

CHAPITRE IX

PAR DELA LA ZONE DE VEILLE

We sleep, but the loom of life never stops and the pattern which was weaving when the sun went down is weaving when it comes up tomorrow.

HENRY WARD BEECHER (1813-1887)

L'image du cerveau vivant que nous avons esquissée dans les chapitres précédents est celle d'une activité incessante souvent dépourvue de résultats. Même lorsque l'activité physiologique ou mentale semble être à sa marée la plus basse, une houle de rythmes électriques continue à balayer le tissu cérébral en un cortège miroitant; et, même dans la poursuite d'une signification, la plus grande partie des paris du cerveau, sa prospection, doit être vaine. Néanmoins cependant, il n'y a aucun répit pour les générateurs électrochimiques, dont le seul relâchement est de passer d'une préoccupation individuelle à des callisthénies de groupe.

Lorsque nous fermons les yeux, nos rythmes alpha se renforcent et se joignent en longs trains de patterns sinuex; cela peut reposer nos yeux, mais, comme lorsque nous descendons les stores, les lumières de l'intérieur semblent devenir plus brillantes.

En fait, comme nous l'avons suggéré, l'accroissement de l'activité alpha pendant le repos n'implique pas un paradoxe fondamental, mais est plutôt un signe de recherches infructueuses de patterns. Le cerveau est unique par le fait de sa spéculation et de son expectative constantes, et il est par conséquent souvent frustré et désappointé. Nous pouvons légitimement utiliser de semblables termes parce que nous reconnaissons dans des expériences de laboratoire simples ou dans des modèles actifs frustes des conditions auxquelles ils s'appliquent dans tous leurs sens. Certains autres organes peuvent se relâcher pendant des heures de détente. Les muscles du corps ne mobilisent qu'un personnel réduit qui travaille par roulement quand les membres n'ont rien à faire; les fibres se contractent de temps en temps de

façon à conserver un certain tonus. Les muscles du cœur, d'un autre côté, ont une occupation constante, mais leur manque de loisir est compensé par la relative simplicité de leur fonction; ce n'est que dans les moments d'effort que le rythme de leur activité se modifie.

Comme nous l'avons vu, la vigilance et l'adaptabilité perpétuelles du cerveau dépendent de son émancipation des travaux inférieurs, du transfert des tâches corporelles de l'homéostasie à des centres primitifs, la paysannerie originale et subordonnée, pour ainsi dire, de la population nerveuse centrale. Vu de l'extérieur d'une façon impersonnelle, nous pourrions nous attendre à ce qu'un tel système, isolé de tout sauf des urgences importantes, soit et stable et infatigable. Et, considérant l'intrication de son organisation fonctionnelle, la stabilité du cerveau est remarquable. Mais infatigable il ne l'est certainement pas.

Peut-être que le signe le plus évident de l'existence de degrés de vigilance dans l'attention cérébrale est le pouvoir de fermer les yeux. Même la fréquence des battements des paupières a sa signification; chez certains nerveux et chez certains types d'aliénés, la fréquence peut être dix fois plus élevée que chez les gens normaux — à ne pas confondre avec le battement répété de certaines personnes profondément perdues dans leurs pensées.

Seul le système visuel peut de cette façon être séparé de la sensation. L'expérience a prouvé que l'abaissement des paupières est plus que la simple fermeture d'un store. Au moment où les paupières tombent, les globes oculaires se retournent vers le haut, de telle sorte que la cornée est essuyée et protégée; en même temps, certains mécanismes limitatifs ou protecteurs de l'intérieur du cerveau sont interrompus pour un instant. L'application de la technique stroboscopique permet de l'observer très clairement. Chez de nombreux sujets où la réponse au stroboscope, en ayant les yeux ouverts, ou clos est normale ou restreinte, une décharge rythmique sauvage apparaît dans la plupart des aires cérébrales si le stimulus intermittent est appliqué juste au moment où les yeux se ferment; l'apparence de cette décharge et les sensations qui l'accompagnent ressemblent beaucoup à une brève crise épileptique mineure. Pour que cet effet de choc puisse être observé, il est nécessaire que le sujet veuille fermer les yeux dans la lumière et qu'il y réussisse; cela ne se produit pas si, au lieu de fermer les yeux, la lumière de la salle est éteinte au moment où le stroboscope est enclenché; ni si les paupières sont fermées de force; ni si les yeux sont fermés dans l'obscurité; ni si le sujet désire fermer les yeux mais en est empêché. Il semble que la décision de fermer les yeux entraîne un relâchement d'un certain dispositif de sécurité contre la suractivité.

Chez d'autres personnes, parmi lesquelles beaucoup sont susceptibles de donner des réponses exagérées au stroboscope, de petites ondes aiguës irrégulières apparaissent de la partie postérieure du cerveau

pendant que les yeux sont ouverts et fixent sans attention extrême une scène typique. Ces ondes disparaissent quand le regard est fixé sur un point et quand les yeux sont fermés. Christopher Evans, qui le premier attira l'attention sur elles, les appela ondes lambda. On observe des effets assez semblables quand une décharge spontanée contenue par un processus d'inhibition est partiellement relâchée par une chute de l'intensité de l'influence inhibitrice, ou quand une stimulation rythmique est utilisée pour renverser l'action du mécanisme inhibiteur. Dans ce dernier cas, les stimuli sont inhibiteurs, mais à la fin de chacun d'entre eux un regain d'excitation se produit et une excitation paradoxale est observée, comme si le système répondait à chaque stimulus, alors qu'en réalité il répond à la fin de chaque stimulus.

Ainsi, l'action de fermer les yeux comporte une sorte de désinhibition momentanée, qui provoque une dissémination anormalement étendue de tout signal qui pourrait pénétrer à ce moment-là dans les voies visuelles. C'est comme si les sentinelles étaient renvoyées juste au moment où le pont levé est levé; si elles quittent leur poste un peu avant que le pont soit levé, alors, juste à ce moment un assaillant peut pénétrer dans une forteresse autrement imprenable.

Le repos que nous gagnons en fermant les yeux n'est naturellement pas suffisant pour rafraîchir plus qu'une petite partie du cerveau. En faisant ainsi, de nombreuses personnes — celles des types *M. alpha* — ne font que passer d'une image publique à une image particulière. Mais fermer les yeux est un préliminaire essentiel du sommeil, un processus qui peut être suivi très facilement à l'EEG (voir fig. 19).

Quand un sujet commence à se sentir somnolent, le premier signe en est habituellement une réduction des rythmes alpha et leur remplacement graduel par quelque chose ressemblant assez à l'activité thêta, principalement à l'arrière et aux côtés du cerveau, mais s'étendant occasionnellement à toutes les régions. A ce stade, le sujet est facilement réveillé et ne sommeille pas encore réellement; il est au commencement de cet état délicieux où la conscience s'efface consciemment. Si le sujet essaie de ne pas fermer les yeux, il s'apercevra qu'il voit double; s'il lit, il parcourt un paragraphe à plusieurs reprises sans en comprendre la signification. Certains ont appelé cet état « flottement » (*floating*), une métaphore qui décrit bien la libération de tout souci corporel qu'il procure. C'est la clé permettant de comprendre la nature de cet état de torpeur; c'est comme si tout le corps était écarté de la vision mentale, comme si le monde extérieur était effacé par la fermeture des yeux. Ici naturellement, il n'y a pas de volet mécanique ou anatomique pour les muscles ou articulations qui puisse tromper le cerveau en le faisant négliger sa tâche de surveillance; il y a cependant dans la base et la tige du cerveau un mécanisme compliqué qui, lorsque la fatigue ou l'habitude le dicte, affaiblit

inexorablement la signification du flot arrivant de données sensorielles. C'est le moment où le conducteur épuisé commence à se persuader que la route est si droite qu'il peut conduire en toute sécurité un instant avec les yeux fermés, une pensée réconfortante, bien qu'elle soit peut-être la dernière.

À ce stade, le cerveau peut encore répondre électriquement et fonctionnellement à des signaux entrants, mais la réponse électrique commence à montrer une composante lente prédominante, et l'étendue des effets excitateurs plus rapides est plus limitée et plus transitoire. C'est le signe objectif de ce que nous nommions plus haut un *affaiblissement de l'importance des signaux*. Ce n'est pas la transmission directe des impulsions nerveuses aux zones de projection qui est inhibée, c'est plutôt leur dissémination — les deux premières opérations de l'apprentissage — qui est atténuée. Les yeux du lecteur peuvent suivre les lignes imprimées, mais la signification des mots lui échappe, et se fondant en une fantaisie personnelle, l'histoire qu'il lit au moment de s'endormir devient un rêve.

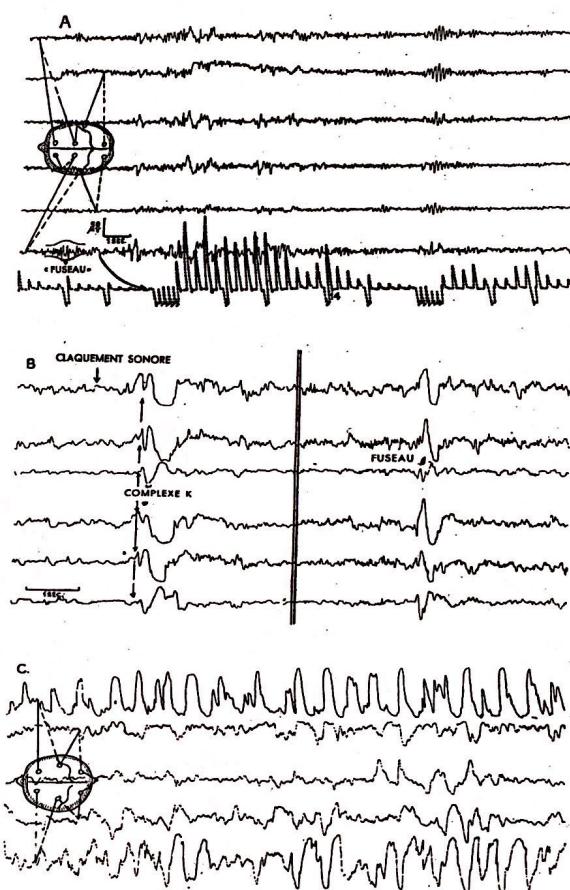
Les modifications électriques survenant au cours de ce premier stade de somnolence sont assez claires pour être exploitées comme un moyen d'avertissement sélectif par ceux qui sont susceptibles de s'assourdir dans des situations dangereuses. La ressemblance de ces rythmes aux rythmes thêta de colère et de frustration signifie qu'un tel moyen allumerait aussi une lumière, ou agiterait une sonnette, ou secouerait le sujet au moment où il perdrait son contrôle. Portés par des chauffeurs trop hardis, les appareils avertisseurs à rythmes thêta sauveraient probablement plus de vies que des coups de klaxon; et ils pourraient aider un sujet à se mieux connaître et à se contrôler.

Si nous suivons un sujet somnolent plus loin encore sur la voie de l'oubli, nous observons bientôt d'autres changements; des ondes irrégulières lentes apparaissent, et avec elles, de temps à autre, des bouffées fusiformes d'ondes plus petites, plus rapides, d'une fréquence d'environ 14 c/s. Le sujet est maintenant endormi et si nous le réveillons soudainement, il sursautera et paraîtra confus; il niera peut-être qu'il dormait, ou dira éventuellement qu'il vient justement de faire un rêve.

Fig. 19. «... Ces rythmes sont les gardiens du fonctionnement cérébral.»

Tracés de trois stades du sommeil :

- Sommeil léger — «flottement». Des rêves demi-éveillés peuvent être associés aux troubles que montre le tracé.
- Sommeil moyen. Le sujet ne fut pas réveillé par le claquement sonore qui provoqua une réaction peut-être associée à un rêve de protection. Plus tard, un «fuseau» suivi d'un complexe similaire peut avoir été associé à un rêve spontané. L'appel de son nom le réveilla immédiatement.
- Sommeil profond. Lorsque les ondes lentes, mieux visibles sur les lignes du haut et du bas, sont présentes, il est difficile de réveiller le sujet.



Il est assez probable que les rythmes en fuseau à 14 c/s sont associés à des rêves, mais la preuve est difficile à apporter. La plupart des rêves sont très courts en comparaison du temps qui semble s'écouler pendant leur déroulement. Très souvent, des stimuli extérieurs sont incorporés aux rêves de façon que l'urgence ou l'importance du stimulus en soit diminuée. De tels rêves aident à maintenir le sommeil. Des expériences faites avec des stimuli contrôlés montrent qu'un dormeur peut transformer un stimulus sonore puissant d'une durée, dix, de dix secondes, en une succession continue élaborée d'images oniriques qui semblent durer des jours. Le sens du toucher n'est pas toujours aussi docile. Incité par un stimulus sexuel momentané, le cerveau endormi, maître de fiction, tissera un roman autour d'une héroïne de sa propre invention, une histoire qui parfois finit par provoquer le stimulus qui l'avait apaisé.

Au fur et à mesure que le sommeil s'approfondit, ses patterns caractéristiques deviennent plus accusés et l'effet de stimuli prend une nouvelle apparence dans l'EEG. Pendant que les lentes ondes delta dominent le pattern paisible, n'importe quel bruit fort ou n'importe quel contact ferme provoque une décharge électrique complexe dans toutes les zones du cerveau. Cette décharge fut nommée le « K-complex » par Loomis et ses collègues. Il ressemble beaucoup au pattern trouvé chez certains types de malades épileptiques en période vigile, mais chez ces derniers il est alors souvent associé à un bref spasme convulsif des membres. Chez le sujet normal endormi, l'apparition du complexe K est un signe que le sommeil est profond et difficile à troubler, et il semble agir de façon à amortir le stimulus de réveil (voir fig. 19).

Le caractère le plus éminent des complexes K est le train de grandes ondes lentes qui atteint chaque région. Si un tel motif survient à l'état de veille, nous le considérions comme un signe profondément pathologique. Mais au cours du sommeil ils ont un rôle utile. Comme le rêve qui élimine la sonnette d'alarme importune en lui donnant une explication, les complexes K semblent amoindrir la signification des signaux intrus, de sorte que le standard de signification du dormeur est allongé au-delà de la tolérance de l'état de veille. Une exclamatio qui provoquerait une réponse immédiate chez un sujet éveillé doit être répétée une douzaine de fois à des intervalles irréguliers pour éveiller un dormeur, et à chaque répétition on verra apparaître le fidèle chien de garde à la porte d'entrée, n'admettant vers la conscience que les rêves qui dérivent de la dure réalité.

Le sommeil, dans un monde nerveux et hostile, est un dur enjeu à gagner; dans la jungle ou dans les habitations, de nombreuses voix s'élèvent pour l'empêcher; mais de toutes celles-ci, toutes sauf une ou deux sont vaines. Seul le vagissement de l'enfant pour sa mère, l'appel au travail pour le soutien de famille, les petits coups à la fenêtre ou la

plaidoirie murmurée de l'amoureux, aussi faibles soient-ils, conservent leur signification insistant. Le reste — le bavardage de la tribu, le craquement des gréments, le bruit des roues sur les rails — ce sont des berceuses et non pas des signaux.

Les stimuli rythmés, nous le savons depuis notre berceau, apportent le sommeil; et là où un pattern endort, son interruption réveille. Qui, au cours d'un long voyage de nuit en wagon-lit, ne s'est trouvé attentif au silence ou au doux sifflement de la vapeur lors d'une halte quelconque, et ne s'est étonné que le vacarme du train, *en cessant*, l'ait réveillé? Cela aussi nous pouvons l'observer dans les patterns d'ondes du cerveau endormi; un son égal ou un mouvement continu de balancement ne laisse aucune trace sur les ondes delta constantes; mais quand il s'arrête, aussitôt apparaît un complexe K, et si le son continu reprend c'est le pattern du sommeil qui se rétablit. Mais un intervalle plus long ne provoque pas l'apparition de nouveaux complexes K; au contraire, en l'espace de quelques secondes, le pattern remonte les étapes que nous avons décrites, et le dormeur s'éveille brusquement.

Comme dans tout comportement du cerveau à l'état de veille, les nuances de la personnalité apparaissent à travers ces ombres. La longueur de chaque étape de sommeil et le pattern de réveil, la forme et l'étendue, l'abondance et l'efficacité des complexes K, la fréquence des ondes fusiformes de somnolence — toutes ces caractéristiques sont réunies dans les rythmes nocturnes d'une façon aussi individuelle que les caractéristiques des rythmes de veille. Il est assez probable que le « type » de tracé de veille est associé avec le type du pattern de sommeil, mais la signification statistique de ces observations n'est pas certaine. Il y a encore beaucoup à apprendre sur la physiologie du sommeil et ses relations avec les fonctions cérébrales prises comme un tout. Les patients étudiés des Gibbs en Amérique ont déjà éclairci beaucoup de difficultés importantes. Les expériences sont exigeantes et prennent plus de temps que d'habitude, même pour ce genre de travail. En parler donne déjà sommeil!

Il n'existe aucune raison précise expliquant pourquoi le cerveau aurait besoin de passer un tiers de sa vie au repos. Est-ce pour le salut de certains autres organes que le centre directeur ferme ses voies de réception et de transmission? Y a-t-il quelque subtile sous-produit chimique de l'ardent fourneau à sucre du cerveau qui s'accumule en quantités toxiques pendant les seize heures de travail éveillé? Ou bien notre précieux sommeil n'est-il que la trace génétique de la futilité des aventures nocturnes dans un pays sauvage de chats et chacals aux yeux percants, un héritage d'ancêtres lointains qui étaient peut-être mieux équipés pour la construction de nids bien cachés que pour les duels dans la nuit?

Peut-être que ce rythme apparemment superflu se produisait même très antérieurement au cours de l'histoire évolutive, lorsque les pre-

miers vertébrés émergèrent de la mer incubatrice et ressentirent pour la première fois le frisson du soir. Ces créatures, équipées de systèmes nerveux compliqués, de poumons respirant de l'air et de membres à cinq doigts, ne pouvaient échapper à la tyrannie matérielle de l'océan que pour se trouver à la merci des saisons. La température de la mer ne varie que peu, d'une façon à peine appréciable entre le jour et la nuit, et seulement de quelques degrés entre l'été et l'hiver. Les créatures de la mer peuvent poursuivre une vie égale malgré que la température de leur corps suive le réchauffement et le refroidissement de leur demeure liquide. Mais sur terre, les conditions sont trop extrêmes pour que se maintienne la tranquillité nécessaire au système nerveux. Si la température baisse de 20° Fahrenheit, les impulsions nerveuses se transmettront à une vitesse réduite de moitié, et le fin pattern des fonctions nerveuses perdra sa texture. Au premier chapitre, nous nous sommes permis de faire quelques suppositions sur le mode de vie de ces premiers explorateurs des grèves à marée basse. Reptiles et amphibiens, alors qu'ils établissaient leur suprématie sur les terres sèches au cours des millions d'années estivales que furent les âges carbonifères, doivent avoir souffert d'un délit de suractivité aux environs de midi et d'une torpeur léthargique à la nuit tombante. Heureuses et fécondes étaient les bêtes qui se soumettaient avec grâce et discrétion à ce rythme inévitable, se mettant chacune tranquillement en boule dans une crevasse particulière quand l'flux nerveux se ralentissait dans leurs nerfs refroidissants.

Dans cette mer privée qu'est notre courant sanguin, nous transportons une miniature chimique de la mer primordiale. Ainsi peut-être avons-nous hérité dans notre cerveau du besoin de nous retirer de la compétition active dès que l'ombre tombe, alors même que notre homéostasie durement acquise et notre ingéniosité technique, nos manteaux de fourrure et nos couvertures électriques, nous aient rendu capables de maintenir la température de notre corps dans les limites d'une fraction de degré. Même actuellement, comme plus d'un homme courageux en témoigne dans le froid glacial des pôles ou des sommets élevés, ce n'est pas une lutte ou une convulsion qui mène à la mort, lorsque toutes les défenses tombent et avec elles la température du corps, mais c'est un sommeil fatidique. Poussant la conjecture encore un pas plus loin, nous découvrons dans le ralentissement des rythmes cérébraux une trace de cette déclération nerveuse qui assoupissait nos prédecesseurs.

Dans la plupart des machines compliquées, lorsqu'une partie est fatiguée ou mal ajustée, il vaut mieux que tout le mécanisme s'arrête plutôt que son fonctionnement se poursuive sous la menace d'un désastre. Un ingénieur décrit comme un « échec à la sécurité » un dispositif qui assure un arrêt automatique quand une partie cède. Dans certaines machines dangereuses, ces mécanismes reçoivent le nom plus évocateur

de « poignée de l'homme mort », ce qui signifie que, si le conducteur devait perdre le contrôle, le véhicule ou la tourelle s'arrêterait plutôt que de continuer sans guide. Dans un mécanisme aussi compliqué et aussi délicatement équilibré que le cerveau vivant, nous devrions nous attendre à trouver, sinon une « poignée de l'homme mort », du moins une manette de l'homme endormi ; et ce ne serait pas du tout surprenant si, avec notre histoire génétique, la manette était maniée selon une tradition innée de notre structure corporelle.

En 1938 déjà, je suggérais que les rythmes delta « représentent un vrai changement dans la période électrique naturelle des neurones corticaux, un changement qui est en général menaçant mais cependant réversible si la cause en est supprimée. Pendant l'activité delta, aucun travail utile ne peut être accompli par les neurones en question. Parfois les ondes delta sont si grandes que nous pouvons les suspecter de paralyser le cortex par électrocution, pour ainsi dire, et nous pourrions nous demander si ce n'est pas là leur fonction spéciale dans certaines conditions, tout comme le rôle de la douleur est parfois d'immobiliser une partie blessée. Afin d'expliquer la grande dimension occasionnelle des ondes lentes, il peut être nécessaire d'invoquer une connexion en série des cellules corticales, connexion semblable à celle qui s'est développée à partir des cellules musculaires chez les poissons électriques. »

Comme nous l'avons déjà vu, on trouve des rythmes lents chez les bébés, ainsi que chez les adultes affligés d'une maladie organique ou d'une lésion du cerveau. Des composantes lentes apparaissent également chez des épileptiques entre les crises et pendant celles-ci lorsqu'il n'y a pas de convulsions mais seulement perte de conscience. Tous ces états ont en commun le besoin de protéger le cerveau des conséquences de sa propre complexité. Les graves effets de la perte de contrôle et de protection s'observent quand un épileptique a une grande crise. Alors, des décharges électriques très rapides prédominent, et tout le système est transformé en un chaos révolutionnaire. Vers la fin de la crise, des ondes lentes réapparaissent et des décharges convulsives rapides n'émergent plus qu'au milieu des ondes lentes. De pareilles considérations ont suggéré l'hypothèse d'une fonction préventive ou protectrice pour expliquer les rythmes électriques lents, hypothèse selon laquelle ces rythmes seraient les gardiens du fonctionnement cérébral, limitant les conséquences d'une activité excessive ou mal coordonnée. Dans cette perspective, les complexes K du sommeil prennent place à côté des ondes lentes de la première enfance, de l'épilepsie et des autres états de contrôle incomplet, cela comme censeurs des nouvelles provenant de régions étrangères, assurant l'apathie s'ils ne peuvent maintenir la discipline.

On tire parfois de faciles parallèles entre ces études électriques et des spéculations d'une tendance plus philosophique telles que les

concepts de l'école psychanalytique. Dans cette doctrine, il y a beaucoup de choses qui font rire et beaucoup aussi contre lesquelles il faut se mettre en garde; mais pour rendre à Freud ce qui lui est dû, le fondateur de la psychanalyse fut le premier à insister sur la nécessité d'appliquer au rêve les mêmes principes de causalité et de déterminisme que les savants doivent accepter pour l'étude des problèmes de l'état vigile. Un rêve, insistait-il, nait de causes, évidentes ou cachées, aussi réelles que celles d'où naissent nos pensées rationnelles de chaque jour, mais modifiées, corrompues, perverties en paraboles si éloignées de leur source que le cerveau sommeillant n'en est pas troublé, incapable qu'il est de reconnaître dans ces fables grotesques le murmure de serfs rebelles, sur les travaux desquels il dépend. Cette façon de parler fut auparavant utilisée pour suggérer la libération de notre cerveau supérieur des besoins du corps, et sa dépendance du calme de l'organisme. L'analyse freudienne nomma, sans jamais oser l'identifier, la hiérarchie de l'id et de l'ego, du super-ego et du censeur. Un détective qui suivrait les traces du meurtrier du sommeil pourrait énumérer dans son carnet de notes : id — cerveau moyen ? ego — cortex sensoriel ? censeur — complexe K, fuseau ? Nous savons que l'intrigue est plus compliquée que cela, mais des comparaisons aussi simplistes pourraient nous aider à poser le piège traditionnel dans lequel, au dénouement final, les héros simples et les traîtres astucieux seront réunis en une scène où justice sera faite dans l'un des plus profonds mystères du cerveau vivant.

Aucune explication simple non plus ne peut être proposée pour la très grande variété de besoins de sommeil. L'échelle des besoins, même chez les gens normaux, va d'une ou deux petites heures à presque douze heures. Les états de somnolence sont des symptômes prédominants dans certaines maladies; dans ces cas, on peut presque toujours trouver des lésions à la base du cerveau, où de même la stimulation électrique peut provoquer le sommeil, ou, en modifiant le stimulus ou la position des électrodes, le réveil. Ces faits ont suggéré que dans ces régions primitives pourraient exister des centres du sommeil et de l'état de veille, associés à ces autres centres voisins qui maintiennent la constance de la température, la quantité d'eau dans le corps, etc. — bref, que le sommeil également est un département de l'homéostasie. Il existe une catégorie de malades chez lesquels l'insomnie, des variations de température, et la soif s'associent à ce que l'on dénomme encore le comportement hystérique.

Aujourd'hui, l'hystérie a beaucoup d'autres significations que son sens originel, qui se rapportait à des errements de la matrice. Dans son sens clinique moderne, elle est presque aussi fréquente chez l'homme que chez la femme, et comprend de nombreux états psychosomatiques dans lesquels des symptômes organiques, paralysie, cécité, douleurs ou crises, surviennent sans cause physique adéquate. Ces personnes

sont les sujets principaux des cures miraculeuses et des guérisons par la foi; leurs infirmités alarmantes peuvent être guéries sans grande difficulté par un traitement approprié, qu'il soit accompagné d'un rituel imposant ou une prière, ou simplement par des manières qui donnent confiance. De nombreuses cliniques tout à fait conventionnelles pourraient étailler, si elles le voulaient, une collection de bâquilles et de lunettes noires aussi belle que n'importe quel centre de guérisons miraculeuses.

Chez certains hystériques qui montrent des signes de troubles des parties plus profondes du cerveau, l'étude de l'EEG sous stimulation stroboscopique a révélé une remarquable tendance aux décharges électriques étendues et violentes, souvent accompagnée de soubresauts des membres au moment où la fréquence des éclairs atteint 8-10 c/s. Cela pourrait sembler la preuve d'une crédulité exagérée — « mystifiabilité », pourrait-on presque dire — des mécanismes qui déterminent la signification à attacher aux signaux entrants. Nous pourrions nous attendre à la légèreté caractéristique du sommeil de ces personnes, si la préservation de la profondeur du sommeil dépend du haut degré de scepticisme, pour ainsi dire, dans les filtres statistiques.

Si le sommeil reste un mystère, que dire de la fatigue et de l'ennui ? Nous pouvons être fatigués sans être endormis, ennuyés sans être fatigués.

La fatigue a de nombreuses formes, mais bien peu d'entre nous ont jamais atteint la limite de l'endurance. Quand nous avons accompli un travail musculaire pénible, nous sentons la fatigue dans nos membres et nous boitons ou traînons la jambe comme des infirmes. Mais il est invraisemblable que la fatigue réside dans les muscles — car un encouragement supplémentaire provoquera une réaction plus intense. Robert Schwab, à Boston, a montré que si un homme doit se suspendre par les mains à une barre « aussi longtemps qu'il le peut », il est possible qu'il se laisse tomber au bout d'une minute; s'il est poussé à battre le record d'un autre, il serait capable de doubler son temps. Mais si on lui offre dix dollars, il pourra rester suspendu cinq fois plus longtemps. Le cerveau reçoit, provenant d'un groupe de muscles en activité, des signaux rapportant l'effort qu'ils sont en train d'accomplir et jusqu'à quel point cet effort correspond à l'effet voulu par l'action. Au bout d'un certain temps, une douleur est ressentie; les éléments actifs émettent leur coutumière plainte d'usage excessif assez longtemps avant que leur efficience ne soit réellement menacée. A ces rapports, comme à tous les autres qu'il reçoit, le cerveau peut assigner le degré de signification qui convient le mieux à la situation globale. La persuasion renouvelée, le danger, l'entraînement, les préoccupations, l'expérience, l'hystérie, les drogues — tout cela peut modifier sur une très large échelle la signification de la fatigue et ses effets sur l'organisme entier.

Une fatigue d'intensité modérée ne laisse que de faibles traces sur l'EEG, tandis que la lassitude qui suit vingt-quatre heures de travail ininterrompu se marque par certains changements dans les patterns électriques de réaction. Les tracés de repos montrent plus facilement les modifications préliminaires du « flottement » et de la somnolence, comme on peut bien s'y attendre; mais les réactions à une stimulation sont souvent modifiées de façon dramatique, surtout si le sujet se sent encore contraint de se tenir éveillé. Un sujet, dont la réaction normale à la stimulation intermittente n'était que légère et ne s'accompagnait que d'illusions visuelles négligeables, révéla, après un jour et une nuit de travail pénible et anxieux, une réaction au stroboscope extraordinairement exagérée s'étendant loin dans les lobes temporaux et frontaux. En même temps et pour la première fois de sa vie, il eut une vive hallucination visuelle : « une procession de petits hommes dont les chapeaux étaient baissés sur les yeux, marchant diagonalement à travers le champ ». Il est facile d'imaginer que les petits hommes, fatigués, quittant le travail et à moitié endormis, étaient des symboles de l'épuisement du sujet, facilement évoqués par le stroboscope, tandis que la barrière contre la fantaisie était franchie par la dure nécessité.

Le cerveau peut enregistrer la fatigue et en général s'y abandonne longtemps avant que les autres organes n'aient fait appel à leurs réserves; mais nous devrions la considérer, comme le sommeil, plutôt comme une interruption positive que comme un épuisement négatif. La sensation de fatigue peut être avancée et amplifiée par l'ennui, par la monotonie ou des signaux insignifiants; elle peut être retardée ou diminuée par des médicaments tels que la caféine et l'amphétamine, qui tous deux ont des effets légers mais mesurables sur les rythmes électriques normaux du cerveau.

L'hypnose aussi peut influencer l'apparition de la fatigue. Et ici, nous touchons une anomalie bizarre. L'état d'hypnose est particulier. Un sujet hypnotisé est capable d'accomplir facilement des actes qu'il trouverait sans cela difficiles, il peut supporter une douleur qu'il trouverait sans cela intolérable, il peut se souvenir d'incidents qu'il avait oubliés. Sous une anesthésie légère on peut également voir de pareils changements. Mais tandis qu'un anesthésique détermine des modifications régulières et marquées des rythmes et des réactions du cerveau, l'hypnose n'a que peu ou pas d'effets sur eux. Dans la plupart des expériences, presque aucun changement significatif ne survient dans l'EEG pendant que le sujet était sous hypnose, même si l'état d'hypnose était très profond et le comportement apparemment très changé. Lorsqu'on dit à un sujet hypnotisé dont les yeux restent fermés qu'il les a ouverts, ses rythmes alpha continuent à se produire comme dans des conditions normales, bien qu'il semble croire ce qu'on lui a dit. Réciproquement, ils n'apparaissent pas si on lui dit

que ses yeux sont fermés alors qu'ils ne le sont pas. Cependant, ses impressions, ainsi qu'il l'affirme, suivent fidèlement les suggestions de l'hypnotiseur.

L'hypnose ne montre aucune des caractéristiques électriques du sommeil naturel; en réalité, plus nous considérons avec soin l'état du sujet et moins il paraît ressembler à ce que nous savons du sommeil. La conscience n'est pas perdue, mais augmentée — limitée il est vrai à des catégories spécifiques de stimuli, en général la voix et les suggestions de l'hypnotiseur. La signification des événements n'est pas diminuée, mais absurdement accentuée — le pouvoir d'apprendre est étendu de son propre domaine de patterns significatifs à n'importe quelles vétustes que l'hypnotiseur pourrait imaginer. L'étendue de la suggestion peut s'exagérer à tel point que des réactions corporelles sérieuses — ampoules, hémorragies, crampes ou tuméfactions — peuvent suivre des suggestions imprudentes ou de passion.

Le pouvoir de conditionnement, ainsi que les expériences de laboratoire, le culte du Yoga et les indispositions d'origine hystérique l'ont démontré, semble partager les mêmes mécanismes. Dans l'hypnose, de nouveau, nous voyons l'étendue et la profondeur de la domination du cerveau sur tous les autres organes et fonctions. Mais dans cet état, les règles de conditionnement semblent être mises de côté. Il n'y a ni récompense, ni punition, ni succession ordonnée de stimuli neutres et spécifiques. L'hypnotiseur pénètre d'une certaine façon dans les rouages internes du mécanisme d'apprentissage sans détourner ni fausser les propriétés fondamentales du fonctionnement cérébral, si bien que toutes les voies d'association et les réserves d'expériences demeurent intactes, quoique leur contact avec le monde extérieur soit limité au mode qu'il a choisi. On sait bien que certaines personnes sont beaucoup plus facilement hypnotisées que d'autres, et que, à très peu d'exceptions près, et bien que l'hypnose puisse parfois briser des règles d'apprentissage, elle ne dépasse pas les limites des habitudes ou des principes. Rares sont les sujets hypnotisés que l'on peut pousser à exécuter des suggestions indécentes ou dangereuses selon leurs standards de comportement ou de sécurité.

Jusqu'à présent, personne n'a donné une explication complète et plausible de l'état d'hypnose; mais cette promptitude à assumer une signification que nous avons désignée comme l'attribut dominant du fonctionnement cérébral, constitue une invitation évidente à poursuivre les recherches. Le moyen par lequel l'hypnotiseur parvient à la plasticité des rêves sans l'apathie du sommeil est matière à des études et à des expériences plus poussées.

Pour beaucoup de gens, l'évidence du pouvoir du cerveau sur le corps est si frappante qu'il semble s'étendre tout naturellement à une catégorie d'ordre différent, l'influence de l'esprit sur la matière, et

paraît suggérer une vague confusion des singularités physiologiques esquissées avec quelque domaine transcendant d'expériences spirituelles. Au stade où nous en sommes, nous devons avouer qu'aucune étude de l'activité cérébrale n'a jeté de lumière sur les formes particulières de comportement que l'on connaît diversement sous le nom de seconde vue, clairvoyance, télépathie, perceptions extrasensorielles et psychokinésie. Ceux qui recherchent une base matérielle à des comportements sans cela inexplicables ont souvent suggéré que l'activité électrique du cerveau pourrait être le mécanisme par lequel des informations seraient transmises de cerveau à cerveau, et que la sensibilité électrique du cerveau pourrait être un moyen de communication avec influence omnipénétrante. Toute objection philosophique à une thèse de ce genre mise à part, l'échelle réelle et les propriétés des mécanismes électriques du cerveau ne lui offrent aucune base. Les dimensions des troubles électriques que le cerveau engendre sont très petites. En fait, ils se trouvent être, à l'intérieur du cerveau lui-même, de la grandeur d'un signal reçu qui serait tout juste perceptible sur un appareil de radio moyen. Ce qui est plus décisif encore, leurs fréquences dominantes sont bien au-dessous du domaine des ondes radio, au-dessous même de l'échelle des fréquences audibles. A dix cycles par seconde, fréquence moyenne des rythmes alpha, tout signal électromagnétique transmis à travers l'espace aurait une longueur d'onde de 30 millions de mètres.

La généralisation des transmissions radio à travers le monde a popularisé l'idée que tout signal une fois engendré pouvait être propagé indéfiniment à travers les abîmes de l'espace, de sorte que tous les phénomènes auraient une qualité éternelle sous une forme quelque peu atténuée mais identifiable. Cela n'est même pas approximativement vrai; car tout signal, quel que soit le moyen de propagation, s'affaiblit petit à petit jusqu'à ce que sa grandeur tombe à un certain point au-dessous du niveau du bruit et d'interférence. Au-dessous de ce point, il ne peut jamais être décelé, aussi grand que soit le pouvoir de résolution et la sélectivité du récepteur. Si nous considérons les plus grands rythmes cérébraux comme des signaux radio fortuits, nous pouvons calculer qu'ils tomberaient au-dessous du niveau du bruit à quelques millimètres au-dessus de la surface de la tête.

Même si nous ignorons ces caractéristiques physiques, les observations rapportées sur les phénomènes extrasensoriels semblent exclure tout mode d'étude de ce genre; car rien n'indique que le fait de mettre le sujet à l'abri derrière un écran, ni la distance entre émetteur et récepteur, n'ont une influence quelconque sur la nature ou l'abondance des effets décrits. De plus, il semble que l'une des affirmations principales des chercheurs dans ce domaine est qu'un signal pourrait être reçu avant d'avoir été transmis. Si nous acceptons ces observations

pour ce qu'on en dit, nous ne pouvons les faire jouer avec les lois physiques de l'univers telles que nous les définissons aujourd'hui. Nous pouvons rejeter les affirmations de communication surnaturelle sur des erreurs expérimentales ou des illusions statistiques, nous pouvons réservé notre jugement, ou les accepter avec joie comme une preuve de vie spirituelle; mais il ne semble pas facile de les expliquer en termes de mécanismes biologiques.

CHAPITRE X

LE CERVEAU DE DEMAIN

« Je serais heureux si, une fois parvenu à une compréhension claire en sciences naturelles, on s'en tenait à la stricte vérité, au lieu de passer à nouveau dans le domaine du transcendant après tout ce qui a été fait dans le domaine de l'intelligible. »

GOETHE, *Conversations*

Les faits physiologiques saillants concernant le cerveau vivant connus au moment où ce texte était écrit ont été exposés avec plus ou moins de détails, comme leur intérêt général semblait l'exiger. Il reste encore une ou deux choses à dire à propos de l'avenir; ces choses pourraient encore être inoffensives pour le sage qui n'a pas exclu la prévision scientifique de la vérité. Mais nous résumerons tout d'abord une partie de la matière que nous sommes parvenus, nous l'espérons, à comprendre clairement.

Une esquisse de l'évolution du système nerveux nous a conduits jusqu'à l'apparition du cerveau humain et à son émancipation des tâches corporelles inférieures. Nous avons ensuite retracé la lente reconnaissance par l'homme de l'organe qui seul le place au-dessus des autres êtres vivants, la progression lente de l'intérêt que suscitait cet organe, le développement rapide de l'électroencéphalographie dès que l'on comprit que les patterns de l'activité électrique révélés par cette nouvelle technique n'étaient pas des effets fortuits mais bien des signaux vitaux, parmi lesquels pourraient même se trouver les contreparties physiques des phénomènes mentaux. Afin de mieux faire comprendre la signification de ces patterns, nous avons exposé quelques faits élémentaires sur les fonctions cérébrales en rapport avec les organes des sens, et nous avons décrit quelques techniques récentes grâce auxquelles on a pu obtenir de nouvelles connaissances sur des sujets aussi divers que l'épilepsie, les hallucinations et les fonctions de scanning (exploration) des rythmes électriques. Nous avons discuté de la construction de modèles actifs destinés à imiter

la vie, non dans son apparence mais dans son comportement, et ces modèles se révélèrent être non seulement imitateurs mais encore informateurs.

Deux principales voies de recherche furent ensuite tracées, partant respectivement de la découverte par Berger des rythmes électriques du cerveau et de la démonstration par Pavlov du conditionnement mesurable de réflexes sensorio-moteurs; description de quelques aspects peu connus de l'œuvre de ce dernier. Ces deux voies, en se rejoignant, nous firent reconnaître une affinité logique entre certaines réactions électriques et le processus de l'apprentissage — d'une part un mécanisme unique, d'autre part une fonction unique, du cerveau humain.

Après avoir examiné la théorie du scanning (exploration) que cette coïncidence suggérait, nous avons atteint le point culminant de la recherche récente lors d'une discussion analytique sur le processus de l'apprentissage. Les observations et expériences de laboratoire semblent rendre obligatoire de postuler un minimum de sept opérations pour le mécanisme de l'apprentissage. Nous avons décrit un modèle actif dans lequel l'accomplissement de ces sept opérations avait été prévu. Là encore, même à ce haut degré de complexité réflexe, le modèle non seulement satisfit à toutes les exigences théoriques prévues, mais il révéla encore des phénomènes imprévus pour l'obtention desquels aucun arrangement n'avait été fait — phénomènes qui se trouvèrent néanmoins correspondre à ceux qui surviennent dans le cerveau vivant dans des conditions expérimentales similaires.

En physiologie traditionnelle, l'équivalence des organes similaires est sous-entendue; exception faite des questions de goût, toutes les idiosyncrasies sont pathologiques. Dans le cerveau, est-on tenté de dire, c'est l'inverse qui est vrai, ou tout au moins plus vrai; l'idiosyncrasie est la règle et l'égalité un mythe. Le cerveau est essentiellement l'organe de la personnalité. Aussi la physiologie cérébrale prend-elle nécessairement note des variations qui se trouvent normalement d'un cerveau à un autre; et nous avons montré que l'on avait déjà accumulé une masse tout à fait nouvelle de données concernant des différences mesurables de la personnalité. Ces indications furent jugées suffisamment nombreuses et positives pour suggérer les possibilités d'un schéma de groupement des caractères aux divers âges; non pas en corrélation avec l'une ou l'autre des diverses classifications de la psychologie appliquée ou académique, avec lesquelles on n'a en réalité pas encore trouvé de rapports, mais sur la base même de résultats mesurés au cours d'expériences que l'on peut vérifier en les répétant et qui ne peuvent pas être contrariés par entraînement.

A ce stade, quelques pensées sur l'avenir du cerveau auront peut-être effleuré le lecteur. Un aspect de la question est évident. Lorsque la connaissance de quelques-uns des nouveaux faits concernant le

développement du caractère se répand de plus en plus — par exemple qu'il est possible de déceler les tendances à la violence, qu'il est possible de mesurer le degré d'indulgence vis-à-vis de soi-même et le self contrôle, en même temps que les effets de leur approbation ou désapprobation — le spécialiste du cerveau, qu'il soit psychiatre ou physiologiste, sera obligé d'en tenir compte dans sa façon de traiter le cerveau, particulièrement en matière d'éducation. Mais qu'en est-il d'autres implications ?

Après nous être inclinés devant la sage préférence de Goethe, et après ce qui a été dit au chapitre précédent sur les phénomènes transcendants, nous ne devons pas laisser les prévisions se transformer en prophéties. La différence est en effet fondamentale. La prévision est un extrême de la raison, la prophétie un extrême d'une émotion. Les extrêmes ne se touchent que lorsque l'esprit est obscurci; les autres fois, nous savons si le cerveau remplit sa propre fonction essentielle de prévision ou s'il sert la cause élémentaire des émotions.

L'évolution du cerveau humain lui-même et l'évolution des connaissances que nous en avons convergent aujourd'hui fortement, réagissant l'une sur l'autre. Le cerveau n'est pas ce qu'il est par la vertu d'une progression consciente; son éducation a été développée sans égard à sa constitution fonctionnelle, dont on ne savait rien de pertinent il y a dix ans. Cela ne peut pas continuer. Pour les maîtres et éducateurs de toutes les époques, le cerveau a été une Boîte noire; son mécanisme n'était connu qu'en comparant ce qui y entrait et ce qui en sortait. Le cerveau parvint à maturité dans l'ignorance totale de sa propre existence; son entraînement fut, et est encore, empirique et déductif.

En traçant les processus de l'apprentissage, dans un chapitre précédent, nous avons atteint un point où nous pouvions dire que l'opération critique était la reconnaissance d'un pattern, une abstraction. Ce faisant, nous n'avons voulu établir aucun parallèle avec l'évolution du cerveau lui-même; mais en fait, il y en a un de très frappant, une abstraction à une phase critique qui pourrait bien être considérée comme une récapitulation fonctionnelle de la croissance de l'organe. Le cerveau, affranchi par l'homéostasie, ainsi libéré pour des buts intellectuels, fit en vérité apparaître l'abstraction suprême — l'esprit. Et *mens sana* fut jusqu'ici à peu de temps le seul mot d'ordre. Mais des changements sont en train de s'opérer, dans lesquels le succès matériel de la psychochirurgie est significatif. De la confusion de la métaphysique et de la psychanalyse, abstractions d'une abstraction, le cerveau pensant s'est avidement tourné vers les premières visions possibles de lui-même. La période millénaire de son inconsciente évolution prend fin devant le miroir; une nouvelle phase commence.

L'éducateur est naturellement le tout premier intéressé à cette crise convergente, dont la crise de l'éducation elle-même n'est qu'un

symptôme. Lorsque nous considérons ce qui a été atteint dans ce domaine, les progrès de la masse et les sommets de réalisation individuelle, la méthode de la Boîte noire doit être révérée; et naturellement beaucoup désireront la conserver; une Boîte noire et une abstraction familière réclament moins de notre temps et de notre attention que ne le fait un cerveau vivant et ses fonctions peu familières. Aussi y a-t-il de nos jours, comme au temps où les grands croyants avaient l'ambition de localiser anatomiquement la demeure de l'esprit, quelque appréhension à regarder dans la Boîte noire, par crainte de la trouver vide. Pour ceux qui pensent que le processus de l'apprentissage est incomplet parce qu'une idée émerge d'une abstraction, « l'esprit » est une conception nécessaire mais non ultime; pour ces matérialistes intellectuels, l'esprit doit toujours être fait chair; de tous les miracles, celui de la transsubstantiation est le plus réconfortant. Ou bien ils peuvent « rationaliser ». Comme Crawshay-Williams l'écrit dans *The Comforts of Unreason* (Les réconforts de la déraison), le mot « esprit, bien qu'originellement une étiquette pour un complexe de phénomènes mentaux, s'hypostasie souvent en une entité » et, ajoute-t-il, se référant au désaveu d'Eddington concernant les grandes entités des religions orthodoxes, « une fois qu'une entité immatérielle est née, il est certainement vain de l'excuser en disant que ce n'en est qu'une toute petite ».

— Nous n'allons pas sortir de notre chemin pour bercer cette indiscrétion; les « nourrices » en psychologie sont légions. Toute discussion sur l'esprit considéré autrement que comme une fonction — la fonction suprême — du cerveau, dépasse la portée de ce travail et doit toujours rester en dehors des limites de la physiologie. Le physiologiste, envisageant dans son modeste laboratoire les inexplicables marées électriques qui envahissent le cerveau vivant, sait que son flux et reflux doit signifier que quelque Léviathan est encore en liberté; une grande idée mordille son hameçon et se glisse mystérieusement derrière les ondes riantes. Mais il serait plus heureux de ne pas le baptiser Esprit; il préférerait nommer celui qui lui a échappé — Mentalité, n'y pensant que comme une relation de dimensions, dans la même classe que Vitesse. Nous parlons souvent de « la folie de la vitesse », mais seul un mécanicien vraiment fou regarderait à l'intérieur de sa machine pour y chercher la composante de sa vitesse. C'est pourquoi, même ardemment intéressé aux problèmes psychologiques, aucun physiologiste sain d'esprit ne se mettrait à la recherche d'un mécanisme identifiable comme l'Esprit; mais il peut très raisonnablement dire : « A un moment donné, le comportement était *celui-ci*, plus tard il était devenu *celui-là* — j'appellerai *Mentalité* la transformation d'un mode en un autre. » Dans le chapitre sur les modèles du comportement, nous avons vu comment, même dans le système le plus simple, avec deux éléments actifs, des interconnexions multiples entre éléments donnaient de

nombreux modes de comportement pour lesquels l'observation simple était inutile. L'étude de la mentalité, produit de patterns entrelacés beaucoup trop nombreux même pour être cités, ne peut pour cette raison pas être définie et encore moins résolue par la contemplation du comportement, quelle que soit la patience de l'expérimentateur et la sensibilité de ses instruments.

Le problème ne devient ni plus clair ni plus maniable si l'on y joint des assertions spéculatives concernant l'étude de l'organisme « comme un tout ». En réaction contre le culte de la dissection, contre les expériences particulières faites sur des morceaux isolés de mécanismes physiologiques, un mode d'approche « holistique » est une surcompensation naturelle; mais ce n'est pas une tactique pratique. Aucune équipe d'expérimentateurs ne peut embrasser à la fois tous les aspects de la physiologie cérébrale. Norbert Wiener a très justement stigmatisé le holisme comme un épouvantail : « Si un phénomène ne peut être saisi que comme un tout, s'il est complètement réfractaire à l'analyse, il ne comporte aucune matière susceptible d'une description scientifique; car le tout n'est jamais à notre disposition. Cependant, il est toujours possible à un travailleur négligent de cacher les bribes de son ignorance derrière les parties des phénomènes qui nous sont accessibles. »

Si, et pour autant que, la mentalité doit être définie comme une fonction de tout l'ensemble des conditions possibles du cerveau, alors, et jusqu'à cette limite, les tentatives de décrire la mentalité en termes physiologiques sont vaines. Mais, comme on l'a déjà vu, les phénomènes mentaux sont accessibles à l'analyse, peuvent être étudiés par groupes de dimensions maniables, peuvent être prévus à partir d'observations expérimentales, et cela d'une façon surprenante et toujours croissante.

Bien que nous ne puissions espérer scruter tous les phénomènes à la fois sans interruption, il existe des stratégies techniques permettant d'étudier presque tous les phénomènes pendant un court laps de temps, ou quelques phénomènes de façon continue. Sans relâche, des centaines de cliniques et de laboratoires lancent par équipes des attaques de diversion dont les captures permettent de former un système de renseignement et d'espionnage qui réduit peu à peu le domaine de l'énigme centrale. Nous avons vu que les complexités de l'apprentissage et de l'abstraction, les perspectives de la personnalité et de l'imagination, le labyrinthe de la fantaisie originale, peuvent tous être explorés et situés sur des tracés objectifs.

Certaines régions de ces domaines sont moins accessibles que d'autres; des parties avancées ont à peine fait plus que d'établir des dépôts au bénéfice de leurs successeurs. Mais il n'y a aucun obstacle insurmontable en vue. Les opérations de l'apprentissage indiquent que l'évolution d'idées et de comportements nouveaux et effectifs dépend de l'évaluation continue par le cerveau de la probabilité

que plusieurs événements sont significativement reliés les uns aux autres. La signification est une question de répétition régulière, de patterns par opposition au chaos. On peut voir des modèles très simples extraire un sens de ce qui est fortuit, et saisir le peu qui est éventuellement vrai dans l'amas de ce qui est probablement faux.

De simples machines ne vont pas plus loin que cela. D'une statistique, on peut conjecturer une cause, on ne devrait jamais l'affirmer. Mais la notion de causalité ne se cache pas loin derrière ces opérations. Quand le tonnerre est toujours et uniquement précédé de l'éclair, un homme ou une machine en déduit légitimement qu'éclair signifie tonnerre; faire un pas de plus et se demander si l'éclair cause le tonnerre, voilà une tentation à laquelle la chair aussi bien que le métal sont inévitablement exposés. Le psychologue suisse Piaget a montré que les enfants construisent effectivement leurs idées de causalité de cette façon-là, par un ingénieux développement qui va de *post à proper*.

Les sages aussi sont enclins à faire surgir une cause d'un antécédent constant. Les plus sages d'entre eux ajoutent à de tels arguments la réserve que, lorsque deux événements sont constamment associés, ils peuvent éventuellement être les effets communs d'une cause commune, et ils sont portés à lui donner un nom qui serait Zeus à une époque ou Electricité à une autre. Conséquence possible de leur pouvoir d'abstraction, les successeurs les plus sophistiqués de nos modèles enfantins, s'ils ne découvrent pas leurs constructeurs, développeront leur propre *deus ex machina*. Une telle divinité peut être définie comme le degré de perte de détails et de certitudes due à une réflexion répétée dans un système de régression infinie. Warren MacCulloch nous a rappelé que Spinoza appelaient conscience une idée d'idées, et Bertrand Russell nous a avertis du danger inhérent aux affirmations qui sont elles-mêmes des membres de la classe à laquelle elles se rapportent. Pour ceux qui trouvent de tels exercices rafraîchissants, la production de propositions transcendantes par des inventions mécaniques pourrait se révéler un changement bienvenu à côté des perplexités purement humaines.

Les conséquences pratiques de l'infiltration de la physiologie dans des domaines philosophiques ne prendront pas plus d'importance que celle que la communauté voudra bien leur conférer. Mais on peut supposer qu'aucune théorie ou pratique psychologique ne pourra survivre si elle ne prend pas en considération les principes des fonctions cérébrales révélées par la physiologie, pas plus que la pratique de la médecine ne peut ignorer d'autres fonctions physiques. Déjà le nouveau type de psychiatre, en contact avec des centres de recherches physiologiques, a adopté une nouvelle perspective. Ce contact n'a pas encore atteint le grand corps conservateur de cette profession, et peut-être ne l'atteindra jamais, spécialement aux Etats-Unis, où la psychiatrie

s'est répandue en un déluge sucré d'affluence et s'est fortement cristallisée. Mais on peut prévoir avec certitude le temps où la physiologie du cerveau sera pour l'étudiant en psychologie et en médecine un sujet obligatoire, au moins aussi important que l'est actuellement la physiologie générale pour le dernier nommé. Cela donnera des psychiatres aussi bien renseignés sur l'organe de la mentalité que l'est le médecin praticien sur les organes dont il doit s'occuper. Peut-être, plus tard encore, y aura-t-il une intégration des deux sciences en une science unique de la santé, basée non seulement sur la connaissance d'états pathologiques de l'esprit et du corps, mais encore sur une compréhension pleine et entière de la vie saine dans sa totalité et sur les moyens permettant d'atténuer, d'éviter ou d'exploiter les erreurs et les chances de mauvaise santé. La sagesse, comme nous l'avons observé lorsque au début nous distinguions le cerveau humain des autres, est justement capable de la performance suivante : nous pouvons faire nos erreurs dans une pensée et les rejeter par une autre pensée, ne laissant en nous-mêmes aucune trace d'erreur.

On a fait de fréquents efforts pour intégrer ou combiner les diverses écoles et disciplines de théorie scientifique et mentale. Le nœud de la cybernétique réunit plusieurs de ces sujets par leurs angles les moins entamés et a favorisé de nombreux rapprochements valables et sans cela improbables. L'Amérique est un grand incubateur de cultures synthétiques. Dans la dernière de ses synthèses, la dianétique de Hubbard, il semble y avoir à la fois un solécisme nominal et un solécisme formel. Le but était apparemment de réunir les principes et usages de Freud, Jung, Adler, Pavlov, du behaviourisme, de la guérison par la foi, de la Science chrétienne, de l'autosuggestion, du Yoga et de la théosophie, en un unique système pratique d'analyse et de traitement. La résultante en est le plus bas dénominateur commun de tous ces cultes, qui y incorporent leurs imperfections et exagérations, tout en ignorant leurs subtilités et implications. Or nous devons justement nous garder de cette manière de faire, car ce qu'il nous faut, c'est préserver et cultiver précisément ces points de croissance de la science et non en arranger arbitrairement, comme des fleurs coupées, les efflorescences stériles et exotiques.

Mais ces confins de l'imprévisible sont bien éloignés du domaine planifié de l'éducation. Ici, l'avenir peut être discuté plus raisonnablement, car cette profession est plus raisonnable que n'importe quelle autre; on n'attend pas du maître d'école les miracles qu'on réclame du prêtre ou du médecin. Patiemment, tout au long des âges, il a surveillé l'entrée et la sortie de générations de Bottes noires, faisant varier l'entrée selon les résultats qu'il estimait au jugé ou par la foi. Avoir amené tant de millions de personnes à un degré d'entraînement mental aussi prometteur, et cela avec aussi peu de pertes, voilà qui est une performance dépassant les succès de n'importe quelle autre pro-

fession. Aujourd'hui cependant, comme tous les professeurs le savent, les pertes augmentent. Il y a ceux qui sont mis hors de combat — les déficients et les délinquants qui ne retourneront jamais à une vie scolaire normale. Il y a les blessés — c'est-à-dire les enfants qui sont peut-être les plus brillants et les plus hardis de la classe, dont les sentiments sont heurtés et frustrés par ses restrictions; et il y a les manquants, un petit nombre déjà abandonné en chemin, et les nombreux trahis que l'on continue à soigner en vain.

Nous avons donné un exemple de la façon dont la physiologie du cerveau peut contribuer à la compréhension des enfants délinquants. Le même chemin, pour ainsi dire, par lequel nous sommes arrivés à la localisation de tumeurs et à d'autres moyens de diagnostic clinique, à une meilleure connaissance du cerveau humain, nous mène aujourd'hui à l'étude de l'enfance normale. Cette étude promet en particulier d'aider à résoudre les problèmes des enfants malheureux, retardés ou brillants, problèmes qui se multiplient au fur et à mesure que l'intégrité de la famille est corrompue et que les pressions sur le système scolaire augmentent. C'est précisément au moment où les maîtres prennent plus que jamais conscience que presque chaque enfant, et spécialement chaque enfant exceptionnel, tirerait profit d'une attention plus individuelle, qu'on leur demande de prendre des classes de plus en plus grandes. Ils savent que, quoi qu'ils fassent et même quand le jeune esprit est des plus malléables, il leur est impossible de les pétrir tous d'une manière identique; et la physiologie endosse le résultat des observations de leur botte noire. Cela ne serait possible que sous un régime totalitaire, en appliquant le moule peu profond qui lui convient. Sans doute avait-on sacrifié pour chaque nazi fanatique une multitude anonyme. Moscou ne publie pas de liste des pertes, mais nous en savons assez sur le cerveau en activité pour prévoir qu'un schéma d'éducation basé sur une fausse interprétation de Pavlov et un reniement du mendéisme est susceptible de produire des troubles mentaux proportionnés à l'imbécillité des prémisses. Car cela implique que l'éducation totalitaire doit être basée en principe sur la tentative de conditionner une erreur dans le mécanisme de conditionnement du cerveau, alors qu'une erreur de celui-ci, nous l'avons vu, est l'unique activité physiologique qui ne puisse pas être conditionnée. Il se peut que vous n'appreniez rien et que vous vous en tirez ainsi; mais avec une intelligence saine vous ne pourrez pas apprendre à ne pas apprendre. Le mécanisme se détériore tôt ou tard, lorsque ces fonctions naturelles sont faussées; l'esprit est aplati dans un moule peu profond; n'importe quoi peut alors signifier n'importe quoi et le faux être vrai.

L'éducation occidentale, tout en mêlant un individualisme culturel avec un égalitarisme chrétien, ne nie ni l'héritage, ni la reconnaissance des types, mais éprouve une grande difficulté à réconcilier l'égalité politique avec une classification des types. Le système anglais, dont

le croisement sélectif de caste était la base et l'instruction individuelle le sommet, a rompu avec la tradition privilégiée et maintenant, au nom de l'égalité d'opportunité, tente de séparer les brebis d'avec les bœufs à l'âge tendre de onze ans. Un examen écrit est notoirement illusoire en proportion inverse de l'âge du sujet, et si nous devions d'une façon ou d'une autre créer de nouvelles castes, il serait évidemment plus sage d'en avoir plus de deux. Ici toutefois, la physiologie du cerveau peut offrir son assistance avec assurance dans les conditions actuelles et pourra contribuer à les améliorer. Concernant le problème urgent de l'enfant retardé ou abnormal, prenons par exemple le cas suivant: un garçon fut envoyé pour subir un examen EEG parce qu'il était tellement en retard que l'on craignait qu'il ne fût pas sain d'esprit; âgé de neuf ans, il ne savait pas lire. Comment fallait-il le classer? Les résultats des tests d'intelligence le classaient sans aucune équivoque comme déficient, puisqu'il ne pouvait même pas lire les questions. Son tracé EEG ne révéla rien de plus spécial que des rythmes alpha fortement persistants, ce qui permettait de supposer qu'il était un type P prononcé, comme Peggy dans notre historiette. C'était tout. Etant un non visuel persistant, il était inutile de tenter de lui apprendre à lire par des images. Instruit selon les méthodes appropriées à un penseur abstrait, il pouvait devenir un mathématicien de première classe.

L'éducation individuelle visait à développer la compréhension et l'expression chez des élèves choisis; l'éducation collective a un but plus limité — les entraîner et les accorder tous comme des récepteurs sélectifs. De façon toujours croissante, la mesure du degré d'instruction devient la capacité de lire des instructions plutôt que l'aptitude à rapporter des observations ou à exprimer des opinions. La justification cynique de cette évolution est que seule une minorité peut être à même d'observer quelque chose qui vaille la peine d'être rapporté ou d'avoir des opinions valant la peine d'être exprimées. Des expériences et des statistiques peuvent appuyer cette affirmation, mais si son application ne doit pas ridiculiser élèves et maîtres en même temps, il faut trouver les moyens de dégager du moule les exceptions nécessaires pour confirmer la règle, d'expérimenter une telle généralisation jusqu'au point de rupture.

Tout le système de la vie civilisée dépend, comme nous le savons tous, des communications; mais, à l'encontre des voies du cerveau, cela devient de plus en plus un système de communication à sens unique du sommet central vers les récepteurs inertes qui, même dans les meilleures conditions, ne peuvent répondre que par un vote unitaire. On a suggéré que plus le cerveau d'un animal est grand et plus sa survie dépend de la nature de ses jeux. La société humaine voulue une proportion énorme de temps et d'énergie au jeu. Dans les pays occidentaux, le développement de la musique d'ensemble, des jeux

d'équipes et des vacances en familles est récent, et déjà, semble-t-il, précaire. Peut-être que le caractère le plus inquiétant de la civilisation mécanisée réside dans le fait que les moyens ridicules demandés pour notre divertissement ne se prêtent pas à une opération aller-retour.

La société semblait pendant un certain temps refléter par sa diversité, sa plasticité et son adaptabilité, la générosité du fonctionnement cérébral; actuellement, elle semble plutôt en train de dégénérer en quelque chose se rapprochant d'une moelle épinière, capable de recevoir des instructions et instrument de coordination réflexe, mais incapable d'avoir une idée indépendante et originale. Un enfant solitaire et passif regardant l'écran d'un récepteur de télévision n'amuse que lui-même — le besoin de fixer les yeux ne favorise ni ne provoque des habitudes de création ou de générosité. A ceux qui se plaignent que les choses ne sont pas ce qu'elles étaient, on peut toujours, il est vrai, répondre qu'elles ne le furent jamais. Ce que les divertissements mécaniques nous font craindre peut fort bien avoir été prédict comme une conséquence de l'écriture et de l'imprimerie, du gramophone et de la radio. Mais ces présages n'ont-ils pas été en grande partie confirmés ? Plus l'expression artistique en vient à dépendre de moyens techniques spéciaux, moins on y participe. Les habitudes de divertissement qui dépendent d'un art mécanique et d'un sport professionnel n'ont pas besoin de nos rêves particuliers et d'imagination. H. L. Mencken fit un jour remarquer que plus un homme rêve et moins il est crédule; ainsi peut-être, moins un enfant imagine-t-il et plus facilement il sera prêt plus tard à se saisir des croyances toutes faites. L'avenir semble terme à Alice au Pays du Cinéma; Tom Sawyer aura peu d'aventures devant son appareil de télévision.

Toutefois, la notion d'un âge d'or passé d'individualité et de hardiesse n'a que des fondements sans consistance; pour la plupart, ces temps furent sans valeur ou lourds d'oppression. Nos bibliothèques renferment la crème du passé; naturellement, en comparaison, nous trouvons bien mince le lait complet du présent et le fromage fabriqué de l'avenir nous semble un substitut indigeste.

De quelle façon, alors, la connaissance de la physiologie du cerveau peut-elle aider à prévoir et à contrôler le cours de l'histoire ? La tentative de classification de simples tracés cérébraux a montré une large perspective de personnalités diverses et fluctuantes. L'intelligence, telle qu'elle est estimée par des tests arbitraires et déjà désuets, ne trouve aucun parallèle dans nos tracés; mais la versatilité, la ductilité et certaines aptitudes imaginatives spéciales commencent à être reconnues comme des interrelations et transformations dynamiques faisant partie d'un cadre de variations normales. Notons que les classes ainsi ébauchées ne sont pas basées sur ce qu'une personne peut ou ne peut pas faire, mais sur la *façon* de faire les choses. De plus, rien n'autorise à penser que l'un des types ou l'une des façons soit meilleur que

l'autre. La voix du physiologiste est à peine plus qu'un murmure, mais si elle était appelée à témoigner, elle déduirait l'égalité de responsabilité de la diversité des dons. A chacun selon sa capacité, murmurera-t-elle, de chacun selon ses besoins.

Les facteurs que nous semblons reconnaître, et plus particulièrement les noms que nous leur donnons, seront peut-être remplacés dès que le savoir se sera accru, mais quelques modifications que l'expérience ultérieure pourra dicter, la perspective n'en restera pas moins variée; et c'est en aidant à choisir les tiges les plus exceptionnelles et les moins robustes pour la culture que le physiologiste du cerveau pourra trouver la tâche la plus réjouissante. Feu la doctoresse Montessori commença sa révolution de la discipline libre et de l'entraînement sensoriel en élevant les connaissances des déficients mentaux au niveau des examens d'Etat, en Italie, au début de ce siècle. La physiologie du cerveau suggère que le succès de ces méthodes empiriques est dû à l'exploitation simultanée des caractères individuels et des propriétés cérébrales communes de ses élèves.

L'entraînement physiologique des cerveaux exceptionnels, amplifié par la compréhension des fonctions de base qui y sont impliquées, peut avoir des résultats tout à fait imprévisibles. Nous sommes si accoutumés à la médiocrité, comprise comme la moyenne arithmétique des capacités bornées de nos voisins, que nous pouvons à peine concevoir la puissance intellectuelle d'un cerveau fonctionnant à plein rendement. Les génies naturels ne sont personnellement connus que par peu de gens, et leurs capacités ne peuvent être estimées que par leurs pairs. La plupart d'entre eux avouent des incapacités qui seraient fatales dans la plupart des circonstances. Sur le 1 % de notre population que nous pourrions dire capable de se distinguer, une petite proportion seulement atteint l'âge du discernement sans être déformée par la vie. Les 10 % que nous classons comme déficients mais capables d'éducation, sont assez souvent tourmentés en rivalisant en dehors du cercle de leur classe ou de leur type, et ils ajoutent encore une névrose d'infériorité à la modestie de leur jugement.

Chez les rares personnalités effectivement éminentes dont nous avons eu le privilège d'étudier les fonctions cérébrales, la versatilité du fonctionnement et de l'activité du cerveau semble être l'unique facteur commun. Chez la plupart des gens, une analyse de l'activité cérébrale pendant 30 secondes suffit à fournir un échantillon représentatif; pendant ce laps de temps, laissé à lui-même, le cerveau passe par la totalité de son modeste répertoire de mouvements. Mais dans le cerveau du génie effectif, le mot d'ordre semble être *semper aliquid noui*; il faut plusieurs minutes d'analyse avant que l'image commence à se répéter, même dans les conditions les plus calmes. Nous commençons à entrevoir quelque peu ce que Margery Fry a appelé le « climat de la délinquance », et l'éducation établit un terrain pour

spécialistes doués. Il est certainement temps que nous étudions également les conditions qui favorisent le développement du génie versatile.

De telles suggestions impliquent-elles ou dépendent-elles de la prédominance des influences héréditaires ? Jusqu'ici, il est vrai, l'étude de la physiologie cérébrale a tendu à accentuer l'importance des facteurs génétiques. Lennox, qui fut l'un des premiers à explorer les phénomènes électriques accompagnant l'épilepsie, en vint même à soutenir que « l'électroencéphalogramme est une caractéristique héréditaire », et à réclamer que chaque citoyen soit soumis à l'EEG avant de recevoir une licence de mariage. Ce parti pris en faveur de la nature par opposition à l'éducation (nurture) sera peut-être justifié par des expériences ultérieures, mais jusqu'à présent aucune observation cruciale n'a été rapportée; même les expériences faites sur des jumeaux univitelins ne permettent aucune conclusion.

Aujourd'hui, cette affirmation de la prépondérance génétique est un obstacle au développement de ce que l'on pourrait appeler une sociologie physiologique. Les influences du milieu sont beaucoup plus faciles à critiquer et à contrôler; elles fournissent un terrain de bataille solide au réformateur social et au révolutionnaire. L'opinion générale est que, à part quelques cas difficiles, la majorité des personnes malheureuses ou antisociales sont les victimes des circonstances et qu'elles peuvent retrouver leur normalité par un ajustement des conditions extérieures. Cette supposition est basée sur l'éthique confiante et bienveillante de la civilisation occidentale, dérivée de la doctrine chrétienne et enracinée dans le droit écrit comme dans les coutumes quotidiennes. On peut la décrire comme l'hypothèse de la « brebis perdue » par opposition à la théorie moins attirante de la « brebis galeuse ».

Il est beaucoup plus facile de classer des influences que de les comprendre. La division grossière de tous les attributs humains en « héréditaires » et « acquis » est excusable, mais tout à faire déraisonnable. Même dans les modèles de comportement les plus simples que nous avons décrits, il est souvent impossible de décider si ce que le modèle est en train de faire est le résultat de sa structure ou de son expérience. Une telle subdivision n'a en fait aucune signification expérimentale. Une telle subdivision n'a en fait aucune signification expérimentale. Nous quand l'usage influence la structure et la structure l'usage. Nous pouvons déduire l'existence dans la nature humaine d'une interaction compliquée de caractères hérités et acquis, ne serait-ce que de la complémentarité avec laquelle les adhérents des deux théories nient la vérité du témoignage de leurs adversaires. Dans un tel système, quand les variables sont susceptibles de s'influencer mutuellement, il est caractéristique que les dénégations des deux camps devraient finir par se montrer fausses et leurs assertions vraies; car une observation très superficielle révèle que presque n'importe quoi pourrait se produire,

tandis que l'analyse la plus attentive est nécessaire à quiconque pour définir ce qui est impossible.

Il est alors raisonnable que nous posions la question suivante : quelles chances y a-t-il que le cerveau humain continue à évoluer ? Pour ce qu'on sait aujourd'hui, il y a deux mécanismes par lesquels l'évolution peut se faire. Premièrement, par l'apparition de mutations majeures ou de variétés assez importantes pour augmenter les chances de survie de l'individu et pour reproduire une nouvelle espèce. Deuxièmement, par sélection et hybridation de mutations mineures finissant par produire une nouvelle variété. La différence fondamentale entre ces deux mécanismes est celle-ci : tandis que le premier engendre dès le début une espèce ayant une structure génétique différente, espèce qui est dès lors incapable de se reproduire avec l'espèce parentale, le second ne produit que lentement une variété nouvelle qui continue à pouvoir se croiser avec la variété originelle.

Tous les êtres humains constituent une seule espèce, sont interfertiles et s'attirent mutuellement, ainsi qu'en témoigne la grande variété de métisses. Les différences entre groupes ethniques résident essentiellement dans les cheveux et la peau; et puisque le cerveau se développe à partir de tissus embryonnaires semblables à ceux qui donnent naissance à la peau et aux cheveux, nous pourrions nous attendre à quelques différences entre les cerveaux, par exemple, de Caucasiens, de Mongols et d'Africains. Il semble effectivement y avoir de légères différences, comme Mundy-Castle l'a trouvé en Afrique, mais à peine plus que ce qu'il est possible de mettre sur le compte des diverses traditions et standards de vie et de nourriture. Et les cerveaux de ces peuples n'ont-ils pas établi et élaboré ces traditions, accepté ou modifié ces standards ? Malheureusement pour la paix de notre esprit, il existe de fortes différences économiques et politiques; mais la physiologie cérébrale ne détecte aucune incompatibilité; en fait, dans les régions où les nuances et textures de la race humaine se mêlent librement, on trouve la variété la plus riche, la croissance la plus vivace.

L'apparition d'une race humaine nouvelle, dotée d'un cerveau plus grand et plus adaptable, semble très improbable, à moins d'une grande catastrophe mondiale. Un tel rejeton serait stérile, à moins de rencontrer une compagne tout aussi improbable. D'ailleurs, le sort d'une variété ou d'un monstre de ce genre, dans des conditions relativement calmes, serait sans aucun doute de languir dans une colonie de déficients mentaux ou de fous. Le super-cerveau exigerait presque certainement une éducation supérieure et prolongée. Les calculateurs prodiges ne font que confirmer la règle; leurs talents spécialisés, contrairement à la versatilité du génie, semblent n'exiger qu'une éducation minimale. Du singe primitif à l'homme, la période d'adolescence mentale s'est allongée de dix fois; exploiter actuellement un saut évolutif semblable vers « l'après-homme » exigerait probablement un siècle

de super-instruction. Pour qu'une évolution spectaculaire du cerveau ait une chance de survivre, il faudrait plus qu'une tête « enflée »; nous aurions à considérer non seulement l'« Homme et le Surhomme », mais aussi le « retour à Mathusalem ». Toute l'anatomie et la physiologie de nos corps devraient être modifiées pour maintenir la vie pendant des millénaires et supporter non pas simplement le poids d'une tête plus lourde, mais encore l'effort et le fardeau toujours croissants d'un savoir encyclopédique perpétuellement en activité. Un écolier centenaire est une bizarrerie qui ne serait pas au goût de beaucoup d'entre nous, et seul un cataclysme planétaire pourrait faire surgir un tel monstre.

Il est indubitable que de minimes changements répartis sur un grand nombre d'années sont continuellement en train de se produire; on peut supposer que le cerveau, qui est capable d'influencer le milieu, continuera à être adaptable aux changements du milieu. Nous avons précédemment mentionné deux particularités de ses limites actuelles. L'une d'elles était la relation sensorielle exceptionnelle entre le toucher et le cerveau; le mouvement puritain et les excès modernes sont des protestations contre cet assujettissement vestigial, et ils pourraient bien en venir à avoir une valeur de survie dans un monde rationnel. L'autre particularité était la limitation des vitesses imposées à nos réactions sensorielles et mentales par la fréquence des rythmes alpha. Un rythme plus rapide a indubitablement une valeur de survie dans un mode de vie exigeant des décisions et des actions toujours plus rapides. La différence pratique entre un rythme alpha de 8 c/s et un autre de 13 c/s peut être estimée, par exemple, pour la situation critique de l'arrêt d'une automobile : à 80 km à l'heure, un conducteur doté du rythme rapide arrêterait sa machine 1 m 52 moins loin qu'un conducteur au rythme lent. De même, les piétons et cyclistes à rythmes alpha plus rapides auraient de meilleures chances d'échapper aux accidents.

Les chances qu'une mutation importante soit avantageuse dépassent rarement 1 : 1 million, et, dans des circonstances normales, la vitesse de mutation humaine est très lente. On peut concevoir que si une région populeuse, fertile et tempérée de la planète était isolée du reste d'un monde atomisé et pendant un certain temps soumise à des radiations gamma considérables, des variations viables dotées de cerveaux supérieurs pourraient survivre assez longtemps pour propager leur race, supplanter leurs éphémères prédecesseurs, et plus tard peupler ce monde ou d'autres. De tels événements ont souvent été imaginés, et nous pouvons supposer que tout ce que nous sommes capables d'imaginer est vaguement possible; en effet, dans un avenir très éloigné, des changements de cet ordre sont inévitables et peuvent déjà s'être produits ailleurs.

Notre imagination et peut-être nos espoirs peuvent s'égarer vers les peuples des étoiles, mais ceux-ci ne nous concernent pas. Pour nous,

et pour tous ceux que nous pouvons appeler nôtres, l'avenir est plus paisible; et cependant plus ardu. L'avenir prévisible du cerveau est plutôt une question d'études difficiles et de perspectives. Nous n'avons pas besoin de soupirer après une plus grande quantité de matière grise — nous disposons déjà d'assez d'unités nerveuses pour énumérer dans leurs permutations chaque particule de l'univers d'Eddington. Il est plus probable que les prochains chapitres de l'histoire du cerveau ne seront pas si différents du premier; le thème en a été, en est, et en sera probablement délégation sans spécialisation.

Au cours de ces deux dernières générations, la vitesse d'accumulation du savoir s'est si colossalement accélérée que même le cerveau le plus noble et le plus calme est maintenant incapable d'en emmagasiner et d'en traiter même une millième partie. L'humanité est dans un état critique, en comparaison duquel celui de la constitution du Dinosaur et celui de la communauté de la Tour de Babel furent également des périodes triomphales. Notre première réaction au défi de ce déuge d'informations a été un succès tactique, bien qu'il contienne en lui les germes d'un désastre stratégique — spécialisation sans délégation, le contraire de la justice pragmatique. Le professeur dans sa spécialité peut toujours trouver un expert ou un résumé pour combler les lacunes inévitables de son savoir au fur et à mesure que le sujet s'accroît; mais, pour instruire ses auxiliaires, d'autres professeurs doivent entraîner les experts à écrire les abrégés — et le trouble augmente rapidement. L'économie de l'information a aussi sa loi de Gresham — les demi-vérités chassent la compréhension entière.

La poursuite du processus sectaire de spécialisation ne pourrait aboutir qu'à un seul résultat, la création d'un clergé scientifique irresponsable, préoccupé uniquement de sa liturgie et de ses mystères; et, en temps voulu, à un revirement populaire contre la science et à un effondrement du crédit scientifique qui inaugurerait un âge sombre aussi critique et long que les suites d'une guerre atomique.

La racine de ce mal est que les faits s'accumulent beaucoup plus vite que leur compréhension. La pensée rationnelle repose littéralement sur *ratio*, sur les proportions et les rapports entre les choses. Au fur et à mesure que des faits sont récoltés, le nombre des rapports possibles entre eux s'accroît en progression exponentielle. Lorsque tous les rapports sauf quelques-uns peuvent être exclus comme « impossibles », le sujet qu'ils concernent est dit facile; mais des exclusions aussi péremptoires se sont si souvent révélées fausses dans le passé que les savants actuels sont peu enclins à nier des possibilités. Le remède semblerait consister à éviter de charger les cerveaux humains de tâches mécaniques. Comme Wiener l'a déclaré avec passion, agir de cette façon serait ridiculiser la science et corrompre les relations humaines. Il existe déjà des projets d'instruments destinés à mettre fin à cet esclavage du cerveau, projets consistant à déléguer à des

machines les tâches inférieures mais indispensables d'arrangement et d'estimation des faits, tout comme l'administration de notre corps fut depuis longtemps déléguée. Même de très simples dispositifs donneront des jugements au moins aussi bons que les nôtres sur la validité de nos hypothèses, ainsi que des suggestions sur la façon dont nous pouvons les améliorer et projeter de meilleures expériences.

De telles machines ont été décriées, tournées en ridicule, prostituées au calcul de destructions en masse, et transformées dans les romans en idiotie et malveillance du « surhomme ». De même qu'un enfant effrayé par un petit chien agacé dira qu'il a rencontré un ours, de même nous tendons à projeter dans ces dociles esclaves de laboratoire nos sentiments de culpabilité, d'appréhension, d'inériorité et d'insuffisance. En fait, ce sont des aides domestiques aussi fidèles amis de l'homme que le sont les chiens et les chevaux qu'il a façonnés à partir du matériel brut de l'espèce animale. Nous avons décrit ici quelques-uns des plus modestes appareils créés spécialement pour l'étude des fonctions cérébrales; dans chacun de ces appareils, il y a l'ombre d'un cerveau auquel peuvent être déléguées quelques tâches mécaniques — sans quoi il nous faudrait une vie humaine pour trier les données obtenues en une semaine de travail.

Il y a aussi davantage de coopération personnelle. L'incursion des hautes mathématiques et de nouvelles algèbres dans ce que nous pensions être une tranquille science expérimentale horrifie ceux d'entre nous dont l'éducation dans ces branches fut négligée. Cependant, nous avons de puissants alliés, des mathématiciens et ingénieurs de haute tenue. Wiener, Pitts, Mackay, Shannon, Weaver, Rashevsky et son école, tous ont posé des jalons dans ce nouveau domaine. La paralyse ou la répulsion qui assaille la plupart d'entre nous lorsqu'un concept mathématique apparaît derrière nos cœillères est apaisée par les efforts de maîtres de la vulgarisation tels que Bronowski et Hoyle qui, comme prenant l'étrangeté et la nouveauté de ces notions, insinuent très doucement dans leurs discours la relation existant entre les abstractions fondamentales des mathématiques et les entités matérielles du cerveau vivant. L'épouvantail scolaire des nombres irrationnels et imaginaires n'intimident plus ceux qui ont vu un cerveau manipulant des signaux entrants pour en extraire une notion de nombres et de significations.

La spécialisation et la ségrégation extrêmes de l'époque actuelle est une nouveauté dans les affaires humaines. Laissez sans contre-poids, elle pourrait signifier la ruine. Mais le remède, traditionnel en principe, est une extension des coutumes plutôt qu'une révolution. Les bibliothèques, presque aussi anciennes que l'histoire de la race, sont en un sens la mémoire raciale. Leur importance et leur pouvoir peuvent être évalués d'après l'hostilité qu'elles ont provoquée et la furie avec laquelle elles ont été attaquées par l'autorité établie ou nouvelle; le fait de brûler des livres a été un sacrifice courant des tyrans d'Alexandrie à

Berlin. Les bibliothèques résolurent durant de nombreuses générations le problème de la laborieuse copie à la main; l'imprimerie favorisa aussi sûrement la naissance de la curiosité. Pour chaque circonstance critique, le cerveau de l'homme inventa un remède, une technique de délégation, de façon à maintenir intacte sa compétence spécialisée.

Dans la crise présente, qui menace cette faculté plus sérieusement que jamais par le passé, nous avons besoin de quelque chose de plus que d'une mémoire raciale démesurée; ce n'est pas une simple bibliothèque de faits et d'opinions qui contiendra et dirigera la force explosive de l'exploration scientifique. Les machines qui maintenant brillent et cliquettent dans nos laboratoires sont les premières formes de la vie étendue du cerveau vivant, les rudiments d'une compréhension raciale, comme les premières presses d'imprimerie de Gutenberg furent les précurseurs de la Réformation.

Le stockage et le classement de faits nous sont familiers, que ce soit sous forme d'imprimés, de films ou de fiches; mais la mécanisation de la compréhension, l'emploi de machines pour déterminer la signification, le sens abstrait, et pour conduire des arguments logiques, tout cela apparaît aussi étrange et répugnant à beaucoup de gens que le paraissait il y a cinq siècles la notion de caractères d'imprimerie mobiles. Nous avons pourtant vu que dans leurs plus simples formes ces processus intellectuels peuvent être analysés et imités sans grande difficulté.

L'extériorisation des raisonnements fastidieux ou polémiques aura sans aucun doute un effet aussi profond sur le cerveau et la société qu'aurait l'introduction de serviteurs habiles et respectueux dans un ménage modeste. Personne, nous pouvons le supposer, ne sera un génie pour sa propre machine, et des penseurs médiocres seront aussi fortement atteints que le furent les scribes imparfaits par la presse à imprimer. Mais l'avenir du cerveau est plus passionnant qu'un simple moment de détente au cours d'une corvée ennuyeuse, car ce n'est que lorsque les serviteurs de la pensée auront accompli leur travail et se seront retirés modestement dans leurs quartiers que le maître-cerveau pourra trouver sa place et se mettre enfin au travail qui lui est propre.

C'est une réflexion de laboratoire, mais ce n'est pas la fin de la question. L'étude propre à l'humanité, pour autant que nous soyons des créatures sensées, comporte sa propre application. On en sait aujourd'hui suffisamment sur le cerveau vivant pour réduire le gaspillage matériel et la misère humaine — en éducation, en correction et dans le développement de relations personnelles mères. A une époque où le pouvoir de l'homme s'étend rapidement, l'application de cette nouvelle et croissante connaissance de soi ne concerne pas seulement l'avenir domestique ou national, mais la destinée même de l'espèce humaine.