijk als ik door processen in die omgeving niet of weinig gewijzigd word. Met andere woorden : de graad van controle van de omgeving over mij is omgekeerd evenredig met de graad van onafhankelijkheid van mij ten opzichte van de omgeving. Alle dubbelzinnigheden van het controlebegrip moeten zich dus noodzakelijkerwijze opnieuw voordoen bij het onafhankelijkheidsbegrip.

Eindelijk moeten we ook besluiten dat als alle causale actie interactie is, we niet tegelijk onze omgeving kunnen controleren en er onafhankelijk van kunnen zijn. Hoe meer we ze kennen, hoe meer we erop gericht zijn, hoe dieper we onze omgeving beïnvloeden, hoe vollediger we ervan afhankelijk worden. We zouden dus even goed de evolutie kunnen beschrijven als een tendens om meer afhankelijk te worden van de omgeving en meer de omgeving afhankelijk te maken van het leven. Maar deze dubbele tendens die dus reeds fundamenteel anders zou zijn dan degene die we bij Huxley hebben ontmoet moet dan nog weer worden gespecificeerd : de verschillende soorten en vormen van afhankelijkheid zijn evolutie-parameters, niet de afhankelijkheid zelf.

De theorie van de natuurlijke selectie kan ons toestaan om omstandigheden en milieuvariaties te beschrijven waarin evolutieve voordelen worden bezorgd :

- a. aan systemen die de efficiëntie van opname, transport, uitscheiding, energietoevoer, signalisatie eenzijdig versterken of alzijdig opvoeren (door een verandering die in een van de gegeven systemen begint);
- b. aan systemen die hun afhankelijkheid of onafhankelijkheid van de omgeving, de onafhankelijkheid of afhankelijkheid van de omgeving ten opzichte van henzelf opvoeren.

We mogen dit onderwerp niet verlaten vooraller we hebben vermeld dat in verschillende, anders sterk van elkaar afwijkende werken (bvb. : T. A. Goudge : *The Ascent of Life* en F. Lotze « *Allgemeine Gestslichkeiten der Lebensgeschichte* »), nog een ander beeld wordt geschetst van een algemene ontwikkelingswet vóór levende wezens :

- a. naarmate de evolutie voortgaat neemt het aantal levende wezens toe ;
- b. naarmate de evolutie voortgaat neemt het aantal gebieden met levende wezens bevolkt toe ;
- c. naarmate de evolutie voortgaat neemt het aantal verschillende levende wezens toe ;

- d. naarmate de evolutie voortgaat nemen de verschillen tussen de verschillende levende wezens toe;
- e. naarmate de evolutie voortgaat neemt het aantal verschillende levende wezens in een gegeven gebied toe;
- g. naarmate de evolutie voortgaat neemt het aantal gebieden waarin een gegeven soort kan bestaan, in aantal toe.

Deze wetmatigheid, zuiver kwantitatief van aard kan gemakkelijk geformuleerd worden in een algemene evolutietheorie voor sterren of culturen (men hoeft slechts het begrip « levend wezen » door het begrip « willekeurig systeem » te vervangen) maar niets wijst erop dat in de anorganische of culturele evolutie deze wetten alle of gedeeltelijk waar zouden zijn (het aantal galaxiën of sterren schijnt niet te vermeerderen tenzij men een uitdijend heelal beschouwt; de densiteit van het heelal neemt in ieder geval niet toe en de bewegelijkheid van zijn deelsystemen even min; we zien ook het aantal culturen eigenlijk eerder in aantal verminderen dan in aantal toenemen, tenzij we deelculturen als incipiënte culturen beschouwen).

We hebben hier, in deze kwantitatieve wetmatigheid een van de minst betwistbare totaalbeschrijvingen van sommige ontwikkelingseigenschappen van de levende stof voor ons, (de mens, als biologisch wezen vertoont deze eigenschappen natuurlijk uiteraard zeer sterk). Het additief en cumulatief proces dat hier beschreven is, komt zeer duidelijk overeen met een overwicht geven aan het differentiërend aspect van de levensevolutie (structureel zou het kunnen in samenhang gebracht worden zowel met de verhoging van levensefficiëntie (intensere stofwisseling voor het totaallevens) als met de grotere differentiatie (door vermenigvuldiging).

C. Causale Evolutietheoriën.

We spreken hier over de Marxistische ontwikkelingstheorie. Dit onderwerp is niet eenvoudig te behandelen omdat in de Mitchurin-Lysenko periode zich een vorm van Lamarckisme ontwikkeld heeft dat voor Marxistische biologie doorging (en als zodanig, bvb. in het werk van Zirkle, beschreven en kritisch verworpen werd) en dat niettegenstaande alles toch met de grondstellingen van het Marxisme in tegenstrijd was, menen wij ⁽²⁶⁾.

Aan de hand van bijdragen van Segal en Tamaryt in het verzamelwerk « Naturwissenschaft und Philosophie » menen we integendeel de Marxistische

(26) Conway ZIRKLE : « Evolution, Marxian Biology and the Social Scene » (University of Pennsylvania Press, 1959, pp. 527) en « Naturwissenschaft und Philosophie », Akademie Verlag Berlin, 1960; G. Harig en J. Schliefsstein.

stelling als volgt te kunnen uiteenzetten : we stellen een systeem dat zich in een evenwichtstoestand bevindt. Dit systeem wordt gestoord door krachten uit zijn omgeving. Als het systeem stabiel is, dan zal het trachten de evenwichtstoestand opnieuw te bereiken (en het kan dit doen door kwalitatieve interne wijziging, door kwalitatieve externe wijziging en door verandering van betrekkingen tussen systeem en buitenwereld).

We maken nu een onderscheid tussen systemen die verschillende evenwichtstoestanden bezitten en systemen die één enkele evenwichtstoestand vertonen. Systemen met één enkele evenwichtstoestand worden ofwel vernietigd ofwel keren ze naar de initiale toestand terug. Systemen met verschillende evenwichtstoestanden kunnen naar een tweede evenwichtstoestand terugkeren die stabiel is (in deze zin dat hij sneller naar zichzelf terugkeert eens verstoord, of ten opzichte van meer prikkels naar zichzelf terugkeert). De natuurlijke selectie zal systemen met meerdere evenwichtstoestanden talrijker en talrijker maken.

In deze ontwikkeling stellen we dus een voortdurend door krachtentegenstellingen veroorzaakte kwalitatieve transformatie vast die (na de negatie der negatie, de opheffing der storing), door discontinue omslag, terugkeert op een gewijzigde manier naar de uitgangstoestand. Systemen die zich ten opzichte van verschillende storingen gestabiliseerd hebben kunnen nu samengroeien of niet. Het is evident dat de natuurlijke selectie zulke systemen zal bevoordelen die ten opzichte van verschillende storingen stabiel zijn. Systemen die ten opzichte van verschillende storingen stabiel zijn kunnen in de loop van het herstel van de primitieve evenwichtstoestand copijen van zichzelf produceren om de storing efficiënter uit te schakelen. Het is weer evident dat systemen die deze mogelijkheid verwerven door de natuurlijke selectie meer dan andere bewaard zullen worden.

Wanneer nu systemen de omgeving in zichzelf incorporeren (of een deel ervan) om gemakkelijker te kunnen compenseren, doordat ze voortdurend storingen compenseren die in niet te intense vorm optreden, dan worden de externe krachten interne krachten, en dan kunnen we weer opnieuw beweren dat de natuurlijke selectie zulke systemen bij voorkeur behoudt. Als nu de storingen, intern veroorzaakt, gecompenseerd worden door kwalitatieve transformaties die eerst voorbereid worden door kwantitatieve transformaties en als in deze kwalitatief nieuwe toestanden deelsystemen bewaard blijven die de oude evenwichtstoestanden vertonen, dan hebben we een benadering tot de klassiek dialektische evolutie.

Zoals Jakob Segal het met nadruk zegt kunnen we slechts een werkelijke benadering tot de dialektische evolutie krijgen, als we de volgende voorwaarden vervuld hebben :

- a. het systeem ontwikkelt zich onder druk van zijn interne tegenstrijdigheden,
- b. door kwalitatieve transformaties,
- c. op een irreversibile wijze,
- d. die vorige systeemperioden of stadia op een zekere manier bewaart.

Op blz. 354 komt Jan Kamaryt tot het besluit dat hij volgende criteria voor « ontwikkelingshoogte » kan vaststellen :

- a. het hoger ontwikkelde systeem is vrijer, van zijn omgeving onafhankelijker (inderdaad : als we een dialektisch systeem hebben dan evolueert het voornamelijk onder de druk van zijn interne krachten en wordt als het ware tegen externe storingen geïmmuniseerd door de interne storingen die het zelf veroorzaakt en overwint) ;
- b. het systeem evolueert ook in de richting van het meer complexe omdat steeds meer stabiele evenwichten moeten worden bereikt en dus ook copijen van vroegere minder stabiele evenwichten moeten worden bewaard ;
- c. de ontwikkeling is volstrekt irreversibel (omdat ieder nieuw stadium meer storingen sneller en vollediger moet kunnen compenseren).

Onze reactie op deze theorie is nu de volgende : de dialektische evolutietheorie wordt dus gekenmerkt door de volgende eigenschappen :

- a. de drijfkracht voor variatie wordt geleverd door interne tegenstellingen,
- b. die discontinue kwalitatieve transformaties veroorzaken,
- c. vroegere stadia ofwel in delen of als aspecten behouden,
- d. steeds hogere evenwichtstoestanden bereikend.

De ontwikkeling van organische, inorganische en culturele systemen toont integendeel dat vele evolutievormen erin bestaan :

- a. drijfkracht te leveren niet door dualiteiten maar door pluraliteiten ; niet door tegenstellingen maar door interacties die alle stadia van convergentie en divergentie vertonen ; door krachten die alle overgangstadias van intern tot extern vertonen ;
- b. dat alle mogelijke ontwikkelingsvormen van uiterste continuïteit tot uiterste discontinuïteit vastgesteld kunnen worden (en dat de bepaling van kwalitatieve transformatie moeilijk te geven is : iedere transformatie kan ofwel zuiver kwalitatief ofwel zuiver kwantitatief worden voorgesteld) ;
- c. dat slechts uitzonderlijk de natuurlijke selectie het behouden van vroegere stadia bevoordelen zal (inderdaad : alleen als de in vroegere stadia compenserende evenwichtsmechanismen in bepaalde delen of perioden van de ontwikkeling van het milieu een duidelijk geïsoleerde activiteit moeten blijven ontwikkelen ; als het dus duidelijk efficiënt is meer primitieve evenwichtsherstellende mechanismen nog aan het werk te stellen. Wat slechts in bepaalde omstandigheden het geval is) ;

d. dat de evolutie zeer gemakkelijk voor systemen met multiple evenwichtstoestanden van een evenwichtstoestand naar een ander zou kunnen leiden zonder dat de volgende evenwichtstoestanden hogere evenwichtstoestanden zouden zijn (zulke systemen zouden zich zelf efficiënt kunnen verdedigen tegen systemen met hogere evenwichtstoestanden, omdat het niet noodzakelijk is dat systemen met hogere evenwichtstoestanden ook zulke stimuli zouden voortbrengen die lethaal zouden zijn voor systemen met lagere evenwichtstoestanden).

We komen dus tot het volgend besluit: de marxistische evolutiehypothese krijgt in het kader van een algemene evolutietheorie een eigen plaats en een beperkte efficiëntie. Tegen de tegenstanders van de marxistische hypothese kan gezegd worden dat de algemene theorie van de natuurlijke selectie omstandigheden toont waarin juist de dialektische ontwikkeling door de natuurlijke selectie bevoordeligd zal worden. Tegen degenen die de marxistische dialektiek als algemene evolutietheorie zouden willen voorstellen kan echter worden gezegd dat ook omstandigheden kunnen worden beschreven waarin deze dialektiek juist niet als algemene evolutietheorie zou kunnen dienst doen.

We geloven dat we nu wel de drie meest invloedrijke pogingen om tot een algemene evolutietheorie te komen (op structurele, functionele en causale basis) kort hebben geëvalueerd. Na deze kritische bijdrage is een constructieve bijdrage gewenst. Kunnen we een schets voor een algemene evolutietheorie leveren?

Eigenlijk zijn we er niet toe verplicht. Want inderdaad: onze ganse aanpak bestond er juist in de noodzaak van een vergelijkende evolutietheorie te beklemtonen, *en te laten zien dat een algemene evolutietheorie niet noodzakelijk was om een vergelijkende evolutietheorie te ontwerpen die een poging deed om de verschillende evolutievormen met elkaar te vergelijken door ze in eenzelfde taal te beschrijven.*

En eigenlijk stellen we ook het belang van een algemene evolutietheorie niet zo hoog als vele anderen, omdat we boven en na de algemene evolutietheorie nog een analytische evolutietheorie als noodzakelijk stellen. Deze evolutietheorie zou juist de deductieve theorie der evolutievormen moeten zijn, en zou niet alleen de unieke evolutievorm die degene is die ons heelal volgt maar ook alle mogelijke evolutievormen deductief met elkaar moeten vergelijken.

Het zou zelfs mogelijk zijn, naar we vermoeden, dat de algemene evolutietheorie slechts ontwikkeld zal worden als op basis van de vergelijkende evolutietheorie, een analytische evolutietheorie ontstaan is, in het kader waarvan een bepaalde totaalevolutie eigenschappen van sluiting, en andere voordelen vertoont die onze aandacht voldoende erop richten tot we dan

in staat zijn uiteindelijk te verifiëren dat deze mogelijkheid ook in de totaalwerkelijkheid gerealiseerd is.

We willen hier echter toch wel een poging doen om een algemene evolutietheorie te schetsen, waarvan we echter de volgende eigenaardigheden op de voorgrond willen stellen :

1. we willen welbewust de evolutie niet zien als het maximaliseren van een aantal parameters, *maar als de vorm van een opeenvolging van een reeks vormen*. Dit standpunt nemen we in, na een vergelijking van de verschillende evolutievormen, op basis van een overtuiging die we zouden kunnen beschrijven als volgt : eens men levende wezens als totaliteiten heeft gezien, kan men niet de evolutie van deze totaliteiten door curven gaan voorstellen die de ontwikkeling van geïsoleerde variabelen voorstellen. Het is juist de kwalitatieve (en relationeel maar niet kwantitatief voorstelbare) interactie van deze curven die het essentiële van de evolutie uitmaakt ;
2. we willen een formalisme zoeken dat door zijn natuur zelf geschikt is om een algemene evolutietheorie uit te drukken, en tevens in staat om totaliteiten als zodanig te beschrijven. En we willen even sterk een formele interpretatie van de evolutie, als een evolutieve interpretatie van een formalisme.

De theorie die we hier evolutionistisch willen interpreteren zal dezelfde zijn, waarmee we in een vroegere publicatie de algemene systementheorie hebben trachten in verband te brengen (de theorie der categoriën) ⁽²⁷⁾.

We hebben een intrinsieke reden om de theorie der evolutie met de theorie der categoriën te verbinden.

Evoluerende systemen zijn open systemen die bepaald worden door de manier waarop processen die ze met de buitenwereld verbinden, in hen georganiseerd zijn. De evolutie van evoluerende systemen bestaat dus in een aantal transformaties van systemen die zelf bepaald zijn door transformaties.

Evolutie is veel meer dan dat, maar is essentieel toch, in haar meest algemene versie ook dat. Welnu : een categorie is een verzameling van objecten, samengenomen met de verzameling der afbeeldingen van deze objecten op elkaar. Vermits een proces zekere objecten met elkaar als begin- en eindstadium verbindt, mogen we een open systeem dus zeker laten overeenkomen met een categorie. (de lezer merkt natuurlijk dat we de objecten binnen systeem en omgeving niet van elkaar onderscheiden maar ze allen als tot één verzameling behorend behandelen dit is ons in eerste benadering ook toegestaan).

(27) L. APOSTEL « Théorie des Systèmes et Théorie des Prévisions » Gauthier Villars, 1965 « Colloque sur Systèmes et Prévision ».

De elementen van systeem en omgeving zijn de objecten van de categorie. De processen die deze elementen met elkaar verbinden zijn de afbeeldingen van deze categorie.

Evolutie bestaat in een wijziging van deze elementen en afbeeldingen. Evolutie is dus een afbeelding van categoriën. Eens te meer : ze is veel meer dan dat, maar ze is ook dat. Een afbeelding van de klasse der afbeeldingen van een categorie K in deze van een categorie K' is een functor. We mogen dus de evolutie van een stadium naar een tweede stadium als een functor bepalen, en de evolutie van een gans systeem doorheen stadia als een geordende klasse van functoren (of als categorie van functoren). Vermits we een evolutie ook kunnen beschouwen als een projectie van de geordende reeks van alle stadia op het eindstadium of als een projectie van het beginstadium op de geordende reeks van alle latere stadia (wat voor een eindige evolutie op hetzelfde neerkomt, voor een oneindige niet) kunnen we met een evolutie ook een functor met n plaatsen laten overeenkomen.

Men zou een ogenblik kunnen vrezen dat het functorbegrip toch geen algemeen skelet voor het evolutiebegrp zou kunnen opleveren omdat het de verandering van elementen der evoluerende systemen niet kan afbeelden vermits functoren slechts afbeeldingen op afbeeldingen projecteren.

Het is echter interessant vast te stellen dat de twee speciale eisen waaraan de afbeeldingen van een categorie onderworpen zijn, juist de benaderingsgraad van ons model verbeteren.

Inderdaad : er wordt verondersteld dat met ieder object een en een enkele afbeelding van het object op zichzelf overeenkomt (zodat men dus eigenlijk kan zeggen « die zwischen den Objecten einer Kategorie und ihren identischen Abbildungen in sich bestehende umkehrbar eindeutige Beziehung gestattet die Elimination der Objekte aus der Definition einer Kategorie » (p. 12) ⁽²⁸⁾).

De functor is dus een voldoende middel om ook de evolutie der systeem-elementen voor te stellen.

Het tweede postulaat waaraan het categoriebegrip onderworpen is, is het volgende : er is een product van afbeeldingen verklaard, voor zoverre het tweede element van de eerste afbeelding gelijk is aan het eerste element van de tweede. Deze productmogelijkheid geeft ons de mogelijkheid om systemen van afbeelding (in onze interpretatie van processen) te vormen. Zonder deze multiplicatie zou het model opnieuw minder adequaat geweest zijn.

(28) « Zur Theorie der Kategorien », A. G. Kurosch, A. Ch. Liwshitz, E. G. Schulgeifer, en M. S. Zalenko Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1963, pp. 80.

We menen dus dat we met het categoriënbegrip juist een van de essentiële eigenschappen van het evolutiebegrip gevat hebben, en we zijn ervan overtuigd dat een structurele en vergelijkende theorie van de evolutie juist van deze formalisering gebruik zou moeten maken.

We willen deze stelling op twee manieren trachten te verdedigen :

1. We willen trachten onze drie evolutietypen met behulp van het categoriënbegrip uit te drukken (en zo de lezer ervan te overtuigen dat de categoriëntheorie voldoende formele middelen bezit om de vergelijkende evolutietheorie te formaliseren).
2. We willen enkele van de hoofdbegrippen van de categoriëntheorie op de evolutietheorie toepassen.

I. Categoriënthooretische uitdrukking van sterrenevolutie

Een ster wordt dus gekenmerkt door twee krachten : de gravitationele die maakt dat stofdeeltjes worden aangetrokken ; de straling die maakt dat met verhoogde druk, verhoogde straling en met verhoogde straling, verlaagde druk gepaard gaat. Het is essentieel dat we hier in plaats van met één categorie met twee categoriën werken : systeem en omgeving, die elementen met elkaar kunnen uitwisselen, en in ieder van deze twee categoriën, met twee klassen van elementen : stof en photonen, die voor elkaar uitgewisseld kunnen worden.

De evolutie bestaat in het uitwisselen van s elementen van K_2 voor p elementen van K_1 , en van p elementen van K_2 voor s elementen van K_1 . Dit uitwisselen kan dus door chiasmaafbeeldingen formeel beschreven worden : de p elementen in K_1 worden afgebeeld in een volgend stadium op p elementen van K_2 en de s elementen van K_2 worden afgebeeld in een volgend stadium op s elementen van K_1 .

De functor moet dus een paar van categoriën op een paar van categoriën afbeelden, met verschillende klassen van elementen ieder.

De afhankelijkheid van de twee processen is zo geregeld dat in het allereenvoudigste geval een eenduidige afbeelding bestaat tussen de s introducties en de p -expulsies (of tussen deelklassen van de ene en de totaliteit der afbeeldingen van de andere). We willen hier juist niet tot het kwantitatieve overgaan maar vermelden slechts dat door het invoeren van categoriën met afbeeldingen als elementen, en door het opleggen van speciale voorwaarden op deze categoriën, ook een deel van de retroactiefunctie uitgedrukt kan worden.

We zijn nu nog niet tot een eigenlijk model der kerndeling gekomen. We kunnen ze als volgt formeel voorstellen : kerndeling gebeurt als delen van de categorie K_1 op een veelheid van delen, en later zelfs op een categorie met delen als elementen worden afgebeeld door de evolutieafbeelding.

We kunnen de intensificatie van de straling die met deze transformatie gepaard gaat, dan als volgt voorstellen : in ieder stadium worden in K_1 ook s op p deeltjes geprojecteerd (met een zekere multipliciteit van kodomein voor een zekere multipliciteit van domein). Naarmate nu de afbeelding van delen op deelklassen gebeurt, zal de multipliciteit van domein op kodomein of de multipliciteit van de p -verwisseling ook vermeerderen (dit kan ook weer zuiver formeel worden uitgedrukt als volgt : de afbeelding van de p afbeeldingen van een stadium op de p afbeeldingen van het volgend stadium zijn een-meerduidig).

2. *Categoriëentheoretische uitdrukking van de biologische evolutie.*

Hier hebben we een ander grondbegrip van de categoriëentheorie nodig : Isomorfie bestaat tussen twee categoriën als alle afbeeldingen van de eerste op afbeeldingen van de tweede afgebeeld kunnen worden zodat de afbeelding van een multiplicatie ook de multiplicatie van de afbeelding van haar termen is.

Een zichzelf reproducerend systeem is een systeem dat tenminste 1 maal door het evolutieproces afgebeeld wordt op een paar systemen waarvan een isomorf is aan het tweede. Sexuele reproductie betekent dat tenminste eenmaal paren van categoriën door het evolutieproces afgebeeld worden op triaden waarvan de elementen isomorf zijn aan elkaar. Genetische evolutie bestaat in het isomorf afbeelden van systemen op eigen deelsystemen, en de meiosis-mitosis processen kunnen gemakkelijk als een ruitvormig proces opgevat worden waardoor de twee isomorfe deelsystemen zich delen, en waardoor de delen uitgewisseld en verbonden worden om opnieuw een isomorf deelsysteem te verkrijgen.

Dit model is echter nog zeer onvolledig omdat evolutie nog niet mogelijk is (de reproductie is perfect). Om evolutie in te voeren moeten we in plaats van perfecte isomorfie, gedeeltelijke isomorfie invoeren. En bovendien moeten we ook nog natuurlijke selectie invoeren, en geografische isolatie.

Geografische isolatie betekent dat een categorie van categoriën (een populatie van levende wezens) afgebeeld wordt op een verzameling van categoriën van categoriën (afgebeeld wordt op n populaties) die ieder een deel der afbeeldingen van de eerste categoriën bevatten. De reproductiemogelijkheid tot de deelklasse beperkt betekent dat alleen paren van elementen of van delen van elementen van dezelfde categorie op nieuwe elementen van dezelfde categorie zullen worden afgebeeld. Voor ieder element van een categorie van categoriën (voor ieder lid van een populatie) geldt dat op een bijzondere klasse van gedeeltelijke isomorfe systemen wordt afgebeeld. (en dus ook de isomorfiegraad en vorm voor com-

binaties van delen van zulke quasi-isomorfe deelsystemen is variabel). Eindelijk zullen we natuurlijke selectie invoeren door te zeggen dat de graad van een-meerduidigheid van de afbeeldingen van paren van categoriën afhangt van het aantal processen in de buitenwereld die door aangepaste actie van het levend wezen in delen van het levend wezen omvormd kunnen worden (a op b, c op d, en bd op ef).

3. *Categoriëtheoretische Afbeelding van Cultuurevolutie.*

Zoals wij de cultuur hebben bepaald (namelijk als een gedragspatroon, dat de inwerking van groepen levende wezens op de omgeving structureert) komt een cultuur overeen met een categorie van afbeeldingen van een categorie op een andere (de afbeeldingen van het levend wezen op de omgeving). Zoals we de cultuurevolutie hebben gezien bestond ze in het steeds langer en complexer worden van de cyclische inwerking op de buitenwereld, in het inschakelen van de extremen van de vroegere cycli als interne elementen in een latere cyclus en in het inschakelen van de levende wezens zelf als elementen in cycli door andere levende wezens gedragen.

Dit was het essentiële van de cultuurrevolutie van de primitieve mensheid.

Als we een categoriëtheoretische vertaling voor dit proces zouden kunnen vinden dan zouden we ook de mogelijkheid hebben in beginsel om voor latere cultuurevolutie een categoriëtheoretische vertaling te ontdekken. We zullen ons daarom hiertoe beperken.

We moeten nog het begrip contravariante functor en duale categorie verklaren, en ook de afbeelding van een afbeelding op een object invoeren. Met behulp van deze twee begrippen zullen we kunnen weergeven wat we hier wilden zeggen.

Een functor is contravariant als de afbeelding f van een proces ab gelijk is aan het proces b^1a^1 . Met afbeeldingen van a naar b komen in een duale categorie afbeeldingen van b naar a overeen. Een categorie die naast alle afbeeldingen van een eerste categorie ook alle duale afbeeldingen bevat heet een cyclische categorie. De graad van multipliciteit van een cyclische categorie is het aantal aan elkaar duale categoriën dat ze bevat. Cyclische bewerkingen kunnen overeengebracht worden met zulke complexe categoriën.

De cultuurevolutie kan nu als volgt worden gezien: we hebben een categorie van afbeeldingen van levende wezens op omgevingen (categoriën K op K').

We vermeerderen de graad van cycliciteit: id est: het zijn nu reeksen van categoriën die samen de duaal vormen van een andere reeks. De eind-

punten zijn de punten die de duale categoriën als uitgangspunten nemen. We zien de evolutie ook deze eindpunten als uitgangspunt van directe categoriën gebruiken.

Eindelijk worden de categoriën zelf als elementen in de cyclische ketens ingeschakeld. (dit alles komt overeen met de overgang van vruchtenverzameling naar vruchtencultuur en met de overgang van dorp naar stadscultuur).

We zien dus dat de mogelijkheid bestaat om de drie hoofdevolutievormen inderdaad gedeeltelijk categoriëtheoretisch te modelleren. Om nu een algemene en theoretische evolutieleer te ontwikkelen zouden we een categoriële uitdrukking moeten vinden voor het heelal waarin deze drie evolutievormen tegelijk voorkomen.

We beschouwen dit probleem als volledig onopgelost zelfs voor de zo verarmende beschrijving die we hier van de drie evolutievormen gegeven hebben.

Wel kan onze beschrijving ons een paar opmerkingen suggereren: het heelal is een evoluerend systeem dat naast afbeeldingen van elementen op elementen, ook afbeeldingen van elementen op categoriën, van elementen op afbeeldingen van categoriën op categoriën, van reeksen van categoriën op reeksen van categoriën, en van afbeeldingen van categoriën op afbeeldingen van categoriën bevat.

De sterrenevolutie beeldt categoriën van idealen van de eerste categorie af. De biologische evolutie beeldt categoriën op quasi-isomorfen van de eerste af. De cultuurevolutie beeldt categoriën op elementen van afbeeldingen van categoriën af.

De totale evolutie verbindt deze drie afbeeldingen als afbeeldingen van deelcategoriën op deelcategoriën (later komende in de lijst zijn eigenlijk deelafbeeldingen van de vroeger komende).

Als men dus de totale evolutievorm op een min of meer arbitraire wijze tot een van zijn aspecten herleidt kan men inderdaad wel tot een lineaire reeks komen (de totaalevolutie schijnt zowel systemen zelf, als hun interne isomorfen en hun externe deelisomorfen te laten evolueren, en de systemen als elementen in de evolutie van de isomorfen en de deelisomorfen in te schakelen).

We wilden niet nalaten te tonen dat dus niet alleen zuiver kwantitatieve en lineaire benaderingen tot een totaaloverzicht leiden. We houden er echter aan de gevaren en nadelen van zulke formules te beklemtonen. Wat wij juist nodig hebben is het werkelijk volgen van de totaalvorm der ontwikkeling in al haar richtingen en in al haar complexiteit. We moeten overzichtelijkheid wel offeren aan adekwatie zonder daarom eenheid te verliezen. We menen dat onze categoriëtheoretische formulering ons de gelegenheid daartoe biedt.

Laten we nu deze poging tot extreme veralgemening besluiten door enkele hoofdbegrippen van de categoriëentheorie evolutie-theoretisch te benaderen om te zien of we ze nuttig zouden kunnen gebruiken.

1. Een deelcategorie van een gegeven categorie is een categorie die alle objecten van de eerste bevat maar slechts een deel der afbeeldingen, ofwel alle afbeeldingen maar slechts een deel der objecten, ofwel slechts een deel der objecten en der afbeeldingen. Men zou een evolutievorm kunnen bepalen als een afbeelding van deelcategoriën op categoriën of van categoriën op deelcategoriën.
2. Het begrip « totaalelement » van een categorie wordt als volgt bepaald : i is een totaalelement als er een afbeelding van i op ieder object van de categorie bestaat, en als, voor het geval er twee verschillende afbeeldingen van een element a naar een element b voeren, het product van de afbeelding van i op a met de eerste van a op b , verschilt van het product van de afbeelding i op a met de tweede van a naar b . Een totaalobject is dus eigenlijk een object van waaruit de multipliciteit van een categorie evolutief zou kunnen afgeleid worden op zulke manier dat als twee verschillende evolutieketens van een object a naar een object b leiden, ook de totaalevolutie vanuit i verschillend zou zijn. Het begrip « ko-totaalobject » zou juist een object daarstellen waarheen alle evolutieketens van een gegeven categorie zouden voeren (als men de afbeeldingen zelf als evolutieketens zou interpreteren).
3. Het begrip « concrete categorie » (namelijk : een categorie waarvan de objecten steeds verzamelingen uitmaken) is zeker van dien aard dat alle evolutieve categoriën, concrete categoriën moeten zijn (vermits alle evoluerende eenheden systemen moeten zijn).
4. Geen evolutieve afbeeldingen zijn omkeerbare afbeeldingen. Als we omkeerbare afbeeldingen als soortgelijkheid willen opvatten : een object van type o behoort tot dezelfde soort als een object van type o' als o zowel naar o' als o' naar o kan evolueren) dan drukt de stelling « alle skeletten van een gegeven categorie zijn isomorf » de monophyletische stelling uit (namelijk : alle stambomen die vanuit een gegeven soort een en slechts element uitkiezen en dit element verbinden met de elementen waartoe het door evolutie leidt, zijn structuurgelijk). Daar we waarschijnlijk de polyphyletische stelling zullen moeten aanvaarden moeten we dus tot het beluist komen dat de volledige evolutieve gelijkwaardigheid slechts approximatief kan bestaan.
5. Twee centrale begrippen in de categoriëentheorie zijn de begrippen : momomorfisme en epimorfisme. Laten we weer afbeeldingen als evolutieketens beschouwen. Dan wordt een momomorfisme een evolutie van de volgende aard : systeem a evolueert in systeem b . Elke evo-

lutie die van een systeem c naar a leidt, komt dan overeen met een en slechts een evolutie die van systeem c naar systeem b leidt. Dit betekent dus dat als de evolutie eenmaal van een systeem a naar een systeem b is gekomen, ze slechts zoveel maal op een andere manier naar b kan komen als ze op een andere manier naar a kan komen. Een evolutie met deze eigenschap zal een diversifiërende evolutie zijn. Nemen we nu een epimorfisme. Hier stellen we vast dat als a naar b evolueert, en b naar c , dan mogen er niet meer en juist zoveel wegen bestaan om van b naar c te komen als er wegen bestaan om van a naar c te komen.

Nog vele andere hoofdbegrippen van de theorie der categoriën zouden bruikbaar kunnen gemaakt worden in de theorie der evolutievormen.

We zijn op dit ogenblik nog volstrekt niet in staat om een analytische of deductieve theorie der evolutie te ontwikkelen. We hopen dat de formalisatie van de vergelijkende evolutietheorie stappen in die richting mogelijk zal maken.

In ieder geval is het nu reeds mogelijk, met behulp van deze categoriëentheorie verschillende in andere algemene evolutietheoriën vermelde evolutievormen formeel met elkaar te vergelijken :

- a. evoluties die erin bestaan de differentiatiegraad te verhogen, kunnen we voorstellen als evoluties die categorie-elementen op categorieëlementen een-meerduidig afbeelden, en die afbeeldingen op afbeeldingen één-meerduidig afbeelden.
- b. Evoluties die erin bestaan onafhankelijkheid van systemen te vermeerderen kunnen we voorstellen als afbeeldingen van categoriën (of als een gedeeltelijk verminderen van relaties en dus meer-eenduidig afbeelden van relaties op latere afbeeldingen).
- c. Afbeeldingen die erin bestaan de efficiëntie van levensverrichtingen te verhogen kunnen we voorstellen als afbeeldingen die het aantal omkeerbare afbeeldingen verhoogt, of het aantal opnamen en uitstotingen van elementen verhoogt of het aantal voortgebrachte isomorfie systemen vergroot of de isomorfiegraad verhoogt.

We willen niet verder gaan, maar we zouden de formele eigenschappen van afbeeldingen van ieder van die soorten aan een deductief onderzoek kunnen en moeten onderwerpen om ze dan weer te vergelijken met de formele eigenschappen van de afbeeldingen die we in ons eigen onderzoek hebben ontmoet.

We zijn dus nog zeer ver verwijderd van een algemene of van een deductieve evolutietheorie maar we beginnen reeds de eerste schetsen te bezitten van een vergelijkende evolutietheorie en van een geformaliseerde vergelijkende evolutietheorie.

We hopen dat de aanpak die we in deze bladzijden hebben verdedigd bij kan dragen om het wantrouwen van de wetenschap tegen overhaaste algemene evolutietheoriën weg te nemen, en om het wantrouwen van de metafysicus tegen een poging om de algemene vorm van het heelal vanuit de studie van zijn details naar voor te halen, eveneens te verminderen. We menen dat, als men verder in deze richting doorgaat, het mogelijk zal blijken iets te begrijpen van de verborgen harmonie die dit ontzaggelijk gebeuren zowel toont als verbergt.

Leo APOSTEL