

STANDPUNTEN EN KANTTEKENINGEN DE NEURO-CEREBRALE EN SOCIO-CULTURELE PARAMETERS VAN HET MENSELIJK EXISTEREN

Ontleding van Changeux's *L'homme de vérité* twintig jaar na *L'homme neuronal*

Rudolf Gutwirth¹

Twintig jaar na *L'homme neuronal* komt J.-P. Changeux te voorschijn met een uitgediepte en verfijnde versie van zijn bio-filosofische antropologie. In deze *L'homme de vérité*² blijft hij weliswaar trouw aan de trend van zijn eerste werk maar maakt hij gretig gebruik van de belangrijke vorderingen die plaats vonden gedurende de twee laatste decennia op het gebied van de speurmethodes (o.a. de elektro-encefalografie, de magnetische resonantie, het nauwkeurig opvolgen van de bloedsomloop in de hersenen en de biochemische ontleding van genomen waaronder het menselijk DNA) en het daarmee verbonden denkwerk. Alle aspecten van het onderwerp worden aldus nogmaals in dit gunstig perspectief doorgrond: zowel de elektro-oscillatorische en de scheikundige neuro-cerebrale autonome en uitwendig verbonden werking van de neuronen, hun groeps- en netvorming rekening houdend met de signalen van de omgeving en de inwendige *réentrées*, de genetische en de evolutionistische aspecten en de linguïstische en socio-culturele dimensies als, maar dan in mindere mate, de ethische conclusies.

De neuronen als "oscillatoren" en de chemische context

In *L'homme neuronal* kwam Changeux tot de conclusie dat de neuronen autonome elektrische en scheikundige activiteiten ontwikkelen. Sinds de XIXde eeuw wist men al dat de werking van de hersenen in verband gesteld kan worden met elektriciteit. Het lukte zelfs de betrokken elektrische spanning te meten. Changeux heeft daar in *L'homme neuronal* een uitleg voor. Binnen de neuronen, schrijft hij, zijn er 10% minder natriumionen dan erbuiten en omgekeerd 10% meer kalium dan aan de buitenkant. Changeux dacht toen dat vooral het eerste verschil het belangrijkste was met als gevolg de ontlading van elektriciteit. Men had trouwens ontdekt dat een enzym, de ATPase (adenosin trifosfatase) de spanning beheerde. Ze zorgde na ontlading voor het herstel van een tekort van de innerlijke natriumionen zodanig dat het proces zich weer kon herhalen, enz...³ De zenuwcel was m.a.w. vergelijkbaar met een autonome oscillator.

¹ De auteur is doctor in de wijsbegeerte, Universiteit van Poitiers.

² Jean-Pierre Changeux, *L'homme de vérité*, Odile Jacob, Paris, 2002, 446 pag., ISBN 2 7381 1119 X

³ Cf.: Jean-Pierre Changeux, *L'homme neuronal*, Hachette, Paris, 1998, p.98: "Il s'agit d'une protéine, d'enzyme-pompe qui traverse la membrane, capture les ions d'un côté de la membrane et les transporte de l'autre."

In *L'homme de vérité* is Changeux genuanceerder. De ontladingen betrekken niet alleen de natriumionen. Ook het kalium, het calcium en chloorzout zijn van de partij.⁴ Specifieke proteïne-kanalen zouden bovendien zorgen voor de doorgang van de desbetreffende ionen in de ene of de andere richting door de begrenzenende membraan.

Maar de neuronen beperken zich niet tot deze ionische uitwisselingen met hun uitwendige omgeving. Ze hebben ook contacten onderling door hun protoplasmische filamenteuze verlengingen, dendrietten en axonen. Deze laatste zijn weliswaar niet rechtstreeks verbonden met de andere cellen. De communicatie ontstaat door nauwe contiguitet. Deze losse verbinding tussen namelijk een axon en een uitwendige neuron heet synaps. De begrenzing is bepaald door twee membranen. Aan de kant van de axon, schrijft Changeux in *L'homme neuronal*, zijn er meerdere blaasjes. De membraan van de gecontacteerde neuron is daarentegen breder en elektrisch passiever. Er ontstaat alleen een respons van de postsynaptische membraan door de tussenkomst van een geëigende neurotransmitter, meestal acetylcholine. Twee kanalen worden dus ingezet voor de communicatie: één voor het ionische optreden en het andere voor de chemische medewerking. Het zou de wisselwerking tussen beide doorstromingen zijn die zorgt voor het effect aan de kant van de receptie.

De synapsen zijn ook in *L'homme de vérité* de plek waar de interneuronale conductie plaats heeft en de neurotransmitters spelen een voorname rol bij dit gebeuren. Maar de acetylcholine is niet de enige boodschapper die daarvoor in aanmerking komt. Heden kent men tientallen neurotransmitters die zich kunnen nestelen doorheen de synapsen als "sleutels" in de "sleutelgaten" van de postsynaptische membranen en het ionisch verkeer bevorderen. Dit verklaart trouwens het omgekeerd effect van psychotropen zoals de bekende benzodiazepinen. Deze chemische stof activeert meer bepaald "de receptoren van een bijzondere neurotransmitter, de gaba", wat een inhibitie met zich brengt van de interneuronale ionische conductie. Dit om erop te wijzen dat de postsynaptische membranen in geen geval eenvoudige substanties zijn. Ze bevatten menige receptoren en hun complexe scheikundige samenstelling maakt dat men spreekt van "allosterische proteïnen".⁵ Ze zijn kritische articulaties voor de communicatie en groepering van allerlei soorten cerebrale neuronen.

De bovenvermelde vorderingen in de kennis van de neuronenwerking mogen dan indrukwekkend zijn, ze blijven al bij al betrekkelijk en bieden nog geen volledige doorzichtigheid. Ze brengen vooral de moeilijkheidsgraad van het onderwerp aan het licht.

⁴ Cf.: Jean-Pierre Changeux, *L'homme de vérité*, p.28: "les courants électriques sont engendrés par le passage à travers la membrane cellulaire d'une catégorie de particules porteuses d'une charge électrique, des ions de potassium, sodium, calcium et chlorure, qui font partie de notre alimentation quotidienne. Dans toutes les cellules de notre organisme, ces ions se distribuent de façon inégale de part et d'autre de la membrane cellulaire. Des molécules spécialisées appartenant à cette membrane, des protéines-canaux sensibles au voltage, jouent un rôle direct dans leur passage à travers la membrane."

⁵ Cf.: *L'homme de vérité*, op.cit., p.35: "En raison de la multiplicité des sites distincts dont elles sont porteuses, ces molécules ont été baptisées protéines allostériques. Les serrures allostériques constituent des points d'articulation critiques dans les réseaux complexes de voies de transduction des signaux de la cellule la plus simple aux ensembles de neurones les plus complexes."

De veranderlijke neuronale netvorming: Het model van Changeux

In *L'homme neuronal* stelt de auteur vast dat de dierlijke behoeften, verlangens, gevoelens en percepties in verband kunnen gezet worden met de tussenkomst van overeenkomstige neurocerebrale processen en dat het zelfs mogelijk is deze relatie mathematisch te formuleren.

Twintig jaar later is Changeux schijnbaar minder overtuigd van de relevantie van deze wiskundige formules of *graphes neuronaux*. Hij haalt in dit opzicht het geval aan van aan “mentale blindheid” of “agnosie” leidende patiënten. Men stelt vast dat de problemen die ze met de onderkenning van de dingen hebben overeenkomen met bepaalde cerebrale letsels. Maar het wordt vlug duidelijk dat deze vaststelling geen rekening houdt met de onderscheiden verschillen tussen de desbetreffende zieken. De ene heeft vooral moeilijkheden met de vorm van de dingen, de ander erkent de kleuren niet, een derde staat alleen maar perplex tegenover de zin of het gebruik van de voorwerpen, een vierde beperkt zijn onkunde tot bepaalde categorieën van objecten, enz.. Het verband dat aldus gesteld kan worden door de encefalografische beeldvorming met de betrokkenheid van verschillende cerebrale gebieden blijkt onzeker of subject tot interpretaties.⁶ Maar het blijft toch duidelijk voor de meerderheid van de psychologen dat de hersenen in al de syndromen specifiek betrokken zijn. Verder en dieper onderzoek en denkwerk meer rekening houdend met de evolutieeler blijven, meent in ieder geval Changeux, dus onontbeerlijk.

Laat ons daarom terugkeren naar de bouwstenen van de hersenen, de neuronen. De synapsen, hebben we gezien, zorgen voor de interneuronale communicatie. Daarmede beïnvloeden de neuronen elkaar. Zo heeft men met optische en elektro-encefalografische middelen kun vaststellen dat er spontaan synchronische activiteiten onder hen ontstaan. Ze worden actief in groepsverband.

Maar er is meer. Men moet aannemen dat het klassieke associationisme voorbij gestreefd is. Een uitwendige prikkel heeft geen rechtstreekse impact op een specifieke neuronencircuit. Hij wordt opgevangen door een als gevolg van vorige responsen al bestaand neurocerebraalnet. Wanneer inderdaad een activiteit zich met succes voltooit vormen er zich door bemiddeling van modulatieneuronen en -substanties (dopamine, acetylcholine, e.a.) bepaalde synchronieën terwijl andere neuronenvormingen niet van deze beloning kunnen genieten en in min of meerdere mate door inhibitie getroffen worden of geïnhibeerd (onbewust) blijven. Elke impact voorkomend uit de buitenwereld botst dus in een zekere zin op prerepresentaties steunend op een vorig samengestelde cartografie die beslissend is voor de respons.⁷

⁶ Cf.: *Ibid.*, p.81: “Il ne s’agit là que d’observations préliminaires, et elles appellent une étude plus fine de la topologie et de la dynamique du processus concerné. Du reste, leur interprétation est encore débattue.”

⁷ Cf.: *L’homme de vérité*, op.cit., p.91: “L’action de l’environnement sur le cerveau ne se résume pas à donner au cerveau des ‘instructions’ de manière passive et directe au travers de l’activité évoquée, comme on le supposait dans le schéma empiriste et associationniste classique. Au contraire, l’hypothèse proposée est que l’acquisition de connaissances est indirecte et résulte de la sélection de pré-représentations qu’on appelle schémas préliminaires, schémas neuronaux ou encore, comme nous le verrons au chapitre VIII, ‘modèles scientifiques’.”

Dit antwoord is dus niet het “gevolg” van de uitwendige prikkel. Een ongewone respons gerelateerd aan een belangrijke herverdeling van de kaarten is trouwens niet uit den boze. Nieuwe neuronale combinaties worden in leven geroepen. De neuronale netvorming is veranderlijk.

Het neurocerebraal model van Changeux is gekant tegen het behaviorisme en verwijst naar een veel complexer en herhalend proces van selectief pogen en rectificerend falen. Maar in wezen blijft het een naturalistische opvatting van het bewustzijn en het menselijk handelen.⁸

De herschikking van het neurocerebrale netwerk wanneer nieuwe of negatieve signalen van de omgeving langs het perifere zenuwstelsel naar de hersenen stromen doet zich dus voor in het scenario van Changeux in een anticipatief, t.t.z. projectief, perspectief. Maar dat veronderstelt een coördinatie factor, althans bij de niet mentaal gehandicapte mens. Hoe gaat men dat verklaren vanuit een naturalistische visie?

Het encefalografisch onderzoek toont aan dat het geprikkelde neurocerebrale net zich verspreidt over de hele hersenen, van de bovenste laag tot de uitwendige signalen opvangende thalamische streek en van het voor- tot het achterhoofd. De zenuwcellen van de thalamus hebben specifieke kenmerken. Ze hebben niet alleen axonen die ver gelegen neuronen en andere streken van de hersenen kunnen bereiken maar blijken daarmee ook wederzijdse connecties te onderhouden, wat een effect van “feed back” of zelfs reflectie doet ontstaan. Dit alles gaat trouwens gepaard met bijzondere en ingewikkelde chemische activiteiten, o.a. met de medewerking van de neurotransmitters acetylcholine, neuraadrenaline en serotonine. De neuronen die zorgen voor de herschikkende corticale modulaties of inhibities (de “neuroprocessors”) vormen zich bovendien in deze broeikas, rekening houdend met de boodschappen in zenuwcellentaal komende uit de wereldervarende zintuigen. Het is de onderbouw die naar neurocerebrale coördinatie en bewustzijn leidt.

Maar er is meer. Als we het woord blauw in het rood geschreven lezen dan ontstaat er een kortstondige aarzeling wanneer we de aangeduide kleur moeten noemen. Er is een instantane concentratie nodig om dit te halen. De daarmee gemoeide synthetische inspanning is kenschetsend voor het bewustzijn. Dit soort verwerking veronderstelt nochtans een ongedeerde dorso-laterale prefontale cortex. Een letsel in deze streek verstoort inderdaad het synthetische optreden. Alhoewel de cortico-thalamische connecties

⁸ Cf.: *Ibid.*, p.108: “Il semble néanmoins que l’acquisition des connaissances physiques sur les fluides ou les solides, sur la continuité des objets matériels se développe comme s’il y avait constamment mise à l’épreuve d’ ‘hypothèses’ préformées produites à des moments définis du développement. Il est urgent d’étudier la physiologie de ces stades précoces de l’acquisition des connaissances pour élucider les mécanismes neuronaux propres aux jeux cognitifs qui y contribuent. En tout état de cause, la naturalisation de l’appareil ‘de connaissance’ n’apparaît plus comme un objectif hors portée, mais au contraire comme un programme concret pour la recherche future en neuroscience et en psychologie cognitives.”

ook daarbij betrokken zijn. Het is in ieder geval zeker dat er geen synthese mogelijk is zonder de nodige neurocerebrale ondersteuning.⁹

In feite is de synthetische fase maar een onderdeel van de speculaties om de toekomst die men, rekening houdend met de omstandigheden en de ervaringen in het verleden, constant genereert. De bedoeling zijnde tot geselecteerde “prerepresentaties” te komen die met kans op succes praktisch getoetst kunnen worden. Het gaat dus om een mentaal proces dat zich voltrekt vertrekkend van de binnenstromende neuronale informatie, bottom-up, naar een “werkruimte” merendeels in het frontale linker hersenhemisfeer en van daaruit, top-down, gericht naar de periferie, enz..¹⁰ Leiding gevend voor deze heen en weer stroming is, volgens Changeux, de selectie van te experimenteren syntheses of visies aan de top. In de mate trouwens dat deze sturing beroep doet op uit het verleden ontstane neuronenuordeningen die zorgen voor evaluatiecriteria, hebben we zelf te maken, meent hij, met de tussenkomst van een werkelijke intentionaliteit.¹¹

Bovendien, aangezien de werkruimte telkens conceptueel en toonaangevend is voor het handelen in de wereld groeit bij de mens een vorm van afstandelijkheid tegenover het lichaam en de uitwendigheid. Het gaat om het bewustzijn van het bestendige “ik”, of het zelfbewustzijn. Aan de basis van dit verschijnsel liggen dus ook, voor Changeux, bepaalde neurocerebrale steunpunten.

En tenslotte nog dit: we hebben getracht het neuronaal model voor het menselijk denken en handelen in *L'homme de vérité* in grote lijnen weer te geven maar de auteur verwijst enkele keren naar de mathematische vertaling ervan zonder verdere bijkomende informatie te bezorgen. Hij verkiest blijkbaar eerder de filosofische draagwijdte dan de technisch-wiskundige aspecten van zijn theorie te belichten.

Neurocerebrale opvangst en samenleving

De rol van taal en cultuur in de ontwikkeling van de hersenen en het bewustzijn werd natuurlijk niet onderschat in *L'homme neuronal*. Maar het gaf geen aanleiding tot verregaand onderzoek. Anders is het gesteld in *L'homme de vérité*.

⁹ Cf.: Ibid., p.131: “Le maintien de cette activité requiert l’intégrité du cortex préfrontal dorso-latéral. Il est clair qu’au sein des multiples connexions corticothalamiques et de leurs relations globales avec les neurones régulateurs de la fonction réticulée un ensemble d’aires cérébrales définies contribuent à un aspect très caractéristique de la conscience, la capacité d’élaborer une synthèse unifiée de notre monde intérieur avec le monde extérieur. On peut donc dire que le cortex préfrontal fait partie des architectures nécessaires à l’acquisition d’une connaissance consciente.”

¹⁰ Cf.: Ibid., p.141: “Les relations postulées entre l’espace de travail et les neurones processeurs sont réciproques et peuvent être orientées aussi bien ‘de haut en bas’ (top down) que ‘de bas en haut’ (bottom up), sans pour autant être symétriques.”

¹¹ Cf.: Ibid., p.145: “Des basculements tacites de l’attention ‘intérieure’ pourraient alors amplifier et/ou éliminer sélectivement les signaux provenant de certains sous-ensembles de souvenirs stockés dans les neurones processeurs. On peut même dire qu’ils contribuent, en combinaison avec le système d’évaluation, à la genèse de représentations intentionnelles de haut niveau à l’intérieur de l’espace de travail, et implémentent probablement une sorte de comportement volontaire élémentaire.”

Een pasgeboren baby, schrijft Changeux, opent zich naar de wereld toe door elementaire "cognitieve spelletjes". Hij gaat over tot allerlei manipulaties van de omringende dingen. Het staat ook vast dat de neuroprocessoren die o.a. zorgen voor de modulatie van deze onweerstaanbare ontdekkingsdrang hun taak beginnen te vervullen. Na één jaar kan de baby dan rekenen op de vorming van een geheugen waarmee hij zijn respons op het gebeuren en zijn omgeving geleidelijk gaat reguleren. De neurocerebrale "werkruimte" is in opbouw en ontwikkelt zich zelfs na een tijdje in een heuse reflectie. Deze ontwikkeling speelt dan weer op het einde van het tweede levensjaar in de kaart van meer duidelijke vormen van auto-evaluatie. Het ik-bewustzijn met klare onderscheiding van de andere volgt ongeveer zes maanden later en zorgt in de loop van het derde jaar voor de vorming van wat Changeux de "geestestheorie" noemt. Bij het optreden van deze fase ontwikkelt zich het vermogen bij het kind om zich in de plaats te stellen van andere ikken. Het is een capaciteit die enkel eigen is aan de menselijke soort. Zelfs de chimpansees die over een bepaald zelfbewustzijn beschikken kunnen dat niet aan. Het verschil ligt, volgens Changeux vooral in de respectievelijke omvang van de neurocerebrale interconnecties.¹²

Het leidt geen twijfel dat dit hoogtepunt in de ontwikkeling van het jonge kind fundamenteel is voor de intermenselijke communicatie en socialisatie. Maar het bewijs is tegelijk niet ver van geleverd dat het niet bereikt zou kunnen worden zonder de verstrengeling met de epigenetische (of contingente)¹³ ontwikkelende hersenen.

De mens is dus een merkwaardig communicerend wezen. Doch hangt de doeltreffendheid van deze communicatie af van de taal. Een vehikel waarvan trouwens het succes niet vanzelfsprekend is. De verscheidenheid zowel van de betrokken partners als van het linguïstisch palet is inderdaad niet te verwaarlozen.

Maar deze hindernissen worden overwonnen door de inherente menselijke taalvaardigheid, overigens al bij de eerste kinderpraat aanwezig. De encefalografie bij patiënten met gebrekkige linguïstische capaciteiten (afasie, agnosie, e.a.) maakt het trouwens mogelijk de locaties van de overeenkomende letsels in de hersenen te identificeren. Zo kan men onrechtstreeks weten waar de taalgevoelige cerebrale regio's zich bevinden (de Broca en Wernicke gebieden bijvoorbeeld). Beter nog, men is tot de conclusie ge-

¹² Cf.: *L'homme de vérité*, op.cit., p.169: "Du chimpanzé à l'homme, on observe une augmentation d'au moins 70% des connexions possibles entre les neurones du cortex préfrontal qui se trouvent disponibles pour l'espace de travail: c'est indéniablement un changement de première importance."

¹³ Cf.: *Ibid.*, p.167: "Il est donc légitime de penser que les réseaux de neurones concernés par ces étapes successives du développement de la conscience s'établissent progressivement au cours des premières années de la vie postnatale de l'enfant. Cette évolution progressive aurait pour conséquences l'apparition successive de: 1) la conscience minimale, qui correspondrait à la mise en place des neurones des processeurs et de leurs interconnexions rapprochées; 2) la conscience récursive, qui se formerait quand les neurones de l'espace de travail se surajoutent aux processeurs; 3) la conscience réflexive qui deviendrait fonctionnelle avec la mise en place des réseaux d'évaluation qui incorporent les représentations de soi et celles d'autrui. Evidemment, ces hypothèses sont encore trop simples..."

komen dat, rekening houdend met de betrokken conceptuele, motorische en auditieve aspecten¹⁴, taalvaardigheid op verschillende geassocieerde corticale centra steunt.

Er werd bovendien vastgesteld dat de mens al in de jaren 3500 AC kon rekenen op elementaire lees- en schrijfgaven. Men heeft ook goede redenen om te stellen dat zowel baby's als de volkeren die geen schrift achtergelaten hebben toch over inherente aanleg voor alfabetisatie beschikken. Er zijn in ieder geval overgangskiemen van het gesproken discours naar de getekende uitdrukking die tenslotte zal uitmonden in een grenzeloos schrijf- en symbolische proces. Zodanig dat de hersenen zich verrijken met een onuitputtelijk uitwendig geheugen. De werking van het menselijk bewustzijn kan m.a.w. niet meer los gezien worden van de impact van taal, cultuur en samenleving.

Blijft het feit dat de communicatie vertroebeld wordt bij de ontvangst en de uitwerking van de uitgewisselde boodschappen. Ze worden begrepen of verwoord (zie supra) in het kader van de onuitgesproken prerepresentaties en evaluaties eigen aan de onderscheiden neurocerebrale kenmerken van de gesprekpartners. Hun respectievelijke "intenties" kunnen niet worden ontzien. Er is geen zuivere communicatie. Ze is altijd verpakt met intentionaliteit.

De pasgeboren baby heeft zo zijn onuitputtelijke eigen babbeltaal. Maar de opgaande dialoog met zijn moeder op basis van hun wederzijdse beloning gaat daar geleidelijk orde in scheppen. De babytaal ondergaat een selectief proces dat het contact met de andere stap bij stap zal verbeteren. Er komt een aanpassing aan de culturele noden. De intentionaliteit opent zich aan eisen o.a. van de omgangstaal. De invloed van buitenaf is niet te stuiten¹⁵, alhoewel de eigen stempel op het individueel discours, de idiosyncrasie, nooit volledig zal verwateren. Zo draagt iedereen toch in meer of mindere mate zijn steentje bij tot het tegelijk opdringerig gemeenschappelijk patrimonium.

De genetica en de epigenetische ontwikkelingen bij de mens

In *L'homme neuronal* schrijft Changeux al dat er geen groot verschil kan worden vastgesteld tussen de genetische patrimonia van de onderscheiden gewervelden. Onder meer, voegt hij er een twintig jaar later aan toe, zijn de DNA-sequenties in de chromosomen van de gorilla, de orang-oetang, de chimpansee en de mens bijna 100% vergelijkbaar daar waar de menselijke cerebrale functies en prestaties eigenaardig veel hoger liggen.

¹⁴ Cf.: Ibid., p.181: "En conséquence, le réseau de Lichtheim présente des 'centres de concepts' nécessaires pour le 'sens des mots' (les signifiés), distincts de ceux qui sont impliqués dans la production et la perception du discours. Tous ces territoires sont associés entre eux par des ensembles de fibres créant des 'voies' à travers le cerveau. En particulier, une liaison neuronale, une voie transcorticale, réunit le centre de l'image auditive et le centre des concepts (ATS). C'est lorsque celui-ci est lésé qu'apparaissent les agnosies que j'ai mentionnées."

¹⁵ Cf.: Ibid., p.224: "Le monde du bébé s'élargit progressivement au monde culturel qui l'entoure. Cette ouverture du monde intérieur du bébé à son environnement culturel et social exploite des objets mentaux principalement d'origine sémantique ou motrice mais bénéficie de manière exceptionnelle du développement du langage et de l'emploi des symboles qui s'y rattachent."

Welnu de recente ontleding van de genomen van respectievelijk biergist of *Sacharomyces cerevisiae* (6.144 genen), de plant *Arabidopsis thaliana* (25.706 genen), de worm *Caenorhabditis elegans* (18.266 genen), de zifvlieg of *Drosophila melanogaster* (13.338 genen) en de mens (circa 40.000 genen) bevestigen de betrekkelijkheid van hun genetische verschillen¹⁶, rekening houdend met de volledig uiteenlopende fenotypen. Vernieuwing en differentiatie zijn dus mogelijk geweest in het kader van de evolutie zonder merkwaardige genotypische veranderingen. En namelijk de omvorming van de zenuwstelsels tot de door de hersenen geleide neuronale systemen van de gewervelden en van de mens kon plaats vinden met min of meer onveranderd genetisch materiaal.¹⁷ De geaccentueerde specificiteit van het menselijk brein is dus merendeels te danken aan iets anders dan aan het genotype. Ze ontwikkelt zich gedurende de ontogenese, van eicel tot embryo, geboren kind en volwassen individu. In *L'homme neuronal* legt Changeux uit dat de differentiatie van het zenuwstelsel plaats heeft in de dorsale streek van de embryonale menselijke vrucht na de derde week van de bevruchting. Het zou slechts de ligging¹⁸ van de betrokken cellen zijn die hun relatie tot het proces zou bepalen.

De uitleg voldoet duidelijk niet meer in *L'homme de vérité*. Twintig jaar na zijn eerste synthese denkt Changeux dat de embryonale schepping van de neuronen te maken heeft met de "transcriptie" van het "morfogenetische" gen. Het gaat namelijk om de RNAboodschapper die geschapen wordt vertrekkend uit de genetische code bij de betrokken DNA. Het is een niet lineair proces. Er moet rekening gehouden worden met een averechts effect wanneer de "transcriptie factor" een zekere concentratie bereikt. Er ontstaat een "feed back" die het morfogenetisch proces autokatalytisch gaat beïnvloeden.¹⁹

Changeux en M. Kerszberg bedachten in 1968 een mathematisch model dat de in grote trekken uiteengezette ingewikkelde neuronale epigenese zou inhouden. Ze moesten zelf toegeven dat het niet verder gaat dan een mogelijke weerspiegeling.²⁰

De genen zijn dus maar het ontketende kader van de epigenetische embryonale opbouw van het menselijke neurocerebrale gegeven. Men stelt nochtans vast dat het proces haar

¹⁶ Ibid., p.236.

¹⁷ Cf.: Ibid., p.248: "Les mécanismes génétiques rendant compte du plan général d'organisation du système nerveux ont été conservés, au cours de l'évolution, des invertébrés aux vertébrés, et jusqu'à l'homme. C'est une première réponse au paradoxe de la parcimonie des gènes. Créer un cerveau de vertébré ne nécessite pas de construire de novo à partir de gènes entièrement nouveaux."

¹⁸ Cf.: *L'homme neuronal*, op.cit., p.232: "C'est la 'plaque neurale'. La formation de cet organe embryonnaire se trouve liée à deux événements majeurs qui décident de l'orientation des cellules embryonnaires vers la lignée nerveuse: d'abord, rester à la surface de l'embryon, puis se trouver dans la région dorsale de celui-ci. La position relative des cellules dans l'embryon détermine donc leur avenir, en particulier l'engagement dans la voie royale qui mène au cerveau."

¹⁹ Cf.: *L'homme de vérité*, op.cit., p.263: "Des effets non linéaires pourraient dans ces conditions se développer entre la concentration en facteur de transcription et le morphogène, du fait des relations combinatoires qui peuvent exister avec des commutations de type tout ou rien analogues à celles présentées dans le cas simple de la synapse neuromusculaire."

²⁰ Cf.: Ibid., p.268: "Le modèle que nous avons proposé pour le processus de neurulation a fait l'objet d'une formalisation mathématique et de simulations sur ordinateur. Il paraît plausible, mais reste hypothétique."

hoogtepunt nog voor de geboorte bereikt. Nadien begint een selectieve afbouw die vooral de “overbodige” neuronen treft. En dit eliminatiewerk voltrekt zich met min of meer schadelijke gevolgen naargelang de vorderende leeftijd.

Maar het menselijke brein wordt niet alleen gekenmerkt door zijn inhoud aan neuronen. Het bestaat ook uit de ontelbare synapsen die eigen zijn aan elk individueel brein. De bij het ontstaan daarvan geïmpliceerde genen zouden volgens Changeux nu bekend zijn. Ook de proteïnen (voornamelijk efrinen) die zouden zorgen voor de begeleiding van het vormingsproces van deze synaptische connecties ontsnappen niet meer aan de wetenschappers.

Men weet bovendien dat dito synapsen zich beginnen te vormen ten tijde van de onderverdeling van de embryonale cortex in specifieke neuronale gebieden en kaarten.²¹ Het vormingsproces blijft, anders dan het gaat met de eigenlijke neuronen, voortduren na de geboorte. Het kent nochtans enige vertraging en nadien stabilisatie. Dit vormingsproces is ook niet, vindt Changeux, rechtstreeks afhankelijk van de begeleidende genen. Het is vooral epigenetisch.²² Het is anderzijds zeer labiel en deze variabiliteit ligt vermoedelijk aan de grond van de “plasticiteit” van de hersenen t.o.v. de uitwendige signalen en prikkels.

Het begint dus met een onweerstaanbare synaptische proliferatie. Maar weer eens ondergaat dit overvloedige potentieel een selectieve reductie met de tijd. Het volwassen wordend individu zorgt voor stabilisatie en betere coördinatie.

Activiteit heeft zo in eerste instantie een reducerende rol. Maar ze beperkt zich paradoxaal niet tot deze vooral synaptische regressie. Integendeel, ze kan bijdragen tot een omgekeerd effect, in het bijzonder gedurende de kritische periodes van de menselijke ontwikkeling. Gebrek aan stimulatie door bijvoorbeeld onomkeerbare cerebrale letsels leidt trouwens, a contrario, tot het uitsterven van synapsen. Het overgaan tot de uitoefening van de projectieve functie van de hersenen is, m.a.w., essentieel voor de cerebrale gezondheid. Maar de aftakeling heeft dan toch het laatste woord bij de veroudering en de dood.²³

Betreffende de plasticiteit van het neurocerebraal net moet er nog onderlijnt worden dat zowel materiële als linguïstische en culturele identieke prikkels maar zelden op de-

²¹ Cf.: Ibid., p.290: “Les synapses commencent à se former au moment où le cortex cérébral se subdivise progressivement en aires et cartes. Des molécules récemment découvertes que j’ai mentionnées aux chapitres I et V, les ephrines, jouent à cet égard un rôle majeur parmi beaucoup d’autres.”

²² Cf.: Ibid., p.283: “Je voudrais défendre ici l’hypothèse suivante: la formation des milliards de millions de synapses que comprend le cerveau adulte échappe dans une certaine mesure au contrôle absolu des gènes. Elle peut être considérée comme un processus évolutif épigénétique avec variation aléatoire et sélection qui se produit pendant le développement embryonnaire et se poursuit après la naissance.”

²³ Cf.: Ibid., p.301: “Il paraît donc plausible que, tout au long de la vie de l’organisme, un équilibre s’établisse entre croissance et régression des connexions nerveuses. L’activité évoquée et spontanée circulant dans le réseau réglerait de manière plus directe cet équilibre pendant certaines ‘fenêtres critiques’ du développement. En outre, les circuits concernés ainsi que le nombre et la durée de ces périodes sensibles pourraient varier d’une espèce à l’autre.”

zelfde wijze worden beantwoord. Al hebben deze variaties meestal plaats rond bepaalde kernen van stabiliteit.

Kortom op alle onderzochte gebieden – o.a. de evolutie, de ontogenetische differentiatie van de weefsels, de ontwikkeling van de neuronale en synaptische netten in het menselijk brein en de epigenetische impact van taal en cultuur – vindt men een volgorde van dezelfde processuele modaliteiten: variabiliteit, selectie, relatieve constantie, nieuwe variaties...enz.. De ruimte voor vrijheid bevindt zich, menen wij, in deze evolutionistische opvatting van Changeux, in de veranderlijke aspecten van het gesofisticeerd neuronaal proces in het menselijk brein. Maar daadwerkelijk hebben we dan eerder te maken met een appendix van de epigenetische contingentie dan met een werkelijke ontsnapping aan deze vorm van statistische noodzakelijkheid.

Evaluatie en ethische problematiek.

L'homme de vérité is een zeer gedocumenteerd en gedetailleerd boek dat beroep doet op uiteenlopende kennis: evolutieleer, neurologie, fysica, biochemie, linguïstiek, sociologie, etnologie, epistemologie. Soms beperkt zich het werk, bijvoorbeeld wanneer het een schets levert van de geschiedenis van de evolutietheorie, tot de weergave van uitgebreid gekende stof. Maar meestal is het zeer technisch en onthutsend voor niet ingewijden. Menig maal moet Changeux trouwens zijn eigen twijfels toegeven. Het gaat, erkent hij dan, slechts om theoretische constructies weliswaar steunend op zorgvuldige waarnemingen maar nog onvoldoende experimentele bewijzen. Conjecturen of modellen zijn er overigens om te worden herzien of ontzenuwd.

Neem nu de veranderlijkheid van de opvang door de hersenen van de impact der omstandigheden. De gelijkenis van de cerebroneuronale activiteitscycli - bottom up, verwerking in de werkruimte, top down - met de fenomenologische waarnemingen is ontegensprekelijk. Maar Changeux weet zelf dat zulke overeenkomsten niet noodzakelijk een oorzakelijk verband inhouden.²⁴ De omgekeerde relatie, de ondergeschiktheid van het functioneren van het brein aan de noden van de existentiële locomotief, blijft niet uitgesloten.

Het zouden anderzijds de neuroprocessoren vertrekend van impulsen in de hersenstam zijn die de variabele responsen op de prikkels of signalen van de omgeving zouden veroorzaken. Maar de vraag is niet weg te denken of ze daartoe gebracht worden door oorzakelijke transmissie van de zintuigen of eerder door voorafgaande existentiële mobilisatie of dynamisering.

Door de anticipaties vanuit de werkruimte zou bovendien de werking van de hersenen zich prospectief opstellen. Het probleem is dat onze initiatieven maar zelden volledig

²⁴ Cf.: Ibid., p.89: "Cependant, le fait qu'il existe une corrélation entre les deux processus ne signifie pas que l'un est la cause de l'autre", schrijft Changeux weliswaar terloops m.b.t. een specifiek experimenteel probleem.

overeenkomen met de gesmede plannen. Denk maar aan de herhaalde beslissingen om niet verder te roken die vroeg of laat tot niets herleid worden. De mens is, in feite, een globaal wezen dat vanzelfsprekend afhangt van zijn cerebrale prerepresentaties maar die deze ongetwijfeld existentieel overstijgt.

Er is zelfs kwestie bij Changeux van een neurocerebrale intentionaliteit. Het zou gaan om intenties gebonden aan het breinstelsel. Dat is nochtans paradoxaal. Het intentionele is principieel inderdaad stelling t.o.v. van de objectiviteit en niet een verlenging van objectieve parameters of factoren. Het kan rekening houden met deze laatste en zelfs proberen om daaraan te voldoen maar in wezen is het het tegengestelde van onderschikt- en afhankelijkheid.

Dat de breinwerking kan gepusht worden door het bestaan en niet het omgekeerde is in zekere zin bevestigd door de retroactie van het handelen op precies de gezondheid van het zenuwstelsel van de gedachte. Deze “feed back” wordt overigens allerminst verheeld door Changeux.

Maar voor hem blijft de mens vooral gekenmerkt door de in de overwegend cerebrale werkruimte gegenereerde “*appetitus noscendi*”. De onvoorstelbare ontwikkeling van de wetenschappen en de technieken zijn daaraan te danken.

Volgens Changeux verlangt de mens vooral naar de waarheid. Zelfs de mythen en de religie zouden dit bewijzen alhoewel ze maar schijnantwoorden geven.²⁵ Toch moet de auteur toegeven dat niet alleen de kwestie van de waarheid op spel staat bij het geloof. Onmacht en geruststelling hebben daar ook mee te maken. Het gaat tenslotte om een vorm van afleiding van onwetend- en ongerustheid door het verkondigen van arbitraire onvoorwaardelijke zekerheden.

De geruststelling wordt bovendien versterkt door het bestaan van de gemeenschap der gelovigen. Elk lid voelt zich tegelijk gerustgesteld en bevestigd door het andere.

Weten is dus slechts een aspect van het menselijk verlangen. Zeker niet minder essentieel voor iedere mens is de kwestie van zijn voortbestaan en van zijn imago in de ogen van zijn medemens... en van zijn eigen ik. Hij wil, in de eerste plaats, erbij zijn, tellen.

De van aard wetenschappelijke mens, “*l’homme de vérité*”, is, onderstreept Changeux, een merkwaardige bron van doeltreffendheid. Men kan niet negeren dat de wetenschap en haar ontelbare technische toepassingen vandaag in staat zijn de menselijke lasten en zorgen bijzonder te verminderen.

²⁵ Cf.: Ibid., p.337: “Dans l’un cas comme dans l’autre cependant notre cerveau fonctionne de manière projective. Il élabore en abondance des hypothèses et des anticipations sur un monde qu’il perçoit comme changeant, irrégulier et capricieux. Il tente de créer des catégories plus stables en projetant de multiples ‘pré-représentations’ de sens. La démarche scientifique consistera précisément à tirer partie de cette propension à produire du sens en excès, voire à prendre en compte des faits non avérés mais en effectuant des choix sévères.” De mens is, m.a.w. van nature wetenschappelijk.

Maar in de praktijk loopt het helemaal anders. Terwijl een minderheid genieten kan van de door de kennis aangeboden mogelijkheden en voordelen hebben de overigen het steeds moeilijker om te leven. Bovendien worden de wetenschappelijke snufjes meer en meer ingezet voor onderdrukking en oorlog zonder te spreken van de verontreiniging die als gevolg van de wilde groei der technieken en productiekrachten bezig is de wereld onleefbaar te maken. Andere imperatieven dan de drang naar kennis en waarheid spelen dus weer eens mee: het eigenbelang en het verlangen naar macht, overheersing en aanzien. De mens is allereerst bezorgd om zijn fysische en morele erkenning en zelfbevestiging.

Zoals Sartre in *Qu'est ce que la littérature?* zijn ethiek verbond met zijn bevrijdend schrijverschap, zo schrijft Changeux zijn ethische optiek toe aan zijn wetenschappelijke roeping. De wetenschap, zegt hij, weert zich in principe tegen zekerheden, autoriteiten en dogma's. Ze is integendeel open voor discussie, kritiek, selectie, bewijsvoering en toetsing. Ze is gesteld op debat en hedendaags meer dan ooit op coöperatie. Ze is dus bescheidenheid, eerbied voor de andere en inspraak. Ze is fundamenteel democratisch en progressief.²⁶

De "ethische comités" zijn heden de uitdrukking van deze morele dimensie van de wetenschap. Changeux denkt dat ze de weg tonen die de mens uit de huidige "gevestigde wanorde" kan halen. En hij zou graag het ontstaan zien van een op wereldschaal in deze zin gerichte structuur.²⁷ Dat lijkt eerder op "angelisme" dan op een aanpak met wetenschappelijke basis. Zonder een voorafgaande analyse van de werking van de hebzucht en de machtwellust die meer dan ooit kenmerkend zijn voor het huidig kapitalisme wordt het inderdaad moeilijk om over ethiek te beslissen.

Niet dat de *comités d'éthique* geen bijdrage kunnen leveren aan de strijd voor een betere wereld. Maar zonder bondgenootschap, coördinatie en gemeenschappelijke strategie met andere ontvoogdingsorganisaties of bewegingen (NGO's, andersglobalisten, weerstandsgroeperingen tegen onderdrukking en uitbuiting) zal het nog moeilijker worden om effectief ethische resultaten te boeken.

Weer eens denkt Changeux tevergeefs dat het vermogen van de hersenen en de daaruit ontkiemende "*appetitus noscendi*" de enige drijfveren zijn van het menselijk wandelen en handelen. Wij menen, voor wat ons betreft, dat geen van beide verstrengelde aspecten van het bestaan, de somato-psychische determinatie en de psychosomatische mobilisatie, de andere kan uithollen of negeren. Ze vormen zoals de corpusculaire en de trillende dimensies van de elementaire deeltjes van de "materie" (bijv. de fotonen betreffende het licht) een schijnbaar niet te reduceren "complementariteit".

²⁶ Cf.: Ibid., p.366: "Contrairement à ce que l'on soutient trop souvent aujourd'hui, le progrès scientifique et la liberté de pensée participent à un même combat pour l'égalité et la fraternité entre les hommes."

²⁷ Cf.: Ibid., p.407: "Néanmoins, un Comité consultatif international d'éthique des sciences, incluant physique, chimie, informatique, sciences biomédicales et sciences humaines, ne sera efficace que s'il est mis en place directement auprès de la seule organisation démocratique mondiale qui ait quelque pouvoir: l'O.N.U."

Literatuur

- Changeux J.-P. & Ricœur, P. (2000), *Ce qui nous fait penser. La Nature et la Règle*, Odile Jacob, Parijs.
- Edelman G. M.(1992), *Biologie de la conscience*, Odile Jacob, Parijs.
- Edelman G. M. & Tononi G. (2000), *Comment la matière devient conscience*, Odile Jacob, Parijs.
- Ferry L. & Vincent J.-D.(2000), *Qu'est-ce que l'homme?* Odile Jacob, Parijs.
- Gutwirth R.(1996), *La morale et la pratique politique de Sartre*, VUBpress, Brussel.
- Gutwirth R. (verwacht), *L'homme narcissique*, VUBpress/Ousia, Brussel.
- Monod J. (1970), *Le hasard et la nécessité*, Seuil, Parijs.
- Winnicott D.W. (1990), *La nature humaine*, Gallimard, Parijs.