

Professeur **Hugues Duffau**

L'ERREUR DE BROCA

Exploration d'un cerveau éveillé



**Pour en finir avec 150 ans
d'erreurs sur le cerveau**

DOCUMENT

**Michel
LAFON**

Table des matières

PROLOGUE

- 1 -

L'aire de Broca : le début du combat

- 2 -

Un poste d'observation unique

- 3 -

Patricia

- 4 -

Le déclic en musique

- 5 -

Limites de l'imagerie médicale

- 6 -

La révolution de la chirurgie éveillée

- 7 -

L'intuition à tout prix

- 8 -

Adieu, Broca

- 9 -

Opérons, docteur !

- 10 -

Le dépassement de soi

- 11 -

Les pouvoirs infinis du cerveau

- 12 -

Exploration d'un cerveau éveillé

- 13 -

L'homme, ce grand émotif

- 14 -

La pensée créative

- 15 -

La vie au bloc opératoire

- 16 -

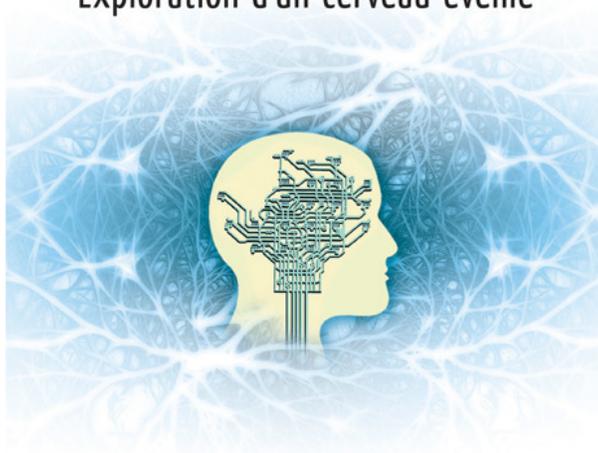
Le cerveau de l'organisation humaine

Remerciements

Professeur **Hugues Duffau**

L'ERREUR DE BROCA

Exploration d'un cerveau éveillé



**Pour en finir avec 150 ans
d'erreurs sur le cerveau**

DOCUMENT
**Michel
LAFON**

Professeur Hugues DUFFAU

L'ERREUR DE BROCA

Exploration d'un cerveau éveillé

Avec la collaboration de Christophe Duchatelet



Guérir parfois, soulager souvent, écouter toujours.

Louis Pasteur

*Ceux qui aperçoivent la lumière avant les autres sont condamnés à
la poursuivre en dépit des autres.*

Christophe Colomb

La seule chose dont nous devons avoir peur est la peur elle même.

Franklin Delano Roosevelt

PROLOGUE

Tous les membres de l'équipe médicale sont bien en place dans le bloc. Chaque geste a été préparé au préalable, le déroulé du scénario a été discuté et arrêté avec la patiente les jours précédents. Quelques minutes plus tôt, l'anesthésiste l'a endormie, et j'ai peu avant vérifié une seconde fois la position du coussin sous son flanc. Chaque microdétail compte, de ce simple coussin au réglage des appareillages électroniques ultrasophistiqués. À l'aide de mon bistouri j'incise son cuir chevelu, puis j'ouvre le crâne à l'aplomb de la tumeur. La méninge est ouverte à son tour, m'offrant l'accès au cerveau. Une anesthésie locale de la peau est renouvelée : nous sommes désormais prêts à travailler avec la patiente. L'anesthésiste la réveille, elle ouvre les yeux, son visage face à lui, tandis que son crâne ouvert reste bien protégé derrière le champ stérile, dans la zone d'opération où je m'apprête à stimuler les réseaux cérébraux avec mon stimulateur électrique. L'orthophoniste se place devant elle, il l'interroge. Comment vous sentez-vous ? La patiente réagit correctement. Une fois ces premières vérifications effectuées, le premier test est déclenché... Je stimule un premier sous-réseau tout en demandant à la patiente de compter et de bouger le bras : elle s'arrête, le bras immobilisé, elle ne sait plus articuler... Cela veut dire que la partie du cerveau que je viens de stimuler intervient dans ces deux fonctions : compter et bouger le bras. Il est temps d'initier les tâches plus complexes sur le plan cognitif et des émotions, avant d'enlever la tumeur...

L'aire de Broca : le début du combat

J'ai opéré mon premier patient en employant la technique de la chirurgie cérébrale éveillée au cours de l'année 1997, à Paris. J'étais alors le seul en France et même en Europe à pratiquer ce type d'intervention. Un an plus tôt, j'avais effectué un voyage d'étude à Seattle, où le professeur George Ojemann m'avait formé à cette technique développée avant la Seconde Guerre mondiale par un Canadien, Wilder Penfield, un éminent neurochirurgien dont les travaux de recherches étaient un peu tombés dans l'oubli pour d'obscures raisons.

Tandis que le professeur Ojemann réservait la chirurgie éveillée au traitement de l'épilepsie, j'ai cherché à l'étendre à celui des tumeurs cérébrales, un ennemi aussi redoutable que meurtrier. En observant le comportement des patients opérés par mon mentor de Seattle, une intuition a émergé de l'obscurité pour me dévoiler les fils de la réalité dans une forme d'évidence...

Dans certaines situations, le cerveau peut faire preuve d'une sorte de paresse, car il cherche souvent à s'économiser, mais il est surtout très rusé : il invente des stratégies pour contourner les obstacles, pour se réorganiser ou se remodeler... et pour finalement se réparer lui-même, du moins en partie, en puisant dans ses propres ressources. Ce

mécanisme neurologique, qu'on appelle la plasticité cérébrale, j'ai commencé à l'appréhender justement pendant mon séjour américain. Aujourd'hui, sous la forme d'un concept, il donne lieu à de nombreux articles dans la presse spécialisée ou grand public. Il sert parfois même de terreau à la réflexion philosophique : ainsi la philosophe française Catherine Malabou dispense-t-elle à l'université de Kingston (Royaume-Uni), au sein du *Centre for Research in Modern European Philosophy*, un cours intitulé « Plasticité et forme » s'appuyant, entre autres, sur les récentes découvertes des neurosciences. Bref, ce concept est porteur de grands espoirs pour l'homme, à condition de poursuivre la recherche scientifique en intégrant les multiples savoirs attachés à la compréhension du cerveau. Plus largement, il pourrait même se proposer comme une source d'inspiration pour l'organisation sociale. Sur ce point, rien n'est cependant gagné. Serons-nous capables de tirer le meilleur de nos connaissances à ce sujet ? La question reste entière...

Ce concept de plasticité cérébrale est devenu un sujet d'étude pour moi, une œuvre à construire, jour après jour. Il bouleverse en partie ce que la neurologie nous a enseigné depuis cent cinquante ans en posant l'aire de Broca, fer de lance de ce que l'on a appelé le localisationnisme, comme une vérité absolue : l'organisation du cerveau est divisée en régions, chacune correspondant à une fonction spécifique. Ce qui est faux, comme le montrent justement les mécanismes de plasticité cérébrale. Demain, après-demain, je poursuivrai cette recherche malgré les obstacles et je continuerai à soigner les patients tant que mes forces me le permettront. Je n'ai pas vraiment le choix.

Pendant mon séjour à Seattle, j'ai fait une synthèse de la littérature scientifique traitant des lésions cérébrales – des centaines d'articles –, et j'ai beaucoup appris en examinant les réactions du

cerveau à chaque phase des chirurgies éveillées pratiquées par le professeur Ojemann, aidé par son élève de l'époque, Mitchel Berger, aujourd'hui professeur à San Francisco.

De retour en France, je me suis lancé dans cette tâche sans relâche. Chef de clinique en neurochirurgie à Paris, j'ai mis un an pour constituer une équipe en m'inspirant des protocoles établis à Seattle, et cela avec beaucoup de difficultés en raison, notamment, de la réticence de nombre de mes collègues.

Mon premier patient opéré avec la technique de la chirurgie éveillée était une jeune infirmière âgée de vingt-six ans. Une tumeur avait infiltré une partie de son cerveau, dans une région considérée jusque-là comme « inopérable ». Quand je l'ai reçue en consultation, elle pensait qu'elle n'en aurait plus pour très longtemps à vivre. Je lui ai raconté une autre histoire, sans jamais lui cacher la vérité. Finalement, elle a accepté de se faire opérer.

Quelques heures avant l'opération, j'entendais les cris de protestation de mes collègues enchaînés à leurs vieilles croyances : « Quoi ? Vous allez ôter une tumeur chez une patiente qui mène une vie normale ? Dans la région de Broca, en plus ? Mais vous risquez de provoquer une perte irréversible de la parole. Vous prenez un risque insensé ! »

La fameuse région de Broca, encore et toujours. Le combat contre cette fausse idée est loin d'être terminé. Paul Broca, celui qui a soi-disant découvert la zone de la parole... Sans être spécialiste en neurologie, ce nom vous dit sans doute quelque chose. Il se distingue parfois sur les panneaux de signalisation à l'entrée des rues de nos villes. Médecin, anatomiste et anthropologue français né en 1824, Paul Broca a mis en évidence à la fin du XIX^e siècle une région dans le cerveau associée à la production de la parole, nommée depuis l'aire de Broca. Il s'est effectivement occupé d'un patient, chez qui la

fonction de la parole avait été sérieusement atteinte à la suite d'une lésion cérébrale. Il ne pouvait plus parler, sinon répéter indéfiniment la même syllabe : « tan », ce qui lui avait valu d'être surnommé Tantan. Ce trouble de la parole (aphasie) dura jusqu'à sa mort. C'est alors que Paul Broca pratiqua une dissection du cerveau du défunt et découvrit une lésion située dans la troisième circonvolution du lobe frontal au sein de l'hémisphère gauche dit « dominant ». Il en a conclu que cette lésion avait été à l'origine du trouble de la parole de son patient, et que cette zone endommagée était donc l'aire de la parole. Ce jour-là, en révélant cette région, Paul Broca se doutait-il qu'il allait orienter la recherche en neurologie dans une fausse direction pendant plus de cent cinquante ans ? Difficile de savoir. L'erreur de Broca a été d'introduire l'approche localisationniste, devenue dominante au fil des ans. Par la suite, de nouvelles études de cas, reposant elles aussi sur des bases fausses, ont encouragé cette approche. Il n'empêche, il faut se demander pourquoi la communauté scientifique a toujours refusé de la remettre en cause...

Dans l'instant d'un éclair de génie, un chercheur ne mesure pas toujours la portée de sa découverte. Parfois il arrive que celle-ci soit mal interprétée ou détournée par ses successeurs. Par exemple, la découverte de la radioactivité par Marie et Pierre Curie en 1898 a conduit inéluctablement à la fabrication de la bombe atomique, lâchée des années plus tard, les 6 et 9 août 1945, sur Hiroshima et Nagasaki par un B52 de l'armée américaine. Résultat : 200 000 morts, sans compter ceux qui ont péri par la suite d'un cancer lié à la radioactivité résiduelle. Connaît-on le nombre de morts que réserve dans l'avenir la catastrophe de la centrale nucléaire de Fukushima qui frappa la population japonaise le 11 mars 2011 ? Marie et Pierre Curie, ce célèbre couple de chercheurs français couronné par le prix Nobel de physique en 1903 et qui avaient destiné leur découverte de

la radiation à des fins médicales, doivent se retourner dans leur tombe.

En cette année 1997 où j'ai effectué mes premières chirurgies éveillées, les défenseurs de l'aire de Broca dans le monde de la médecine se comptaient par milliers, dans les universités, les laboratoires de recherche en France ou à l'étranger. Certains représentants de cette arrière-garde m'ont alors reproché de succomber aux sirènes du sensationnalisme, parfois même ils ont cru que j'avais perdu la raison. Pour un neurochirurgien, ce serait vraiment le comble de l'ironie. Les promesses de la chirurgie éveillée et de la neuroplasticité étaient pourtant incontestables, en particulier concernant le traitement des tumeurs cérébrales. Ce n'était pas si évident de continuer à exercer mon métier dans ces conditions. Mais l'adversité a du bon, car j'ai appris qu'il faut un certain entêtement pour pratiquer la médecine au mieux et espérer être vraiment utile aux patients.

Avant d'entrer au bloc pour opérer cette première patiente, j'ai chassé de mon esprit le souvenir de ces attaques grâce à un exercice de méditation, comme je le fais chaque fois avant d'opérer : je répète les gestes par l'imagerie mentale, tel un pilote de Formule 1 qui visualise le tracé de la course quelques minutes avant de se lancer dans un Grand Prix.

Une fois la patiente endormie, je lui ai ouvert le crâne. Puis l'anesthésiste l'a réveillée en arrêtant les drogues à durée d'action très courte (quelques minutes). On a testé ses fonctions et j'ai pu retirer, sans dommage pour elle, une portion de son cerveau infiltré par la tumeur.

Dix-huit ans après l'opération, elle exerce toujours son métier d'infirmière, elle a eu un enfant, elle mène une vie normale, elle parle et elle bouge comme avant, elle aime avec la même intensité. Et

quand elle pense à l'avenir, elle continue à imaginer de nouveaux projets qu'elle va pouvoir concrétiser en pleine possession de ses moyens. Pourtant, même réduite, la tumeur est toujours là, mais elle n'est pas devenue maligne... Ce n'est donc ni un rêve ni un conte de fées : on peut opérer des patients en retirant une partie de leur cerveau dans une région supposée cruciale sans affecter leurs fonctions. À ce jour, j'ai opéré et soigné des centaines de patients grâce à cette méthode, ou plutôt cette philosophie, devrais-je dire, en doublant, voire triplant leur espérance de vie, tout en préservant leur bien-être.

Mais avant d'arriver à un tel résultat, il m'a fallu échapper à la cage morale dans laquelle certaines institutions ou corporations rivées à leur pouvoir voudraient nous enfermer pour longtemps, sorte de cancer social... Cela mérite un récit détaillé, me semble-t-il, pour expliquer comment j'en suis venu à cette découverte, mais aussi pour tenter de comprendre les modes de relation qui régissent les groupes sociaux.

Au fil de mes expériences, j'ai également appris que la peur provoque presque partout l'immobilisme et le repli sur soi, même chez les personnes qui ont eu la chance de recevoir une éducation poussée, le cas échéant avec des études de haut niveau. L'inertie que produisent la peur ou l'inhibition reste pour moi un des plus grands mystères de la nature humaine. J'espère bien que nos recherches actuelles sur le fonctionnement du système nerveux central chez l'être humain m'apporteront un jour quelques réponses à ce sujet. Si on devait écouter toutes les langues noyées dans le jus de la peur, je crois bien qu'on ne ferait plus rien : on finirait par rester cloîtré dans une chambre, à tourner en rond dans cette même et éternelle cage, dans l'espoir un peu vain qu'un miracle se produise.

Heureusement, la soif de connaissance est plus forte que tout. Pour mon cas, par chance, elle est apparue à mon plus jeune âge. Je ne sais pas pourquoi cela m'est arrivé de cette façon, en prenant une forme quasi obsessionnelle. Je suis tellement hanté par le désir de comprendre comment fonctionne le cerveau que je n'ai jamais cessé d'être encouragé par cette énergie. Et elle a fini par déclencher cette fameuse et précieuse intuition évoquée plus haut, cette fulgurance surgie des profondeurs du cerveau presque par surprise à force de ténacité. Probablement que la soif d'apprendre se trouve inscrite dans nos gènes. Utilisée à bon escient, elle transcende les individus, elle brise les croyances et les tabous. Car le vrai miracle, en réalité, c'est bien de repousser les limites, de rompre avec certains dogmes, mais aussi de jouir sans retenue de la vie qui nous a été offerte, que ce soit par l'apprentissage ou par l'exploration de l'inconnu, en dépit des embûches et des incompréhensions. Mais peut-être est-ce la même chose, au fond ? Vivre pleinement et apprendre, au risque parfois de se brûler les ailes...

Un poste d'observation unique

En 2006, le CHRU¹ de Montpellier m'a proposé un poste de professeur afin de développer le département de neurochirurgie à l'hôpital Gui-de-Chauliac, tout en enseignant au centre universitaire. J'ai donc quitté Paris pour m'installer à Montpellier. À cette occasion, j'ai également eu l'opportunité de constituer une équipe Inserm², au sein de l'Institut des Neurosciences de Montpellier, dont l'intitulé de recherche résume bien mes problématiques actuelles : « Plasticité cérébrale, cellules souches et tumeur gliale. » Pourquoi cet intitulé ? Parce qu'on a découvert la présence de cellules souches dans le programme de réorganisation des réseaux du cerveau (la plasticité). En biologie, la cellule souche est une cellule indifférenciée, comme une sorte de cellule « vierge ou neutre », capable de se renouveler indéfiniment et d'en créer de nouvelles du même ou d'un autre type. Mais certaines formes de ces cellules sembleraient aussi jouer un rôle dans le développement des tumeurs cérébrales dans la glie, le tissu de soutien des neurones – c'est pourquoi on parle de tumeurs gliales, tumeurs qui sont propres au cerveau. On en distingue deux types : celles à progression lente (de bas grade de malignité) et celles à progression rapide ou fulgurante (de haut grade de malignité).

L'équipe Inserm que je dirige réunit plusieurs groupes de recherche. L'un étudie les mécanismes de plasticité cérébrale, l'autre est chargé d'investiguer la tumeur gliale elle-même : ses capacités de prolifération, de migration et de transformation maligne pour les gliomes de bas grade. Un troisième groupe tente également d'identifier de nouvelles molécules susceptibles de pouvoir mieux détruire ou au moins contrôler la tumeur. Nous avons ainsi développé une approche globale pour mieux soigner les patients, dans une approche basée sur les interactions dynamiques entre la recherche fondamentale et les applications cliniques.

J'avais alors tous les atouts en main pour définir mon projet. Pour mener à bien mon exploration du cerveau dans une vision la plus large possible, je m'étais doté d'un double cursus, à la fois de neuroscientifique « cartographe du cerveau » et de neurochirurgien spécialiste des tumeurs cérébrales. Les neurosciences désignent toutes les sciences qui s'intéressent à l'étude du système nerveux au sens large, depuis l'échelle microscopique (par exemple la biologie moléculaire) jusqu'au comportement : notamment la neuropsychologie, la neuroanatomie, la neurologie, la neuro-imagerie (IRM), la psychiatrie, mais aussi la neurochirurgie... Dans ce contexte, bien plus qu'un neurochirurgien, il me plaît de penser que je suis avant tout un cartographe de l'activité cérébrale : j'observe le cerveau chez les patients opérés, non seulement afin de mieux les traiter, mais aussi pour mieux appréhender le fonctionnement des réseaux neuronaux, leur interconnexion et leur capacité de réorganisation.

Dès mes premières années d'études, cela m'est apparu comme indispensable. Si je voulais comprendre le système nerveux central chez l'homme, cela devait se produire au contact des patients en utilisant une technique qui était en train, en ce début des années

1990, de prendre son envol : l'imagerie neurofonctionnelle, plus connue sous l'abréviation IRMf (imagerie par résonance magnétique fonctionnelle). Très schématiquement, un cerveau génère, lorsqu'il effectue une tâche donnée (parler, bouger...), des modifications du débit sanguin que l'on peut désormais appréhender par l'IRMf, débouchant sur de véritables « cartes d'activation cérébrale ». À cette même période, avant de connaître George Ojemann, j'ai fait une rencontre liée à cette technologie naissante qui serait elle aussi déterminante dans mon parcours : celle de Bernard Mazoyer, professeur de radiologie et d'imagerie médicale, mais aussi directeur du Groupe d'imagerie neurofonctionnelle (GIN)-CNRS actuellement à l'université de Bordeaux.

Cette double formation a trouvé pour moi un premier aboutissement sur le plan institutionnel avec mon passage devant le Conseil National Universitaire pour la validation de mon statut de professeur. La porte de l'enseignement m'était désormais ouverte, tout concordait pour ma venue à Montpellier. Il m'a fallu bien réfléchir aux objectifs de ma mission, non seulement sur le plan personnel, mais aussi sur le plan universitaire et hospitalier. Je me suis posé les questions suivantes : Si on me donnait plus de moyens, comment les utiliser au mieux dans le cadre de ma recherche appliquée ? Dans quelle direction diriger le navire dont on allait bientôt me donner le gouvernail ? C'est d'ailleurs le genre de questions auxquelles tout futur professeur et/ou directeur de département devrait être en mesure de répondre avec clarté avant d'être nommé.

Mon projet a donc consisté à créer un lien fort entre les neurosciences cognitives et la neurochirurgie, et cela pour chercher à mieux comprendre le fonctionnement du cerveau humain, et par conséquent à mieux l'opérer. Dans le même temps, j'ai proposé la

création d'une école pour les plus jeunes générations de neurochirurgiens, français et étrangers, basée sur ces principes de cartographie cérébrale et de neuroplasticité au service des patients.

J'ai présenté mon projet à la direction du CHRU de Montpellier, qui l'a accepté. On m'a donné un confort de travail qui m'a imposé d'emblée un devoir d'excellence. J'ai pu ici entreprendre mes actions en accéléré, sans perdre mon énergie à me protéger, comme c'était le cas à l'époque où je me sentais parfois écrasé par les lourdeurs de l'administration et l'immobilisme des institutions. L'adversité a certes du bon, mais elle peut également engendrer une perte d'énergie désespérante.

Grâce aux moyens plus importants mis à ma disposition, j'ai pu valider ce que j'avais observé au sujet de l'activité cérébrale, sa plasticité, son architecture en réseaux et, surtout, j'ai pu vérifier que tout ce que j'avais construit jusque-là était viable. Cette confirmation a été une bonne nouvelle pour les patients, mais elle a aussi conforté le sens de mon enseignement et mes recherches. Sur ce plan, l'une de mes priorités a été d'intensifier mon réseau de pensée en multipliant les contacts avec les chercheurs et les cliniciens à l'échelon international. Alors que pendant mon séjour à Paris j'avais accueilli une quarantaine de visiteurs en provenance de différents centres de neurochirurgie ou de neurosciences, j'en compte à ce jour trois cent cinquante issus de plus de quarante pays partout dans le monde, et cela après neuf ans d'exercice dans ma nouvelle institution.

Ces moyens accrus et l'émulation qui en a résulté m'ont également permis de consolider mon équipe médicale. Notre travail s'effectue en interaction étroite avec de nombreux intervenants au sein du pôle des neurosciences cliniques : sans ordre de hiérarchie, les neuropsychologues, les orthophonistes, les anesthésistes, les neuroradiologues, les neuropathologistes, les neuro-oncologues, les

neurochirurgiens et, bien sûr, les infirmières, tous les soignants paramédicaux et les secrétaires. Il s'agit d'une équipe pluridisciplinaire, indispensable à l'obtention de bons résultats.

À présent, elle fonctionne en parfaite harmonie et dans ce même état d'esprit d'ouverture et d'adaptation. Ainsi l'orthophoniste, le docteur Sylvie Moritz-Gasser, et le neuropsychologue, le docteur Guillaume Herbet, avec lesquels je prépare les tests destinés aux patients pendant la chirurgie éveillée, sont en effet devenus tous les deux docteurs en neurosciences, tant ils étaient soucieux de mieux comprendre et mieux étudier les bases neuronales qui sous-tendent les différentes fonctions cérébrales. L'anesthésiste a également formé une équipe autour de lui. On pourrait croire que dans ce domaine les limites de la connaissance ont été atteintes. Pas du tout. En effet, cette équipe a également investi dans la recherche clinique. Si bien qu'aujourd'hui elle a amélioré la qualité de réveil des patients pendant les opérations, et donc leur état de conscience pour effectuer les tests, tandis que je stimule les réseaux au bloc opératoire afin d'établir leur cartographie. Je suis parti du principe qu'on peut progresser dans tous les domaines en croisant toutes les compétences et les savoirs liés à l'étude du cerveau, dans une approche holistique, qu'on appelle « holisme cérébral » (du grec ancien *holos*, la totalité, l'entier), qui essaie de mettre au jour les liens entre certaines parties spécifiques (« discrètes ») et des régions plus globales (notamment au sein de chaque lobe du cerveau, mais également entre les différents lobes des deux hémisphères).

Mon installation à Montpellier a aussi été l'occasion de faire un choix, celui de l'hyperspécialisation, tel que me l'avait conseillé George Ojemann. Mais surtout pas en m'isolant dans ma bulle, comme cela se produit régulièrement dans la recherche, souvent trop segmentée. Au contraire, je souhaite poursuivre au mieux ce que je

maîtrise déjà, tout en me remettant en permanence en question, et en accélérant en parallèle les progrès de la recherche en réseaux pluridisciplinaires, au contact de nombreux correspondants dans le reste du monde.

Bref, cette configuration est presque idéale pour moi, car au fond elle m'aide à associer l'expérience clinique en matière de neurochirurgie à la recherche et à l'enseignement : trois volets indispensables pour appréhender les mystères du cerveau. Surtout, je bénéficie d'une position inédite, où je peux à loisir observer et cartographier le cerveau des patients pendant les opérations en phase d'éveil, et comparer ces résultats avec les images des IRM anatomiques et fonctionnelles pratiquées avant et après la chirurgie. En outre, ces images sont non seulement renouvelées par étapes successives au fur et à mesure des années chez chaque patient atteint par une tumeur cérébrale, mais également comparées avec celles de volontaires sains. Cela permet de mieux étudier les réseaux en jeu dans le cerveau pour chaque fonction observée, comme la parole ou le langage, le mouvement, la vision, mais aussi la cognition et l'émotion.

Dans ce domaine, cette situation n'a quasiment pas d'équivalent à l'heure actuelle. C'est une chance extraordinaire, pour les patients bien sûr, mais aussi pour la recherche en général. Ces trois dernières années, nous avons par exemple pu mener des investigations sur les bases neuronales de fonctions jusque-là très peu étudiées, comme l'émotion et la mentalisation – bases de la cognition sociale – qui façonnent les interactions entre les individus, la métacognition (savoir que l'on sait), voire la conscience et ses différents niveaux... Nous envisageons même dorénavant d'étudier les bases neuronales de la créativité, autrement dit nous devrions bientôt pouvoir visualiser dans le cerveau les fondations anatomiques et

fonctionnelles qui participent à ce processus. Ces fonctions ou sous-fonctions structurent nos comportements pour une large part. Et d'ailleurs, sans trop vouloir m'avancer, nous commençons à faire la lumière sur certaines énigmes qui agencent ces différents niveaux de perception et de compréhension, comme la conscience noétique et auto-noétique, grâce à laquelle vous avez bien conscience que vous parlez, vous connaissez le sens des mots et savez reconnaître un objet ou un symbole (la sémantique), vous êtes capable de vous autoévaluer (jugement de soi) et de comprendre les intentions d'autrui (la théorie de l'esprit), voire de les anticiper (mentalisation), vous avez conscience que vous existez dans un espace-temps donné. Grâce à cette conscience de soi et de l'environnement, vous pouvez prendre les décisions qui déboucheront sur le comportement vous paraissant le plus adapté à la situation. On commence à mieux comprendre ces mécanismes susceptibles de trouver bientôt des implications bien au-delà de la neurochirurgie. Ainsi la dissociation de certains de ces réseaux de la mentalisation pourrait peut-être expliquer certaines formes d'autisme en aidant à comprendre pourquoi un enfant touché par cette maladie ne sait pas reconnaître les émotions chez autrui et, face à ce qu'il ne peut pas interpréter, finit par se réfugier à l'intérieur de lui.

1. Centre Hospitalier Régional Universitaire.
2. Institut national de la Santé et de la Recherche Médicale.

Patricia

Mon espace de travail à l'hôpital fait également office de bureau de consultation où je reçois mes patients. Je l'ai aménagé de façon à m'y sentir le mieux possible, en compagnie des livres des auteurs que j'admire. Un ami m'a offert une édition originale, qui date de 1930, de Wilder Penfield (1892-1976), dont le travail est capital à mes yeux, comme je l'ai indiqué plus haut. Cet ouvrage a trouvé refuge sur les étagères de ma bibliothèque, où j'ai également glissé un autre trésor : une édition du livre d'Hippocrate directement traduit du grec ancien. Il faut dire que les traductions antérieures ont légèrement dévoyé le sens de la célèbre formule du grand homme rapportée en latin comme suit : *Primum non nocere* (D'abord ne pas nuire). Rappelons-le, Hippocrate était grec, il ne parlait pas latin. Alors, par souci de véracité historique, j'ai demandé à un professeur de grec ancien de me traduire la formule consacrée, voici comment : « D'abord être utile, ou du moins ne pas nuire. » Cette traduction littérale donne un sens bien différent à notre éthique de médecin pour laquelle nous avons tous prêté serment ! Ce que nous dit Hippocrate en premier lieu, ce n'est pas de tout faire pour éviter des erreurs, mais avant tout de n'entreprendre un traitement que si ce dernier a une véritable chance d'aider et de soigner le patient. Ce

contresens autour du serment d'Hippocrate a sans doute participé à l'établissement de notre société médicale pétrifiée dans son principe de précaution. Donc, répétons-le encore, la volonté d'être utile se trouve au fondement de l'acte médical, bien davantage que l'obsédante précaution. Cela change beaucoup le sens de notre action, à nous, médecins. Dans ma pratique, j'essaie de m'en inspirer le mieux possible, en privilégiant l'attention aux patients plutôt que de me laisser gouverner par la peur de commettre une faute.

Immédiatement accessibles en tournant mon siège et en tendant les bras, ces ouvrages me protègent. Il me plaît de penser que leur présence rassure les patients. On y trouve également les articles du neurologue français Pierre Marie (1853-1940), dont les travaux, notamment sur l'aphasie, ont été injustement ignorés par la communauté scientifique de l'époque au profit de ceux de Broca, exagérément surévalués... Pierre Marie avait déjà en effet entrevu le fonctionnement cérébral en réseaux, en décrivant son « quadrilatère », qui expliquait pourquoi les patients pouvaient être aphasiques, non pas du fait d'une lésion d'une région spécifique du cerveau, mais d'un ensemble de structures anatomiques complexes. Une histoire de concurrence des savoirs qui souvent tourne à l'avantage des tenants de l'arrière-garde.

Outre mon ordinateur et des piles de documents, le plateau de mon bureau accueille quelques présents offerts par mes patients, notamment des pierres aux dessins géométriques spectaculaires, agates, labradorites ou autres spécimens. Ces cadeaux m'encouragent, ils chassent les moments de doute qui parfois peuvent surgir.

Mes patients me comblent à plusieurs titres : par leurs attentions, marques de leur estime, mais surtout par leur faculté à rebondir... Leurs témoignages de sympathie sont une grande source de joie. Ici,

ensemble, dans ce bureau, nous avons vécu de grandes choses, nous avons mené des combats, nous nous sommes dit des vérités. Ici, les patients s'assoient dans l'attente et l'anxiété, à la croisée de plusieurs chemins, quand la tumeur a pointé son sale museau. C'est là, dans ce bureau, que se prennent des décisions essentielles, qui transforment une destinée supposée compromise en projets de vie bien réels.

Ce matin je reçois Patricia, étudiante en droit, âgée de vingt-trois ans. Elle entre dans mon bureau accompagnée de son petit ami et de ses parents. Ils prennent place face à moi.

Je fais en effet toujours en sorte de recevoir un patient avec ses proches, conjoint, membres de la famille. Dès le début de ma pratique, j'ai eu l'intuition que, pour bien soigner, il fallait considérer le patient pris dans son écosystème. Car ces patients que nous soignons ne sont en aucun cas des êtres isolés, ils sont connectés à un réseau familial et social, au même titre qu'une cellule nerveuse interagit avec son environnement : elle dépend de lui tout en exerçant une influence sur lui en retour. En outre, la tumeur étant une maladie chronique, j'insiste sur ce point, le patient devra l'affronter dans la durée en interaction avec ses proches pour continuer à mener ses projets personnels et professionnels comme il l'entend. Cela veut dire que les décisions doivent si possible recevoir le consentement de la collectivité familiale. Il m'est déjà arrivé de refuser de recevoir un patient qui voulait me consulter en tête à tête, malgré son insistance répétée. Il a finalement été obligé d'accepter de venir me consulter avec ses proches. Par la suite, il m'a remercié de lui avoir tenu tête.

Voilà pourquoi je me trouve aujourd'hui face à Patricia et à ses proches.

Sitôt assis, la tension qui s'exerce en nous est presque palpable. Les mains que je viens de serrer sont froides pour les uns, un peu

moites pour les autres, cela varie selon le caractère de chacun et le niveau de stress. Vincent observe sa petite amie avec appréhension, il semble aussi inquiet qu'elle. Les parents se sont placés légèrement en retrait, mais pas trop, comme pour observer leur fille à une distance pudique tout en préservant une proximité.

L'inquiétude a formé une lueur fragile dans les yeux de ma patiente. À ses épaules rentrées et à son expression figée, je perçois sa détresse. Pourquoi moi, si jeune ? doit-elle se demander. Je la regarde avec compassion, tout en essayant d'inscrire dans mes gestes et mon regard le sentiment de la victoire à venir, la motivation. Aucune place pour les doutes. Les prochaines minutes seront délicates. Je dois rassurer Patricia au plus vite, sans lui mentir pour autant. Mais, au préalable, il me faut cerner les principaux traits de sa personnalité et de sa psychologie. J'ai pris connaissance de son dossier médical, mais je lui demande quand même de m'expliquer ce qu'elle ressent, c'est important qu'elle me raconte avec ses mots.

Sous le poids de l'émotion, sa jeune voix écorche quelques mots avant de me dévoiler les épisodes des derniers mois. Elle souffre de migraines depuis quelque temps. Cela ne l'a pas trop inquiétée au début, car sa mère elle aussi est sujette aux maux de tête, peut-être son mal provient-il de l'hérédité, pense-t-elle alors. Patricia a déjà consulté des collègues, médecins généralistes, neurologues. Ils lui ont prescrit des traitements contre la migraine au coup par coup. Au début, cela a été relativement efficace, mais son état s'est de nouveau dégradé. Parfois, il arrive que les migraines provoquent des vomissements et l'obligent à rester chez elle, clouée au lit. Comme les crises se répètent de plus en plus souvent et chaque fois de façon plus intense, son médecin traitant lui a prescrit une IRM cérébrale. Le verdict est tombé. L'examen a révélé la présence d'une tumeur. La première réaction de Patricia, c'est de vérifier cette information, de

valider ce qu'elle ne parvient pas encore à accepter. Peut-être le médecin s'est-il trompé ? Il a mal interprété les résultats de l'examen... Souvent notre instinct de survie nous ordonne de nier la réalité des faits par diverses stratégies de contournement. D'une voix craintive, elle me demande, dans un effort qui semble lui coûter beaucoup :

– Vous avez vu les résultats de l'IRM... C'est vraiment une tumeur ? C'est bien ça ?

Je vais l'aider à franchir cette étape sans tergiverser. D'une voix bien nette, je réponds par l'affirmative :

– Oui, c'est bien une tumeur. Mais rassurez-vous, elle n'est pas maligne. Et on peut vivre avec, sans que cela vous empêche de poursuivre vos projets normalement.

– J'ai un peu regardé sur Internet et...

La gorge nouée, elle s'interrompt, le regard dans le vide.

– Attention, on trouve une quantité d'articles au contenu erroné sur Internet.

– Oui, je sais. Mais enfin... J'ai cru comprendre que les tumeurs cérébrales peuvent toucher les fonctions les plus courantes, comme parler, marcher, penser... Pour l'instant, hormis ces foutues migraines, je me sens normale. Je vais à la fac, ma concentration est impeccable. J'arrive à suivre les cours comme avant, je sais toujours bien réfléchir. Ma mémoire, ça va. Donc, vraiment, je ne comprends pas ce qui se passe. S'agit-il vraiment d'une tumeur ? C'est difficile de vous croire, vu que je me sens bien.

Je cherche à connaître ce qu'on lui a dit précédemment, ce qu'elle sait dans les détails au sujet de cette maladie, pour mieux ensuite déconstruire ses arguments si besoin. Peu à peu je l'invite à se confier davantage :

– Oui, en effet, il y a une sorte de paradoxe. Normalement, si l'on en croit les livres scientifiques historiques, une tumeur dans cette région-là du cerveau devrait vous empêcher de parler. Vous devriez être aphasique.

– Je sais... J'ai vu un autre neurochirurgien avant vous. Il m'a dit que ma tumeur était placée dans la région de Broca, la région qui assure le fonctionnement de la parole. C'est bizarre...

– Ce qui est bizarre, c'est ce que vous a dit ce médecin. Moi, qu'est-ce que je vois ? Je vois que vous arrivez à me parler correctement, votre diction est parfaite, votre débit de parole semble adapté. Jusqu'à présent, vous n'avez interverti aucun mot lors de notre discussion, votre discours est cohérent, et vous me comprenez également sans problème. Donc, il n'y a pas lieu de s'inquiéter à ce sujet, même si vous bénéficiez plus tard d'un bilan neuropsychologique plus objectif, pour déterminer ce qui a précisément été touché dans votre cerveau. Cet examen consistera à passer des tests avec un neuropsychologue, dont le métier est l'étude des relations entre le cerveau et le fonctionnement psychologique (fonctions cognitives, comportements et émotions). Il recherchera justement vos éventuels problèmes cognitifs plus subtils, par exemple concernant la mémoire, l'attention ou la résolution de problèmes.

– Mais c'est quoi au juste cette zone de Broca dont on parle comme si tout le monde la connaissait ? J'ai l'impression que ça ne correspond pas à la réalité, je pensais que le fonctionnement du cerveau était bien plus complexe. Paul Broca, c'est un chercheur français d'une époque si lointaine. Ses travaux remontent à des années-lumière de la recherche actuelle, si je puis dire. Alors pourquoi on parle encore de lui ? Ce n'est pas très rassurant...

Comment expliquer à Patricia cent cinquante années d'erreur, d'aveuglement, sans aggraver son anxiété par davantage

d'incertitude ? Je préfère modérer mon propos et éviter de trop longs discours sur les rapports de l'homme à son histoire, au pouvoir parfois néfaste du corporatisme, propos qui seraient par trop éloignés de la problématique de ma patiente. Car tout cela me renvoie en pleine figure une question qui me hante depuis des années : Pourquoi sommes-nous donc perpétuellement écrasés par les dogmes et les lieux de pouvoir qui les représentent ? Pourquoi se laisse-t-on faire par eux sans réagir ?

– Je comprends vos interrogations mais ce serait trop long à expliquer dans le détail. En résumé, sachez que le cerveau est bien plus intelligent et mieux organisé que la théorie de Broca le prétend. Vous imaginez l'aspect rudimentaire du cerveau si chacune de nos fonctions était répartie dans des régions spécifiques, séparées les unes des autres : ici, la parole, plus loin, la mémoire, et plus loin encore, dans l'hémisphère opposé, la vision ou les mouvements... Si tel était le cas, le cerveau serait très vulnérable. À la moindre attaque, il fléchirait. Le cerveau est bien plus malicieux et stratège avec ses milliards de neurones, qui représentent seulement une partie des cellules présentes. L'autre partie est formée par les cellules gliales, les fameux tissus de soutien des neurones, où se développent justement les tumeurs. Cela fait déjà plusieurs années que votre cerveau a détecté l'anomalie que l'on appelle un gliome de bas grade, et qu'il met en place des solutions pour compenser les fonctions à travers des réseaux complexes, expliquant pourquoi vous ne vous êtes plainte d'aucun symptôme. En effet, la migraine n'a aucun rapport avec votre tumeur dont la découverte a été totalement fortuite... Mais fort heureusement, elle a été détectée suffisamment tôt pour pouvoir être retirée. Du moins autant que possible.

Patricia sourit pour la première fois depuis le début de l'entretien. C'est bon signe, quelque chose de positif se produit en elle, comme si

elle distinguait désormais une solution concrète à laquelle se raccrocher.

– Ah oui, je vois de quoi vous me parlez... J'ai lu un article à ce sujet. Vous faites référence à la plasticité cérébrale ?

– Tout à fait. Vous voyez, les choses ne sont pas aussi fermées qu'on pourrait le croire.

Ce moment plus lumineux m'autorise à reprendre en main notre échange. Il est temps d'en apprendre davantage sur la personnalité de ma patiente.

– Vous êtes étudiante, n'est-ce pas ?

– Oui. J'étudie le droit. Ensuite j'envisage de passer le concours de la magistrature, j'aimerais être juge pour enfants.

Une émotion étreint sa voix lorsqu'elle me dit :

– Alors, vous comprenez, si vous me retirez la tumeur et que je dois pour cela perdre mes facultés de jugement, je pourrai certes continuer à vivre normalement, mais il faudrait que je renonce à passer le concours de la magistrature...

– Ne vous inquiétez pas, vous allez garder toutes vos facultés. Je vous expliquerai plus tard comment nous allons procéder.

– Mais la tumeur, elle ne va pas rester à la même place...

Elle s'interrompt, le regard un peu perdu.

– Dans un certain sens, vous avez eu de la chance. Si vous n'aviez pas eu de migraines, vous n'auriez pas fait d'IRM et la tumeur n'aurait pas été découverte.

– Et qu'est-ce que ça change ?

– Le temps aurait passé. La tumeur aurait grossi. Pour diagnostiquer votre lésion, il aurait fallu être alerté par l'apparition de symptômes, comme des crises d'épilepsie. Et là, la situation aurait été beaucoup plus compliquée, car ce type de gliome a tendance à devenir malin si on le laisse évoluer.

– Mais si on traite maintenant la tumeur, elle va disparaître ?

À sa voix chevrotante, je sens qu'elle connaît déjà ma réponse.

– Non, elle va évoluer de façon inéluctable. Vous vivrez toujours avec. Mais on peut ralentir considérablement sa croissance, presque la neutraliser. En d'autres termes, la contrôler sous forme de maladie chronique.

– Mais comment ? Avec la chimiothérapie ?

– La chimiothérapie n'est pas le traitement à proposer en première intention lorsque l'on peut opérer ce type de tumeurs spécifiques. En ce moment, vous allez bien, aussi aurez-vous peut-être du mal à entendre ce que je vais vous dire. Je vous propose de vous opérer, et cela de façon préventive. Pour vous permettre de vivre plus longtemps et empêcher la tumeur de grandir avant qu'elle ne devienne maligne. Peu importe que cette tumeur soit localisée dans la région dite de Broca, comme on vous l'a dit, je vais vous opérer avec un risque plus que minime pour vous, même si bien sûr, vous vous en doutez, le risque zéro n'existe pas.

– Oui, je sais bien, on n'a rien sans risque.

– Je repense à ce que vous disiez tout à l'heure à propos de la perte de vos facultés. On vous a sûrement dit ou vous avez lu sur Internet ce genre de choses : « Ne vous faites pas opérer, sinon vous perdrez l'usage du langage, de la parole articulée et, dans ce cas, il vous sera impossible de continuer vos études et vous n'exercerez pas le travail dont vous rêvez. » Mais cela est faux.

– Vous allez m'opérer, donc...

– Si toutefois vous êtes d'accord et motivée ! Vous le savez sans doute, j'ai déjà opéré des centaines de patients, et ils se portent très bien.

– Mais vous allez opérer quoi au juste ?

– Je vais retirer une partie de votre cerveau infiltré par la tumeur.

– Beaucoup ?

– Le plus possible de la tumeur, en m’arrêtant au contact des structures cruciales pour la fonction, ça dépendra de la configuration de votre cartographie cérébrale pendant l’opération. Chaque cerveau est singulier. On va procéder par étapes.

Je marque une pause et je la regarde fixement. Comme je viens de faire défiler devant les yeux de Patricia l’image de la lobectomie, l’amputation d’une partie du cerveau, je surveille sa réaction. Généralement, après cette annonce, c’est la douche froide. Les épaules de Patricia tombent un peu, son visage se fige. Elle a entendu ce qu’elle redoutait le plus... Et pourtant elle sait bien qu’elle est venue ici, dans ce bureau, pour examiner avec moi cette proposition qui lui semble impossible, surréaliste. Vincent, son petit ami, glisse sa main dans la sienne pour la serrer fort. Son père, lui, remue nerveusement sur sa chaise, tandis que sa mère reste immobile, étrangement calme...

Sans plus attendre, je poursuis mon argumentaire.

– Je peux vous permettre de vivre bien et longtemps, car opérer en région de Broca n’est pas un problème. Pourquoi ? Parce que tout simplement elle n’existe pas, en particulier chez vous, sinon vous iriez déjà mal. Vous êtes d’accord ?

– Oui, sans doute...

– Je le répète, la production du langage n’est pas localisée dans une région distincte. Tout ça, c’est une invention, un fantasme. La seule façon de contrôler le gliome, c’est de vous opérer le plus tôt possible avant que la tumeur ne se développe davantage. On peut intervenir assez tôt, très efficacement, en la retirant en grande partie. De cette façon, on aura un contrôle sur la suite de votre vie, sinon c’est la tumeur qui dirigera les opérations, c’est elle qui dictera sa loi, et il sera déjà trop tard. On va mener la course en tête.

– Vous savez, je ne demande qu'à vous croire.

– Cela ne me suffit pas. Je ne pourrai vous opérer que si vous en êtes pleinement convaincue et que vous parveniez à chasser tous vos doutes, en acceptant d'aller au bloc opératoire avec moi, en faisant preuve d'une entière motivation. Moi, j'ai confiance en vous, je sais que vous avez la force, la ressource nécessaire. Mais je ne peux rien sans votre aide, j'ai besoin de votre participation active. Le secret, ce sera en effet de vous opérer en condition éveillée afin de repérer les zones cruciales pour la fonction et de les préserver, car nous avons tous un cerveau différent. Le vôtre s'est réorganisé ces dernières années du fait de la croissance lente du gliome, ce qui encore une fois explique pourquoi vous allez bien. D'une certaine manière, c'est vous qui me direz quand m'arrêter au cours de l'opération, selon des limites fonctionnelles déterminées pendant la phase de stimulations et de tests. Cela me permettra ainsi d'opérer dans la « région de Broca » en enlevant la majeure partie de la tumeur. Grâce à cette opération vous pourrez reprendre une vie active. Cela passera ensuite par une période de rééducation fonctionnelle. Après l'intervention, vous serez un peu affaiblie, le temps que votre cerveau se réorganise, se répare. Vous aurez probablement quelques difficultés pour parler et vous concentrer, mais ce sera temporaire. C'est pourquoi vous suivrez un programme de rééducation avec l'orthophoniste et le neuropsychologue. On envisagera également une rééducation sociale, c'est-à-dire la reprise de vos études de manière à continuer à planifier votre avenir et votre beau projet. Vous allez devenir une excellente juge pour enfants. Je n'ai pas de doute à ce sujet, dès lors que votre volonté restera sans faille. Vous me dites que des enfants en détresse vous attendent quelque part... Alors, pensez à eux, justement, projetez-vous dans cette image, vers cet avenir qui vous tend les bras.

Vous devez être ambitieuse, encore plus qu'auparavant. Vous pouvez vivre des années excitantes et utiles en aidant ces enfants.

Elle me regarde, un peu sonnée.

Moi aussi, je mène un combat : face au patient, je déploie tous les arguments sans jamais m'écarter de la vérité, en faisant en sorte que cette décision mûrisse chez lui à son rythme jusqu'à son terme, et qu'elle finisse par s'imposer naturellement. À la fin, Patricia et ses proches devront être convaincus et solidaires dans cette décision, sans quoi la chirurgie sera compromise si elle n'est pas effectuée dans les conditions morales optimales. Je poursuis mon argumentaire :

– J'aurai besoin de votre collaboration au bloc opératoire, quand vous serez réveillée. Il faudra donc que vous soyez active pendant cette période, on ne pourra pas interrompre les tests prématurément, puisque le but sera d'enlever le plus possible de cerveau infiltré par la tumeur en fonction de vos réponses en temps réel pendant une à deux heures. Qui plus est, votre motivation à toute épreuve sera également essentielle lors de la phase de rééducation, pendant les semaines qui suivent l'intervention. Puis pour votre retour au travail.

– J'ai toujours pensé que le cerveau était une chose impossible à opérer, que l'on risque d'avoir des séquelles. Et peut-être qu'il y a une part de vérité dans ce que m'ont dit les autres médecins que j'ai consultés. Oui, pourquoi opérer maintenant alors que je n'ai aucun symptôme ? J'ai du mal à comprendre...

La contre-offensive de Patricia me paraît légitime. Peut-être s'agit-il d'une dernière défense avant la prise de décision. J'ai bien l'impression qu'elle a envie au fond d'elle-même de ne pas croire à l'existence de la région de Broca, mais elle s'accroche à cette idée comme à une bouée. Je comprends qu'il soit difficile de me croire, car je dis l'inverse de ce que racontent la plupart de mes collègues. Elle doit bien sentir que cela risque de la perdre au milieu des vagues loin

de la terre ferme. Je lui répète plusieurs fois mon discours, en battant en brèche ses objections et ses doutes...

Et puis, soudain, je la fixe sans rien dire. Je laisse passer une bonne poignée de secondes, je sens que Patricia a parcouru une partie du chemin...

Le silence devient trop lourd pour elle, elle dit :

– Je ne sais pas, peut-être, il faut que je réfléchisse...

– Bien sûr, prenez votre temps. Vous devez être pleinement convaincue et motivée pour que l'intervention se passe bien. Sinon, il vaut mieux s'abstenir.

Elle tourne la tête vers son petit ami. Prudent, celui-ci préfère se taire pour l'instant. Mais à considérer l'expression sur son visage, il semble en faveur de l'intervention. Il ne s'agit pas pour moi que le patient ou sa famille se rallie de force à ma vision des choses, je fais en sorte de leur donner le plus clairement possible tous les paramètres pour leur permettre de prendre leur décision en toute conscience. Sa mère se montre digne et pudique, elle lui dit simplement :

– C'est à toi de décider, ma chérie.

Le père, lui, approuve d'un hochement de tête. Puis soudain il frappe dans ses mains, comme pour clôturer une réunion d'entreprise qui aurait trop duré. Une maladresse embarrasse ses gestes, comme s'il se sentait en trop dans cette pièce, il déclare :

– Bon, eh bien, on ne va pas déranger plus longtemps le professeur. Ce n'est pas tout, mais on a du chemin à faire.

– Patricia, vous pouvez me contacter si vous avez d'autres questions à me poser. Il faut que tout soit bien clair pour vous, pour que vous puissiez prendre la seule bonne décision : la vôtre.

Je les raccompagne à la porte.

En sortant, Patricia me sonde en me lançant un regard interrogateur, comme si elle voulait me demander : « Et vous, professeur, pourquoi vous faites tout ça ? Quel genre de personne êtes-vous pour entrer de cette façon dans le cerveau des gens ? »

Le déclic en musique

Une touche blanche, une touche noire, des notes de musique, une suite d'accords... Mes doigts filent sur le clavier à la recherche d'une émotion. Quand j'ai commencé le piano, très jeune, je voulais atteindre cette chose impossible, une sorte de perfection, sans savoir de quoi il s'agissait au juste. Comme une vibration intérieure, c'était encore assez flou dans mon esprit. Oui, je devais probablement me demander si je pourrais un jour prétendre au sublime, à la perfection : j'étais alors dans la période de la préadolescence, âge où l'on commence à sonder les limites. Et puis, je m'en souviens plus nettement, il y a eu cet instant où je me suis demandé : Comment le phénomène de la création peut-il se produire dans mon cerveau ? Pourquoi suis-je capable d'improviser lorsque soudain j'oublie la partition et que je plonge dans l'inconnu ?

Alors, quand je repense à Patricia, à son regard interrogatif après la première consultation, je me dis que la bonne question, ce n'est pas tellement de savoir ce que nous sommes (l'identité ou la carte génétique), mais plutôt ce que nous devons faire pour devenir meilleurs (le projet, l'être à venir). Bien sûr, la compréhension des mécanismes du vivant demeure la priorité pour le scientifique que je suis. Mais parfois je me dis que le plus important, c'est de créer des

œuvres capables de susciter l'émerveillement et le rêve, le désir d'un monde meilleur. Selon moi, la création constitue l'essence même de l'homme : créer des œuvres et se créer soi-même, et pourquoi pas de cette façon changer son environnement et la direction de sa vie qu'on croyait jusqu'alors égarée pour toujours. La fatalité est une invention née de la peur des hommes devant l'immensité aux premiers temps de l'humanité. C'est ici la dimension psychologique, qui parfois submerge nos actions. Le cerveau, lui, dans son organisation, exclut la fatalité : il fonctionne avec l'énergie des cellules sans se soucier de la malédiction des dieux, il se dérègle parfois quand survient un choc traumatique ou une lésion, et il se répare, il invente, il élargit le champ de sa conscience et de ses capacités. Cela vous étonne ? C'est pourtant vrai. En tous les cas, chaque jour, j'essaie d'appliquer dans mon travail le principe de la créativité. C'est pourquoi aussi je veux croire qu'il sera possible un jour de comprendre en partie pourquoi nous parvenons à inventer et à improviser, et cela en étudiant notamment les bases neuronales de la création, comme je l'ai déjà mentionné. Il me plaît à penser que ce pouvoir de création propre à chaque individu se présente à nous comme une extraordinaire opportunité de nous épanouir davantage.

Outre l'apprentissage de la technique, la musique fait appel à l'interprétation, à l'instar de la comédie, où l'acteur donne vie à un texte ou à un personnage inventés par un autre. Dans ce cas de figure, si le cerveau active toutes sortes de fonctions cognitives, ce sont les aspects émotionnels qui dominent. Il n'est pas simple de définir une émotion, savant mélange de pensées, de parcelles de mémoire, de perceptions sensorielles, de conscience de soi, d'empathie avec autrui... Ces mécanismes ont bien été décrits par mon confrère António Damásio, dans son livre *L'Erreur de Descartes* que je cite volontiers, car tous les deux, il me semble, nous faisons le

même constat : parfois les dogmes nous étouffent et nous perdent... En s'appuyant sur l'étude de cas de Phineas Gage, un patient victime d'une lésion cérébrale ayant entraîné une modification de son comportement psychologique, António Damásio explique de quelle façon le cerveau anticipe et invente des plans d'action par le truchement de l'émotion. En outre, la perception du corps par le cerveau formerait un cadre de référence fondamentale de notre représentation du monde, un cadre spatial et temporel stable, à partir duquel les autres représentations peuvent se fabriquer. Ainsi le fait d'exister précéderait celui de penser, contrairement à ce que prétend la théorie de Descartes résumée par la célèbre formule du *cogito* : « Je pense donc je suis. » De cette façon, en imbriquant conscience et émotion sur un même plan, Damásio remet en cause le dogme de Descartes, qui a pourtant dominé pendant plusieurs siècles le monde de la philosophie, comme je voudrais à mon tour expliquer en quoi le règne prolongé de l'aire de Broca en neurologie a constitué un terrible frein à la compréhension du cerveau.

Si les émotions sont formées par un ensemble de fonctions attachées à celles du raisonnement, on peut se demander de quelle façon celles-ci s'articulent pour participer au processus de création. L'extraordinaire architecture cérébrale de l'être humain n'existerait probablement pas à un tel degré de sophistication sans la fonction créative. Alors, bien sûr, il s'agit de préciser ce qu'on entend par ce terme. Et là, c'est à chacun de trouver une réponse à cette question. Tandis que l'être humain se construit au rythme de ses émotions et de ses multiples perceptions, le cerveau et la création se présentent comme des outils employés à poursuivre ce désir de construction auquel chacun cherche à donner un sens au gré de son histoire personnelle, de son éducation, de ses émotions, bref de sa singularité.

Mon professeur de musique m'a d'abord enseigné les classiques, de Jean-Sébastien Bach à Frédéric Chopin, puis les maîtres de la musique contemporaine, dans le cadre d'une grande fresque, d'un continuum : Claude Debussy, Maurice Ravel, Erik Satie, Béla Bartók. J'ai eu la chance de recevoir une éducation riche et non formatée, je pouvais penser librement, m'échapper des cadres. Et plus j'apprenais, plus le phénomène de la création m'apparaissait comme une chose mystérieuse, mais je ne savais pas encore comment l'appréhender. Quelques années plus tard, j'ai découvert un artiste dont la relation à la musique a rendu la question de la création encore plus aiguë, je veux parler de Keith Jarrett, mon maître spirituel en matière d'improvisation.

À cette période, l'effervescence musicale déclenchée par le free-jazz et le jazz-rock donnait lieu à une explosion des genres et des styles où le métissage des sources d'inspiration faisait parfois figure de revendication sociale et politique. Pianiste de génie qui a côtoyé les plus grands, Keith Jarrett a, tout au long de sa carrière, été capable d'interpréter aussi bien les classiques, comme Dmitri Chostakovitch, que de créer des morceaux devenus des standards de jazz joués dans le monde entier. En l'écoutant, j'ai découvert la place prépondérante laissée à l'improvisation dans la musique, ce processus mystérieux et complexe, moteur de la création. Plus Keith Jarrett avance dans la maîtrise de son art, plus il prend de risques, plus il côtoie l'inconnu. Sur scène, il exige le silence complet dans la salle. Peut-être perçoit-il des vibrations sonores que nous, simples bœtiens, nous ne percevons pas ? Au moindre toussotement dans le public, il peut se lever et disparaître de la scène. Il faut dire que ce grand artiste a été victime du syndrome de fatigue chronique, une maladie qui semble faire écho à sa recherche enragée d'absolu. Quand il se lance et improvise au piano, son visage se transforme, il voisine avec

la transe, il pousse des cris comme s'il arrachait la grâce au fond de l'abîme, autant de signes qui témoignent de sa sensibilité extrême, de son investissement total dans son art. La vie de cet artiste et son rapport si intense à la création ont été pour moi une source d'inspiration qui peu à peu m'a conduit vers les neurosciences : pouvais-je moi aussi créer en étudiant le cerveau ? Mais quelque chose d'autre devait prendre forme en moi avant que je me décide complètement...

Pendant que j'apprenais le piano et que j'arpentais les sphères de l'improvisation, je sentais comme un manque. En quoi parviendrais-je à aider autrui, autrement qu'en jouant de la musique dans l'espoir d'élargir la part de rêve chez mes futurs auditeurs ? Je cherchais des exemples autour de moi et je fus alors fortement impressionné par l'humanité de notre médecin de famille, toujours présent, engagé corps et âme dans sa mission. J'avais remarqué sa présence, son total dévouement, mais aussi sa façon toute personnelle d'aborder la médecine, qui prenait en compte les multiples aspects de la psychologie. Ce médecin de famille accompagnait chaque patient dans son parcours de vie, il n'exerçait pas seulement la médecine, il avait quelque chose de plus en lui. En observant sa pratique du métier, j'ai pris conscience de l'influence de l'environnement sur les individus pris dans une histoire et dans le temps d'une vie : nous existons en fonction de ce que nous sommes capables de produire pour nous et pour les autres. Au point que je demande parfois si notre passage sur cette terre n'aurait de sens que dans la mesure où nous savons construire une œuvre, qu'elle soit artistique, scientifique, humanitaire ou familiale... C'est probablement dans la fusion de ces images, celle de ce médecin de famille plongé au chevet de ses patients et celle de Keith Jarrett et de son visage transformé par l'inspiration, que ma vocation s'est dessinée. Soigner et faire rêver.

Réunir ces deux désirs dans une seule ambition... Loin de vouloir verser dans le sentimentalisme, je crois que nous avons besoin de ces deux entités pour exister : soigner pour préserver la vie et rêver pour la rendre le moins banale possible. Évidemment, on ne peut pas vivre uniquement dans le rêve. Mais une vie sans rêves serait impossible, il y aurait en nous un manque terrible, une errance infinie. Privés de cette dimension, notre imaginaire et donc notre cerveau s'effondreraient sur eux-mêmes.

Le piano et le stéthoscope du médecin, les deux instruments de mesure du cœur et du temps : le pouls, l'émotion. Au cours de ces années d'apprentissage, mon orientation s'est décidée dans une suite d'enchaînements logiques : je ne pouvais pas envisager mon futur sans me nourrir de créativité, d'art, de musique, mais tout cela devait trouver un sens. Lequel exactement ? Créer pour créer me paraissait insuffisant. Pendant ce temps, le désir de comprendre ce qui se trame à l'origine de la création n'avait cessé de croître en moi au contact des grands artistes, que ce soit dans le domaine de la musique ou de la littérature. Je pense ici notamment à Franz Kafka, et j'en reparlerai, mais aussi à Albert Camus, dont le roman *L'Étranger* m'était apparu comme une synthèse absolue de notre condition humaine, dressée en quelques traits, dans un style dépouillé et universel. Les réponses à toutes ces questions se trouvaient à l'intérieur de ma boîte crânienne : ce trésor fixé au-dessus de mes épaules, pas plus volumineux qu'un ballon de football et qui pourtant contenait une infinité de liens et de ressources, une sorte de miniaturisation parfaite de tous les possibles offerts par le monde du vivant. J'assouvirais bientôt mon désir de création en me dirigeant vers le domaine scientifique, supposé pourtant aride et éloigné de l'art, mais pas pour moi, au contraire.

C'est pourquoi, après mon baccalauréat, je me suis inscrit à la faculté de médecine comme s'il s'agissait d'une évidence : en soignant les autres, mon action aurait une utilité. Puis, encore plus évident, je me suis dirigé vers la neurologie. Mais très vite celle-ci m'a semblé somme toute assez contemplative : certes, elle cherchait à comprendre les maladies cérébrales, mais elle se résumait surtout à donner des médicaments sans bénéficier d'une interaction directe avec le système nerveux central. Il me restait donc à franchir un nouveau pas : devenir neurochirurgien et explorer l'anatomie fonctionnelle du cerveau, en particulier en pratiquant la chirurgie des tumeurs cérébrales, ce qui me permettrait de soigner les patients en approchant au mieux les bases neuronales du comportement humain. Voici comment aujourd'hui je continue d'une certaine façon à être créatif, non plus en passant mes journées devant un piano, mais en scrutant les réseaux du cerveau pour soigner et pour tâcher de comprendre la complexité de leur fonctionnement et, au final, pourquoi pas, découvrir les clés secrètes de leur partition et de la création en général – et puis surtout prolonger la vie des patients, les faire rêver, comme moi j'avais rêvé d'être un jour un grand pianiste.

Limites de l'imagerie médicale

Quelques semaines après notre rencontre en consultation, Patricia m'a contacté pour fixer le prochain rendez-vous. Pendant notre conversation, j'ai eu l'impression au son de sa voix qu'elle se préparait à se battre. Peut-être voulait-elle me poser une question précise, elle n'a pas osé au téléphone...

Je ne veux pas être directif avec elle, et d'ailleurs je ne force jamais un patient à se rallier à ma cause. À mesure que nous avancerons dans notre discussion, je fournirai à Patricia et à ses proches tous les paramètres nécessaires à la bonne appréciation de l'événement. Je leur apporterai les éclaircissements souhaités, quitte à me répéter ou à reformuler les mêmes arguments. Il s'agit de convaincre par l'évidence des faits, en les présentant de plusieurs façons, en y ajoutant à chaque fois un détail proche de la litanie ou du refrain qui peu à peu imprègne la raison, une image en lien avec l'histoire personnelle du patient à mesure que nous faisons connaissance, car je suis sûr de mon propos. Pour ma part, je n'ai aucun doute en effet, je sais comment se comporte la tumeur cérébrale, je connais son entêtement : elle ne baissera jamais les bras, seule une chirurgie préventive pourra l'intimider, réduire son action nocive. On pourrait craindre que Patricia, elle, fléchisse face à la

maladie. Mais je sais aussi que quasiment tous les patients jusqu'à présent ont su me surprendre. Alors, pourquoi pas Patricia aussi ? Le système de défense de l'instinct de survie s'est depuis toujours entraîné au pire, il organise la riposte.

Au fond de moi, je cultive une image : j'imagine Patricia dans son habit de juge pour enfants, je la vois servir cette cause et s'épanouir. Je voudrais animer cette image dans son espace mental et qu'elle accomplisse son projet professionnel. De cette projection dans le futur viendra sa motivation, son désir de profiter pleinement de la vie. Et quand Patricia m'aura donné son accord et qu'elle se sentira prête, engagée pleinement dans sa décision, portée par une motivation sans faille, alors j'entrerai avec elle au bloc opératoire et je chercherai la perfection dans chacun de mes gestes. J'ai parlé plus haut de Keith Jarrett, de son influence. À cet instant où j'envisage l'opération de Patricia, je repense aux propos de ce grand musicien dans une interview découverte quand j'étais lycéen. Je ne sais plus dans quel support elle était parue, mais je me souviens parfaitement de son contenu : « Je joue chaque note comme si ma vie en dépendait. » Ces mots m'ont accompagné tout au long de mes études et de ma carrière. Faire de chaque geste un moment privilégié. Si mes patients vont mal, je vais mal. Si mes patients vont bien, éternel insatisfait que je suis, j'ai une chance d'aller bien. Il est vrai qu'avec le temps et l'expérience, il m'arrive pendant les consultations de pointer rapidement l'essentiel à l'aide de mon intuition pour définir au mieux les besoins psychologiques du patient et ses attentes. Patricia et son concours de la magistrature, ses études, son petit ami... Voilà les clés de son projet de vie. L'intuition est un accélérateur de temps, elle provoque des raccourcis et des fulgurances, elle aide à franchir des limites. Bien sûr, il faut savoir ne pas trop se laisser griser par elle,

sinon on risque d'occulter certains détails et de se perdre. C'est tout un jeu d'équilibre, d'observations et d'autoévaluations.

Pendant mes études j'ai fait une autre rencontre déterminante, je l'ai dit : celle de Bernard Mazoyer, qui a organisé le premier Human Brain Mapping meeting à Paris, en 1995, et qui a beaucoup travaillé sur le développement de la cartographie cérébrale par imagerie fonctionnelle. Il a été mon directeur de thèse en neurosciences, que j'ai soutenue à Paris en 2000 sur l'étude de la « plasticité corticale sensori-motrice à court terme », à savoir les modifications des cartes fonctionnelles cérébrales liées à des mécanismes de plasticité survenant en quelques minutes à peine. Il m'a initié à la technique d'imagerie fonctionnelle, et m'a fait réfléchir plus avant sur la nécessité d'étudier les cartes cérébrales à l'échelon individuel, étant donné les variations présentes d'un cerveau à l'autre.

Cette période a marqué une étape capitale dans l'histoire de la technologie médicale. Pour la première fois on a réussi à produire une vue en images de la fonction cérébrale. J'ai eu la chance de grandir à ce moment charnière de la recherche scientifique, début de l'essor de l'imagerie neurofonctionnelle. J'observe que le développement de cette technologie a été concomitant avec l'explosion de l'outil Internet, lui aussi inspiré de l'organisation en réseaux et de la cartographie, propice aux échanges du plan local au plan global. Connexion et mise en réseaux deviennent alors des mots courants du vocabulaire de l'activité humaine. La société désormais s'organise autour des images produites en masse par les routes de l'information.

Une des bases de la perception humaine, c'est justement la faculté chez l'individu de se projeter dans le miroir du futur pour visualiser une situation. Pour y parvenir, que ce soit par les raisonnements conceptuels ou émotionnels, l'homme a besoin d'images. Il en a

surtout besoin pour se forger une représentation du monde, pour le « mentaliser » en quelque sorte, notion que nous détaillerons plus loin. L'image est l'un des socles par lesquels la conscience interprète son environnement. Donc, être capable de se figurer en images l'activité cérébrale a constitué un tournant dans l'observation scientifique, une aide à la décision. Il s'agissait de tenter de rendre visible ce qui est caché dans la matière organique, en surface et en profondeur. Jusqu'alors, seule la dissection *post mortem* du cerveau pouvait en offrir une vue complète, mais uniquement sur un plan structurel. Mais que savions-nous de l'activité cérébrale d'une personne vivante ?

Aujourd'hui, l'imagerie neurofonctionnelle permet de voir s'activer sous différents points de couleur à la surface du cortex, les multiples épices des réseaux, ces points de liaison et de traitement des informations par lesquels s'organisent les fonctions. Je l'ai dit dans les pages précédentes, cette technologie établit des cartes des « activations cérébrales » en lien avec une tâche précise exécutée par le sujet observé pendant l'examen. Pour l'heure, cette observation se limite aux tâches accomplies par des sujets en position allongée dans l'IRM. Cette technologie serait, par exemple, incapable d'examiner les flux produits par le cerveau d'un sportif en action, comme un sprinteur ou un nageur. Nous sommes donc encore loin de pouvoir cartographier les activités du cerveau dans tous les cas de figure de la vie d'un individu. En outre, contrairement à ce que beaucoup prétendent, ces images IRMf ne sont qu'une interprétation de l'activité cérébrale à partir des modifications du débit sanguin, comme je l'ai déjà précisé. En aucun cas ces captures d'images ne reflètent la réalité du cerveau en action. J'insiste, il s'agit ici d'une reconstruction virtuelle, basée sur des modèles biomathématiques, n'en déplaise aux puristes de l'imagerie neurofonctionnelle. Autre

précision de taille, l'IRMf permet de visualiser uniquement la matière grise (le cortex), mais pas les faisceaux d'association de substance blanche, les câbles qui relient les points d'un bout à l'autre du cerveau, empêchant ainsi d'atteindre une vision globale et complète des circuits cérébraux. Enfin, l'IRMf ne parvient pas à différencier les zones cérébrales en distinguant, d'une part, celles qui sont indispensables pour la fonction au sein d'un réseau et qui, dans le cas de patients porteurs d'une tumeur, seraient à préserver impérativement sur un plan chirurgical et, d'autre part, celles qui sont compensables grâce aux phénomènes de neuroplasticité et que l'on pourrait enlever pendant l'opération pour améliorer l'ablation tumorale sans pour autant générer de séquelles. Autrement dit, seule la cartographie d'un cerveau éveillé, telle que je la pratique au bloc opératoire en observant mes patients, permet d'avoir une vision directe du fonctionnement réel des réseaux neuronaux...

Cette technologie d'imagerie s'est toutefois améliorée jusqu'à obtenir également des représentations des faisceaux de substance blanche qui relient tous les épices d'un même réseau, appelées plus communément fibres blanches. Ces fibres de connexion cheminent d'un territoire à l'autre dans un enchevêtrement extrêmement touffu, au point qu'il est encore aujourd'hui très difficile de détailler leurs terminaisons et la nature exacte des informations qu'elles véhiculent tout au long de leur parcours. Cette technique de l'imagerie neurofonctionnelle s'appelle l'imagerie de diffusion (DTI¹) ou tractographie : elle tente de capter le cheminement de ces fibres en scrutant le mouvement des molécules d'eau quand le cerveau est placé dans l'aimant que constitue l'IRM. Mais, là encore, il s'agit d'une représentation extraite de calculs biomathématiques et non d'une photographie exacte de ces faisceaux de fibres blanches. Par ailleurs, la tractographie ne donne qu'un aperçu indirect de

l'anatomie des fibres, mais en aucun cas elle ne renseigne sur leur fonction.

Pour comprendre précisément ces réseaux, il n'existe en réalité qu'un seul moyen : apprendre l'anatomie fonctionnelle du cerveau. C'est ce que j'ai mis en pratique depuis des années avec la technique de la chirurgie éveillée, comme je l'ai dit plus haut, qui consiste à observer des cerveaux au bloc opératoire et à stimuler électriquement leurs circuits en demandant aux patients d'effectuer une tâche bien précise de façon à détecter l'architecture du réseau en action pour chaque fonction ou sous-fonction étudiée. C'est le début d'une véritable cartographie cérébrale, à la fois au niveau du cortex et des fibres blanches. Autrement dit, l'exploration anatomique doit toujours être corrélée avec les aspects fonctionnels pour bien comprendre ce qui se joue dans le cerveau à cet instant.

Je dois avouer quelque chose qui risque de décevoir le lecteur : globalement, nous avons une connaissance assez superficielle de l'anatomie du cerveau, au propre comme au figuré. Mais le peu que nous savons nous en apprend beaucoup d'un point de vue conceptuel... et surtout cela accélère le rythme et l'étendue de nos découvertes. On connaît un peu l'organisation du cerveau en surface sur le plan de ces fameux épencentres, mais cela devient plus obscur dans la zone sous-corticale, en profondeur.

Au début du XX^e siècle, quelques chercheurs ont bien pratiqué des dissections de la substance blanche, mais la visualisation des faisceaux restait approximative. Dans les années 1950, un neurologue du nom de Klingler a mis au point une méthode de dissection des fibres de la substance blanche reposant sur le principe de congélation puis de décongélation de l'eau située entre ces éléments organiques, technique qui a été remise au goût du jour. En résumé, voici comment elle procède : l'eau migre le long des faisceaux d'association (les

fibres blanches) et, en congelant, elle favorise leur dissection. Ensuite la décongélation fait apparaître les différents paquets de fibres. Bref, sans cet artifice, la substance blanche reste uniforme, les fibres étant de fait pratiquement invisibles à l'œil nu. La méthodologie de ce neurologue n'a pas été exploitée à sa juste valeur à son époque, car il s'est trop focalisé sur la partie profonde des fibres blanches, sans suivre leur trajectoire en remontant jusqu'à la surface corticale, au niveau des épices justement. Il manquait un maillon à la chaîne. Auparavant, l'observation issue de la dissection s'était limitée soit aux fibres blanches en profondeur, soit au cortex (la surface du cerveau). Finalement, il a fallu attendre le développement de l'imagerie pour commencer à se figurer l'ensemble du réseau cérébral, et donc pour révéler peu à peu le lien entre les fibres blanches en profondeur et les épices en surface. La cartographie, une nouvelle fois... Elle a été une façon d'appréhender le monde, de l'explorer sans cesse davantage : on a d'abord cartographié les continents, puis on s'est aventuré à l'intérieur des terres. Aujourd'hui, on navigue dans les réseaux du cerveau, on examine l'interaction entre les cellules.

Fait étrange, cette découverte a pris un temps considérable à éclore, alors qu'elle crevait les yeux de l'observateur depuis le début. C'est là sans doute un des effets néfastes de l'approche localisationniste évoquée au début du livre et devenue hégémonique à la suite des travaux de Broca sur la parole supposée dépendre d'une zone spécifique, empêchant ainsi la survenue d'une conception du cerveau plus proche du fonctionnement en réseaux, ce qu'on appelle dans notre jargon scientifique la connectomique.

Malgré son caractère expérimental, il faut cependant reconnaître que la technique de l'imagerie neurofonctionnelle a donné un premier accès non invasif aux activations produites à la surface corticale, mais aussi aux possibles connexions entre les différentes

parties anatomiques du cerveau. Elle a également permis de rassembler pour la première fois devant les images issues d'un même cerveau plusieurs spécialistes : neuroscientifiques, neurologues, neurochirurgiens, neuro-imageurs, neuroanatomistes, qui ont pu ainsi unir leurs compétences. Avant cette période, il n'existait aucune méthodologie de capture radiologique de l'activité cérébrale capable de rassembler autant de spécialités dans une même séquence. J'ai donc eu la chance d'assister à l'établissement de cette nouvelle norme d'imagerie de l'activité cérébrale.

Pendant ce temps, je poursuivais mes études de neurochirurgien. Une pathologie m'a alors particulièrement intéressé, la tumeur cérébrale, redoutable, imprévisible, un vrai défi pour la médecine. On ne peut pas la comparer aux modèles des autres tumeurs, car au lieu de former des agrégats de cellules cancéreuses bien délimités (comme les métastases), les gliomes sont des tumeurs diffuses qui infiltrent progressivement le cerveau, en migrant notamment le long des fibres blanches, contaminant une large partie du cerveau comme une toile d'araignée. En se développant de façon incontrôlée, ces cellules anormales affectent le système nerveux et provoquent des troubles neurologiques : crises d'épilepsie, aphasie, perte de la mémoire ou de la motricité. Il m'a donc semblé primordial de comprendre non seulement comment cette tumeur évoluait, mais également de quelle façon elle exerçait une influence sur le système nerveux central. Dans le cas de gliomes de bas grade, à savoir lentement évolutifs (sur plusieurs années), le cerveau a le temps de s'adapter grâce à sa neuroplasticité, ce qui explique pourquoi les patients mènent généralement une vie normale jusqu'au premier symptôme, correspondant en règle générale à une crise d'épilepsie. Au contraire, dans le cas d'une tumeur maligne, type gliome de haut grade, les troubles neurologiques apparaissent rapidement, de

manière plus fréquente et souvent irréversible. Dans tous les cas, le diagnostic est alors établi au moyen d'une IRM. Cet examen doit être effectué le plus rapidement possible, afin de proposer une chirurgie dans les meilleures conditions. Lorsque le gliome a déjà provoqué un trouble neurologique grave, par exemple une aphasie ou une paralysie, l'intervention chirurgicale à envisager (très probablement sans récupération fonctionnelle à la clé), ne saurait être effectuée en condition éveillée, puisque l'état du patient lui interdit de coopérer tout au long de l'ablation tumorale. Par conséquent, plus tôt on détecte un gliome, mieux on peut l'opérer et retirer le plus possible de la tumeur, tout en préservant la qualité de vie du patient. Dans le cas d'un diagnostic précoce, devant une simple crise d'épilepsie, par exemple, le but de l'intervention sera alors d'identifier et de protéger les réseaux neuronaux toujours en fonction (expliquant pourquoi le patient va encore bien), voire de faciliter les mécanismes de plasticité au moyen d'une rééducation cognitive déclenchée après la chirurgie : d'une certaine manière, on encourage ensuite le cerveau à se remodeler. En d'autres termes, si on se contente d'attendre face à une tumeur cérébrale, même de type gliome de bas grade, on s'expose à un risque majeur de voir la situation se dégrader, non seulement sur un plan oncologique (accélération du développement de la tumeur susceptible d'échapper au contrôle de l'équipe médicale), mais aussi sur un plan neurologique (aggravation des symptômes pouvant grever lourdement la qualité de vie du patient). C'est pourquoi aujourd'hui, après dix-huit années de pratique comme chercheur et neurochirurgien oncologue spécialiste du gliome, je défends plus que jamais le développement d'une neurochirurgie préventive.

Chaque année on diagnostique environ 4 000 cas de gliomes en France, dont approximativement 700 gliomes de bas grade. La compréhension de ces tumeurs constitue un enjeu de taille à

plusieurs titres : pour mieux soigner les patients, c'est la priorité bien sûr, mais aussi pour élargir notre connaissance du cerveau. Sur ce point, au risque d'en décourager certains, disons-le franchement : l'origine de ces tumeurs reste encore aujourd'hui totalement inconnue. Mais la recherche progresse à grands pas, notamment concernant les fameuses cellules souches et leur rôle potentiel dans la genèse de ces tumeurs. Une piste prometteuse également pour les neurosciences.

Ces enjeux me sont assez vite apparus comme essentiels. J'ai été absorbé par l'étude de ces tumeurs cérébrales. J'étais obsédé à l'idée de comprendre pourquoi ces maladies se produisent, comment elles évoluent et comment je pourrais mieux les contrôler. Mais à cette époque, au milieu des années 1990, nos connaissances sur le cerveau étaient, je l'ai dit, encore très marquées par l'approche localisationniste. Intuitivement je sentais que cette conception était restrictive. Oui, quelque chose clochait... Alors, quand le professeur Mazoyer m'a révélé l'existence de George Ojemann à Seattle et sa pratique de la chirurgie éveillée, cela a aussitôt suscité en moi une curiosité dévorante. J'ai eu comme une prémonition : je devais aller à sa rencontre, j'ai senti que cela pourrait être décisif pour moi. Bernard Mazoyer m'y encouragea vivement. Je redoutais les embûches administratives et les freins du supposé protectionnisme américain. Pas du tout, ma candidature fut rapidement acceptée dans le cadre d'une bourse de recherche. J'allais pouvoir assister à des interventions sur des cerveaux de patients en phase d'éveil. Le rêve d'exploration des mondes cachés devenait possible. L'expérience s'annonçait passionnante.

Certains, dans mon entourage professionnel, pensaient que j'avais tort d'effectuer ce voyage d'étude si loin de ma base, en France. À leurs yeux, la chirurgie éveillée s'apparentait à un spectacle de cirque,

j'allais perdre mon temps. Heureusement, je ne les ai pas écoutés, j'ai persévéré dans mon choix. Grâce à son intervention, Bernard Mazoyer m'a ouvert le chemin vers la conquête de l'Ouest américain, pour y trouver non pas de l'or ou la fortune comme autrefois les pionniers du Nouveau Monde, mais mieux encore : une part du secret le mieux gardé par la nature, celui du fonctionnement cérébral, une petite partie en tout cas, mais c'était le début d'une histoire qui depuis ne cesse de se poursuivre.

1. Diffusion Tensor Imaging.

La révolution de la chirurgie éveillée

Dans l'avion qui m'emmenait à Seattle, mon excitation était grande. Dans quelques jours j'allais me retrouver face au professeur Ojemann. L'approche de l'inconnu attisait mon impatience. Je me sentais l'esprit totalement libre et ouvert, mais sans savoir exactement ce que me réserverait ce voyage d'étude, quelle serait la récolte pour moi à l'issue de ce parcours initiatique : une véritable application chirurgicale, une découverte philosophique ou conceptuelle ? Un peu tout cela à la fois...

Certainement, je devais me préparer à une nouvelle vie et mettre mon attention et ma concentration au diapason d'une langue autre que ma langue maternelle, de comportements sociaux un peu différents de ceux rencontrés jusqu'alors. Dans mon cerveau, les réseaux du langage seraient bientôt mis à contribution pour s'adapter à cette nouvelle donne, en faisant appel à la plasticité de l'apprentissage, mais cela, je ne le savais pas encore. Je découvrirais un peu plus tard ces mécanismes dynamiques qui sous-tendent l'activité cérébrale.

Parler dans une autre langue, c'est un peu changer sa façon de penser et d'agir, comme j'allais m'en rendre compte. Comme je ne maîtrisais pas parfaitement l'anglais, je serais obligé dans les jours

prochains de synthétiser ma pensée, d'utiliser des raccourcis, ce qui sans doute m'a conduit à des raisonnements et des associations d'idées inattendus. C'est aussi cela qu'on attend d'un chercheur : qu'il soit capable de sortir de son contexte et de ses habitudes pour voir le monde sous un jour différent. Changer de cerveau, lui imposer une autre manière de penser... Parmi les expériences à connaître, parfois il est bon en effet de pouvoir s'immerger dans un milieu inhabituel, car cela peut déclencher une sorte d'électrochoc affectif et cognitif très salvateur. Je m'en suis rendu compte à l'occasion de ce voyage d'étude à Seattle.

L'influence régulière de l'environnement sur les comportements se révèle dans de nombreuses situations. Il en va de même pour les chercheurs formatés par les académismes et les dogmes : précisément incapables de considérer le monde autrement, et donc souvent inaptes à percevoir les fils de la réalité cachés derrière le rideau poussiéreux des habitudes. La culture de l'éducation aurait peut-être intérêt à intégrer davantage dans ses codes ce principe réflexif : apprendre à bien apprendre, mais aussi apprendre à désapprendre pour comprendre autrement.

J'ai atterri à Seattle, dans l'État de Washington, début juin 1996. C'est l'une des villes les plus importantes de la côte pacifique, située à environ 150 kilomètres de la frontière canadienne.

J'avais réservé une chambre chez l'habitant. J'ai pu ainsi découvrir le quotidien d'une famille américaine, ce qu'on appelle l'*American way of life*, qui associe le pragmatisme anglo-saxon à la liberté d'entreprendre offerte à tous les individus, le fameux rêve américain. Comme beaucoup d'autres étrangers en provenance de l'Europe, j'avais une connaissance des États-Unis forgée surtout à travers le cinéma, l'une des grandes forces des Nord-Américains qui savent produire des récits épiques et les mettre en scène. Aussi, quand j'ai

découvert le campus, l'image correspondait-elle à celle que j'avais découverte sur les écrans de cinéma ou à la télévision. Des espaces immenses et des infrastructures très bien organisées, toujours ce pragmatisme de l'efficacité. Le campus fourmillait d'activités et d'échanges. Et surtout, je fus impressionné par les moyens éducatifs mis à la disposition des étudiants. Par exemple, la bibliothèque du campus restait ouverte jusque tard le soir et le week-end. Elle était riche de tous les ouvrages des meilleurs dans chaque spécialité. Et bien sûr j'y ai trouvé toutes les études et les publications récentes du professeur Ojemann et de ses proches collaborateurs. L'article premier de référence de George Ojemann explicitait l'utilisation des stimulations électriques chez des patients épileptiques éveillés pour étudier leur carte corticale du langage, démontrant ainsi l'importante variabilité d'un sujet à l'autre, contrairement aux idées reçues. Le savoir était produit partout, à proximité ou loin d'ici, et aussitôt partagé, j'avais l'impression d'être à la pointe de la réflexion, de participer à la construction d'un monde. Cette bibliothèque est devenue ma seconde maison, j'y passais le plus clair de mon temps, je dévorais les livres, je voulais tout apprendre, en particulier en ce qui concernait les méthodes de cartographie du cerveau et les résultats alors encore préliminaires.

Quelques jours après mon arrivée, je rencontrai celui qui allait m'enseigner la technique de la chirurgie éveillée directement au bloc opératoire. Le professeur Ojemann était à cette époque le seul à utiliser cette technique dans le monde, mais c'est Otfried Foerster (1873-1941), un neurologue et neurochirurgien allemand, qui a vraisemblablement été l'un des premiers à l'explorer. Il a collaboré avec son confrère allemand Carl Wernicke (1848-1905), le successeur de Paul Broca, et tous les deux sont à l'origine du « localisationnisme », selon lequel, comme l'aire de Broca, celle de

Wernicke associe une région du cerveau à un certain type de lésions en rapport avec les troubles de langage, mais plus spécifiquement concernant la compréhension et non pas l'articulation. Au côté de son confrère, Otfried Foerster étudie le système nerveux central. Après la Première Guerre mondiale, il publie une étude sur le traitement chirurgical des lésions cérébrales consécutives aux blessures par balle. Si bien que de nombreux vétérans atteints de crises d'épilepsie viennent le consulter. Il élabore une méthode pour stimuler les zones du cortex au moyen d'électrodes sous anesthésie locale pour identifier les aires fonctionnelles, qui lui permet d'exciser certaines parties du cerveau sans altérer les fonctions vitales des patients maintenus en éveil et capables, pendant l'opération, de produire des réponses adaptées.

À en croire les témoignages rapportés par la littérature scientifique, il semblerait donc que la chirurgie éveillée trouve son origine dans la médecine de guerre. Comme souvent, en désespoir de cause, quand les explosions s'abattent comme un orage de feu mêlé au sang des victimes, les médecins tentent des opérations de la dernière chance et parfois, de cette façon, ils parviennent à améliorer les connaissances scientifiques : une bien maigre consolation qui ne saurait faire oublier les atrocités des affrontements armés. C'est d'ailleurs pendant la Grande Guerre que les médecins ont observé les premiers soldats complètement hébétés et désorientés après les bombardements. Comme on ne constatait aucune lésion apparente chez ces blessés, l'autorité militaire les considérait comme des déments ou de vulgaires simulateurs. Elle ignorait leurs souffrances et enfermait ces malheureux dans des asiles d'aliénés. Il a fallu attendre des années, en l'occurrence la guerre du Vietnam, avant que les médecins puissent établir le lien entre le choc provoqué par la déflagration des bombes ou l'exposition prolongée à l'horreur des

massacres et la survenue de troubles neurologiques chez les soldats, comme la perte de la parole, l'amnésie ou des troubles psychiatriques tels qu'insomnie, dépression nerveuse à tendance suicidaire... À partir de cette date, ce qu'on appelle le syndrome de stress post-traumatique survenu dans les conflits armés a commencé par être considéré comme une maladie, avant d'être pleinement reconnu comme tel lors de la première guerre du Golfe, en 1990.

En 1928, Wilder Penfield séjourne six mois à Breslau, en Pologne, auprès de Foerster. Ce dernier lui livre ses connaissances de la chirurgie éveillée appliquée au traitement de l'épilepsie. Entre les deux guerres, la ville de Breslau devient ainsi un centre de formation qui accueille des neurologues et des neurochirurgiens de renommée internationale, comme l'Américain Percival Bailey (1892-1973), qui a établi la première classification des tumeurs cérébrales. Pendant cette période, les échanges dans les neurosciences se multiplient sous la houlette de quelques pionniers, une amorce de la mondialisation.

Ces grands défricheurs connurent des fortunes diverses, se retrouvant parfois courtisés par les personnalités politiques. En 1922, Otfried Foerster se voit ainsi nommé médecin personnel de Lénine, qui souffre alors de migraines chroniques et d'insomnies. Il l'accompagne jusqu'à sa mort, deux ans plus tard. Le cerveau du défunt sera retiré pour être autopsié avant que le corps ne soit embaumé. Les autorités russes envisagent d'étudier l'organe cérébral de cet homme considéré comme un génie par ses défenseurs, et cela dans l'espoir de découvrir les secrets de l'intelligence. Pour ce faire, Foerster suggère l'intervention du neuroscientifique allemand Oskar Vogt (1870-1959), alors directeur de l'Institut Kaiser-Wilhem à Berlin, un établissement de recherche fondamentale qui a été créé pour concurrencer les universités américaines, marquant le début d'une guerre des sciences pour garder le contrôle des brevets, une guerre

qui allait s'intensifier peu à peu avec le développement de l'industrie pharmaceutique.

De retour sur le continent nord-américain en 1928, Wilder Penfield s'installe à Montréal armé de grandes ambitions : il rêve d'un lieu où cliniciens et chercheurs auraient l'opportunité de collaborer. Il convainc alors la fondation Rockefeller de financer son projet de recherche. C'est l'acte de naissance du Montreal Neurological Institute, au sein duquel il va développer et perfectionner la méthode apprise aux côtés de son mentor allemand. Animé lui aussi par un désir de croiser les savoirs, il réunit alors les compétences de l'électrophysiologiste Herbert Jasper (1906-1999) et celles de la neuropsychologue Brenda Milner (1918) : il constitue ainsi une équipe pluridisciplinaire autour du patient au bloc opératoire. Ce modèle des sciences connectées m'a beaucoup inspiré.

Grâce à cette technique audacieuse, le patient reste éveillé pendant l'opération et peut décrire ses réactions à mesure que l'on stimule les différentes parties de son cerveau. Rendez-vous compte ! Opérer un patient éveillé, quelle prouesse ! Cette méthode en effet continue de révolutionner notre approche du cerveau, car elle donne un accès direct aux activités cérébrales en lien avec l'anatomie sur un sujet sollicité pour des tâches bien précises, et capable d'interagir avec l'équipe médicale pendant l'opération. Cela veut dire que le neurochirurgien peut non seulement évaluer et cartographier le cerveau du patient de façon rigoureuse, en s'appuyant sur les données déjà recueillies lors des opérations précédentes, mais aussi appréhender la singularité de chaque cerveau à la lumière de ce qu'il observe. Car nous avons découvert au fil du temps que chaque cerveau développe un mode de fonctionnement qui lui est propre, à partir d'une histoire complexe qui mêle l'éducation, l'environnement, l'hérédité et la vie affective...

Durant sa carrière, Wilder Penfield peut ainsi établir une carte cérébrale à partir des relevés effectués au cours de centaines d'interventions. Il cartographie le cortex cérébral (la surface du cerveau) et il associe des zones corticales non seulement au mouvement et aux sensations, mais également au langage. Mais, sous l'influence du localisationnisme, il ne perçoit pas encore que la fonction du langage fait intervenir simultanément plusieurs réseaux dans le cerveau, situés dans des zones éloignées les unes des autres. Toutefois, le processus visant à établir des cartes cérébrales oriente un peu plus l'intuition de la recherche vers le schéma de territoires reliés les uns aux autres par des voies de communication. Il manquait encore quelques déclics dans nos têtes de chercheurs pour parvenir au concept plus général d'une architecture en réseau. Ce qu'on appelle l'hodotopie (du grec *hodos*, les voies, et *topos*, la localisation), la vision moderne du cerveau. Mais ces déclics peuvent parfois mettre des années, voire des décennies, à se déclencher.

Les proches de Penfield lui reconnaissent sa profonde humanité et son intégrité morale irréprochable. Il était totalement dévoué à ses patients. Tout au long de sa vie il a été hanté par ses recherches. Pour lui, la neurologie devait conduire à une plus grande compréhension de l'homme, non seulement sur le plan cognitif, mais aussi sur le plan social : quelle place dans le monde pour l'être humain ? Penfield a été pour moi un exemple à tous points de vue. En 1954, à la fin de sa carrière, il rassemble les résultats de ses recherches dans un ouvrage écrit en collaboration avec Jasper, dans lequel il dresse une carte de l'anatomie fonctionnelle du cerveau, intitulé : *Epilepsy and the Functional Anatomy of the Human Brain*, la somme d'une vie de recherches...

Lorsque j'ai découvert ses écrits à la bibliothèque du campus de Seattle, je me suis fait cette réflexion : chose étrange, lorsque Penfield

prend sa retraite, en 1960, sa technique de la chirurgie éveillée tombe aussitôt dans l'oubli... Comme si la superstition l'emportait, comme si avec lui disparaissait une pratique taboue qui faisait peur. On cite souvent le grand neurochirurgien canadien dans les livres d'histoire de la médecine, on rappelle ses distinctions, sa médaille internationale de chirurgie obtenue deux ans plus tôt, mais aucun successeur ne daignera poursuivre sa méthode pendant près de vingt ans, à l'exception de George Ojemann. Pourquoi ? Cela reste une énigme.

La tradition de la chirurgie développée par Penfield a donc heureusement été réactivée dans les années 1970 par le professeur Ojemann, poussé par son maître Arthur Allen Ward (1916-1997). Mais lui et son équipe étaient alors très largement ignorés par les membres de la communauté scientifique internationale, hormis quelques-uns, comme Bernard Mazoyer. Pendant cette période de la neurochirurgie, le monde médical était davantage intéressé par d'autres formes d'intervention, en particulier la chirurgie vasculaire ou celle de la base du crâne, laissant à l'époque peu de place à la véritable chirurgie du cerveau. Aussi, lorsque je suis arrivé dans le service du professeur Ojemann à l'hôpital de Seattle, au sein de l'université de Washington, l'émotion m'étranglait un peu, et je ne sais plus comment je me suis présenté. Nous étions une dizaine de visiteurs dans son bureau, j'étais le seul Français à venir observer sa technique, jugée par certains comme spectaculaire, voire flirtant avec le sensationnalisme. En rejetant cette technique, il leur était évidemment impossible de comprendre que cette méthodologie ouvrait les portes à une nouvelle philosophie dans les neurosciences, vers une chirurgie du système nerveux central autour des futurs concepts de plasticité et de connexionnisme...

Très vite, le professeur Ojemann s'est montré avenant, ouvert, souriant. Il avait alors une cinquantaine d'années, son humanité rayonnait. Il cultivait cette décontraction et cette simplicité typiques des Nord-Américains, pour lesquels les règles du protocole constituent une bizarrerie, sinon un folklore de l'Ancien Monde. Je me suis donc aussitôt senti à mon aise. L'un de ses élèves neurochirurgiens à Seattle commençait à développer la chirurgie éveillée dans les gliomes : Mitchel – Mitch – Berger, un Américain de quinze ans mon aîné avec lequel j'allais très vite tisser des liens d'amitié. Les tumeurs cérébrales n'avaient pas encore été saisies dans leur ampleur par les neurochirurgiens. Le combat contre cette pathologie était sur le point de devenir le nôtre à tous les deux à travers la chirurgie éveillée, et cela de façon complémentaire : Mitch en devenant chef de service, à San Francisco, avec un éclairage plus oncologique, et moi, à Paris d'abord, puis à Montpellier, avec une vision davantage fonctionnaliste. Je considère Mitch comme mon grand frère dans ce domaine.

Quelques jours après notre rencontre, je fis également la connaissance d'Ettore Lettich (1929-2009), l'électrophysiologiste qui travaillait avec George Ojemann et qui m'a pris sous son aile pendant tout mon séjour à Seattle. Tous les trois ensemble nous sommes allés au bloc, dans la rotonde surplombant la table d'opération, où j'ai assisté à ma première opération de chirurgie éveillée sous la conduite de George Ojemann.

J'ai commencé à noter tous les protocoles, ceux relatifs à la méthode chirurgicale elle-même, mais aussi aux interactions étroites avec les autres membres de l'équipe (anesthésistes, neuropsychologues, électrophysiologiste), protocoles qui se trouvaient d'ailleurs compilés dans les publications du professeur disponibles dans les rayons de la bibliothèque du campus. Toutes ses

connaissances étaient régulièrement mises à jour et accessibles à quiconque. Pour cela, rien de plus simple : il suffisait de se déplacer jusqu'à Seattle et de prendre un abonnement à la bibliothèque universitaire !

Une fois le cuir chevelu du patient incisé et la méninge ouverte, le professeur Ojemann a disposé les électrodes à la surface du cortex pendant que le patient était réveillé. Les tests cognitifs ont ainsi pu démarrer...

Le professeur Ojemann effectuait trois opérations par semaine. J'ai assisté à ces interventions en tant qu'observateur, en essayant d'en retirer la substantifique moelle. En arrivant à l'hôpital, eu égard à son statut, j'avais imaginé qu'il m'aurait à peine adressé la parole : j'étais un étudiant sans aucune recommandation, je n'appartenais à aucune délégation. Mes craintes se sont avérées aussi inutiles qu'infondées. La médecine et la recherche des connaissances avant tout ! Pendant les interventions au bloc, malgré les contraintes, il prenait le temps de me communiquer sans restrictions toutes les informations souhaitées. J'étais presque surpris qu'il relâche son attention auprès de son équipe pour me parler, comme si j'étais aussi important que le patient dont il venait d'ouvrir la boîte crânienne.

J'ai écrit un recueil de notes à partir de ces observations et des échanges avec le professeur. À mon retour en France quatre mois plus tard, j'ai enrichi ce document de travail, sorte de bible personnelle dans laquelle se trouvaient les éléments de la future neuroplasticité. Dans ce contexte nord-américain favorable, libre de naviguer à ma convenance dans ce campus en ébullition malgré la période d'été, j'avais accès à tous les outils pédagogiques : tout y était ouvert. On aurait dit un cerveau collectif en marche, bombardé de tous les rayons des étudiants, des chercheurs et des enseignants. L'administration se pliait au désir de l'étudiant pour l'encourager à

entreprendre, à innover. Ceux qui organisent la vie sur le campus se disent : « Donnons leur chance à tous, l'un de ces étudiants détient peut-être une bonne idée, utile pour la science, l'économie ou l'organisation sociale. »

Je ne sais pas s'il existe une telle émulation dans les universités françaises... Après le rêve américain, il faudrait inventer le rêve français. Quel serait-il ? Quels sont nos atouts et nos spécificités à exploiter pour le bien commun ? Scientifiques, artistes, chercheurs... et si on se regroupait ? Et si on formulait des propositions autour d'une même table et d'un même état d'esprit ? Peut-être seraient-elles écoutées par les pouvoirs publics : un élan indispensable pour promouvoir la passion à travers la créativité dans toutes ces disciplines sans limiter l'engagement de toutes nos énergies individuelles et, au final, prétendre à une grande efficacité collective...

Comme je l'ai dit, le professeur Ojemann utilisait cette technique uniquement pour le traitement de l'épilepsie. À cette époque, sa connaissance de la neuropsychologie cognitive reposait sur l'observation des patients au bloc et l'IRM traditionnelle. Cette connaissance était donc assez réduite par rapport à ce qu'elle est aujourd'hui. Et cela s'expliquait tout naturellement, car le professeur Ojemann n'avait pas été aidé par l'imagerie fonctionnelle, encore embryonnaire au milieu des années 1990. Dans son esprit, l'idée d'une architecture cérébrale en réseaux n'avait donc pu se former, du moins de façon claire. Lui comme Bernard Mazoyer devaient, je suppose, se poser de nombreuses questions, chacun dans sa spécialité. Mais personne n'avait encore évoqué d'une façon argumentée le principe d'une plasticité neurofonctionnelle pouvant être utilisée dans un contexte clinique, notamment chirurgical.

L'approche chirurgicale du professeur Ojemann consistait à cartographier les épices corticaux à l'aide d'électrodes positionnées à la surface du cerveau sans *a priori*, les fibres blanches n'étant jamais étudiées directement. Cette exploration électrophysiologique lui permettait ainsi d'opérer sans altérer les fonctions des patients, en enregistrant de surcroît les zones corticales à l'origine de l'épilepsie, définissant ainsi la portion du cerveau malade, et donc à enlever. En résumé, ses investigations employaient les stimulations électriques et les enregistrements dits électrocorticographiques en surface corticale, combinés au bilan neuropsychologique effectué en temps réel chez le patient éveillé.

J'ai le souvenir de journées intenses, qui filaient à une vitesse foudroyante.

Et puis, pendant ces séances d'observation des patients traités par le professeur Ojemann, quelque chose vint troubler ma conscience et ma logique... Pour ne plus jamais s'arrêter. J'ai parlé de déclic et d'intuition fulgurante, alors comment se faisait-il que les patients auxquels le neurochirurgien avait enlevé un lobe (lobectomie) dans une région supposée inopérable continuaient à voir leur cerveau fonctionner dans des conditions relativement satisfaisantes ? Certains mêmes retrouvaient une vie véritablement active, surtout lorsque la maladie épileptique était contrôlée à la suite de l'intervention. En outre, les crises d'épilepsie à répétition chez certains patients avant l'opération auraient dû altérer durablement leur système nerveux central et, par conséquent, leur activité cérébrale. Comment donc le cerveau était-il capable de récupérer ses facultés après les opérations ? Alors que les voies de la cartographie m'avaient été ouvertes, d'un côté grâce à Bernard Mazoyer et à l'imagerie neurofonctionnelle naissante et, de l'autre, grâce à George Ojemann et à l'électrophysiologie du cortex, cette question soudain s'imposa à

moi, au croisement d'un faisceau de circonstances. Oui, de quelle façon des patients dont le cerveau avait été en partie enlevé pouvaient-ils parfois se trouver après leur opération en meilleure santé du point de vue fonctionnel ? Voilà qui allait à l'encontre de ce que l'on nous enseignait. Il y avait là une donnée qui m'échappait et à laquelle il allait désormais falloir que je réfléchisse. Question de logique.

L'intuition à tout prix

Un jour, Ettore Lettich, l'électrophysiologiste qui travaillait avec le professeur Ojemann à l'hôpital, vint me voir sur le campus universitaire.

– George m'a dit que tu étais dingue de Keith Jarrett.

– C'est vrai. Pour moi, Jarrett est un génie. J'ai rêvé un jour d'être un grand musicien... Mais tu vois, finalement je vais devenir neurochirurgien, lui ai-je répondu dans mon anglais encore hésitant.

– Ah oui ? Suis-moi, j'ai une surprise pour toi.

On a sillonné les allées du campus. Puis Ettore a poussé la porte d'une salle et m'a invité à entrer. J'ai avancé de quelques pas et ai découvert au milieu de la pièce un piano à demi-queue, mais pas n'importe lequel : un Steinway ! La marque du célèbre fabricant de pianos allemand prisée par les plus grands musiciens.

– On a réservé la salle pour toi avec ce piano. Tu pourras venir ici jouer quand tu veux.

Je restai un moment sans voix.

– Allez, joue-moi un morceau !

– Je ne sais pas comment te remercier.

– Le professeur Ojemann est très fort pour faire parler ses invités. Fallait pas lui raconter ta passion pour le piano.

Je me suis assis devant le piano et j'ai joué un standard de jazz en l'honneur d'Ettore.

Cette touchante attention me combla de joie. J'étais presque gêné. Je crois que je n'ai jamais autant joué de piano que lors de ce séjour à Seattle. Plus tard, quand je reviendrai aux États-Unis pour y donner des conférences, je me souviendrai chaque fois de ce geste plein de délicatesse.

Comme beaucoup d'autres praticiens, Ettore était d'origine étrangère, égyptienne en l'occurrence. Lui aussi était un migrant porteur d'un rêve, mais c'était surtout un inventeur : il avait conçu le stimulateur électrique qui servait à tester le cortex des patients au bloc opératoire, devenu ensuite un standard de la neurochirurgie moderne et connu sous le nom d'*Ojemann Cortical Stimulator*. Outre sa passion pour la recherche, Ettore aimait son pays d'accueil, il m'a fait découvrir le mont Rainier, la grande fierté géologique de l'État de Washington. Une autre fois, il m'a emmené à un congrès consacré à la technique de l'électrophysiologie à Portland, où les plus grands spécialistes réfléchissaient à l'amélioration des techniques d'enregistrements électroencéphalographique et électrocorticographique, afin de mieux définir les zones cérébrales à enlever lors des chirurgies de l'épilepsie. Pendant ces déplacements, nos échanges se rapportaient bien sûr aux sujets qui nous occupaient au quotidien : le cerveau, la chirurgie éveillée, mais aussi la création... Cette approche intégrée du monde me plaisait, j'étais dans mon élément. Comme je l'ai dit, peu importait la barrière de la langue, je devais chaque fois trouver l'image ou le mot justes pour synthétiser mes idées. Je pense que cela m'a aidé dans mes recherches pour atteindre la cible sans détour.

Ettore m'encouragea à creuser les questions qui m'obsédaient à longueur de journée : Des patients dont on a retiré une partie du

cerveau continuent à vivre normalement, par quel mystère ? Quel est le processus dans le cerveau qui a permis de contourner l'obstacle d'une lésion, ou d'une réduction de la matière cérébrale ? Comment le cerveau a-t-il compensé la cavité laissée par la lobectomie, l'amputation d'une partie du cerveau ? Existe-t-il une sorte de cerveau sous-jacent ou de secours capable de venir aider la structure générale ? Quel est le rôle exact des fibres blanches ? Comment cheminent-elles en profondeur ? Peut-on les stimuler ? Faut-il continuer à croire qu'il existe des tâches dédiées à des régions spécifiques ? Et si oui, comment se relient-elles les unes aux autres ? Autrement dit, l'approche localisationniste est-elle encore tenable face à toutes ces observations cliniques ?

Les questions se succédaient sans relâche... Toutes les pièces du puzzle défilaient devant mes yeux, il ne me restait plus qu'à les assembler. Cela faisait pas mal de temps que je ne croyais plus vraiment à la tradition héritée de Broca : le cerveau devait certainement être bien plus stratégique.

Parfois, il m'arrivait de me projeter dans le passé et d'imaginer Paul Broca dans son cabinet médical. À son époque c'était probablement un homme qui pratiquait la médecine avec passion, même si on peut douter parfois de son humanisme, tel que nous l'a enseigné Hippocrate, ou de ses idées progressistes quand il prétendra, dans le cadre de ses recherches sur l'anatomie comparée, que « la petitesse du cerveau de la femme provient à la fois de son infériorité physique et intellectuelle ». Ou, pire encore, lorsqu'il annoncera selon le même principe de comparaison hasardeuse que « la capacité crânienne des Nègres de l'Afrique occidentale est inférieure à celle des races de l'Europe ». Ce type de démonstration, qui relevait davantage de l'opinion, nous rappelle le racisme et la misogynie de la société occidentale au XIX^e siècle. Les positions de Broca au sujet de

la supposée infériorité des femmes et des Noirs étaient tout simplement choquantes et inconcevables pour un chercheur de son niveau. En principe, on attend d'un scientifique plus d'humanisme et de respect à l'égard du monde du vivant, dont il est issu.

Il n'empêche, Paul Broca se croyait sans doute de bonne foi. Du point de vue de la recherche, il pensait faire progresser la science. C'était un enfant prodige, dit-on, fils de chirurgien. Il obtient son baccalauréat à l'âge de seize ans, simultanément dans plusieurs matières : littérature, mathématiques, physique. L'année suivante, il entre en médecine, il est diplômé à vingt ans, au moment où d'autres commencent à peine à ouvrir un livre de médecine. Il devient professeur de pathologie chirurgicale à l'université de Paris, et ses travaux se voient couronner par des médailles alors qu'il n'est encore qu'un tout jeune homme. Il se fera surtout connaître pour ses recherches effectuées sur le cerveau d'un patient qu'il a suivi en consultation pour une maladie neuro-syphilitique, le malheureux Leborgne, seulement capable de dire : « Tan, tan... », tel un robot bloqué sur un programme réduit à l'association de trois lettres : un tel état devait susciter les moqueries et le faire souffrir, je suppose.

Pour la bonne compréhension de mon récit, revenons aux circonstances dans lesquelles Broca a imposé sa théorie. Lorsqu'il disséqua le cerveau de son patient décédé et observa la lésion qu'il jugea être à l'origine du déficit de la parole observé chez son patient de son vivant, c'est par un raccourci assez douteux qu'il attribua cette zone affectée au siège de la parole, en l'occurrence à son articulation (aire de Broca). Cette approche prolongeait d'une certaine façon ce qu'on appelait à l'époque la phrénologie, théorie décrite par le neurologue allemand Franz Joseph Gall (1758-1828) selon laquelle le caractère, les facultés mentales et affectives se trouvaient localisés dans des régions spécifiques en correspondance avec les différentes

zones osseuses du crâne. Quelques années après l'annonce de Broca, le neurologue allemand Carl Wernicke, déjà cité dans le chapitre précédent, décrit une autre zone de la parole, mais celle-ci associée à la compréhension du langage (aire de Wernicke).

Les travaux de Broca suscitèrent un vif débat au sein de la communauté scientifique. Parmi les détracteurs de cette théorie localisationniste, il faut citer le neurologue français Pierre Marie, que je vénère. Brillant élève de Jean-Martin Charcot (1825-1893), le père de la psychopathologie, Pierre Marie défendait une tout autre approche du fonctionnement du cerveau, organe qu'il considérait déjà comme une architecture complexe formant un tout, dans une approche opposée donc à cette vision restrictive de parcellement du cerveau en régions dédiées à des tâches spécifiques. En 1907, Pierre Marie publie un essai remarquable dans lequel il démontre que l'aire de Broca et celle de Wernicke n'existent pas. Les débats font rage, mais l'histoire retiendra seulement la théorie localisationniste initiée par Paul Broca et quelques autres. Fatale erreur ! Pendant plus de cent cinquante ans, la neurologie a construit un édifice qui reposait sur des bases fausses. Et surtout, la recherche s'est égarée en chemin...

La philosophie de Pierre Marie s'inscrivait dans le courant de pensée holistique, que j'ai déjà évoqué et qui s'apparente à l'hodotopie, la science des voies de communication, dont je dois reparler à présent au sujet d'un autre grand chercheur, Alfred Walter Campbell (1868-1937). Car Campbell a lui aussi tenté de contredire un défenseur du localisationnisme : le neurologue allemand Korbinian Brodmann (1868-1918), qui a divisé le cortex cérébral en 52 aires distinctes sur la base d'une analyse cellulaire des tissus biologiques, technique appelée la cytoarchitectonie.

Né en Australie, fils d'un descendant écossais, Campbell était avant tout un clinicien, donc un médecin qui soignait au contact direct des malades. Tout au long de l'année 1886, il voyage en Europe pour apprendre les autres cultures et s'offrir de nouvelles rencontres, d'abord à Prague, puis à Vienne et enfin à Édimbourg, la terre de ses ancêtres, où il intègre la faculté de médecine. En 1890, il présente son doctorat portant sur l'étude des pathologies liées à l'alcoolisme (*The Pathology of Alcoholic Insanity*), une recherche pour laquelle il reçoit les félicitations de ses examinateurs. L'année suivante, il occupe un poste de médecin résident, puis celui de directeur du Pathology Laboratory à l'asile de Rainhill, près de Liverpool, position très prestigieuse et stratégique pour la poursuite de ses observations scientifiques. Au cours de cette même année, il effectue 213 examens *post mortem*, ce qui lui apporte une connaissance approfondie de l'anatomie du cerveau et de ses lésions, résultat qu'il peut mettre en lien avec les pathologies des patients observés avant leur décès. À cette époque, les laboratoires de recherches commencent de plus en plus à s'intéresser aux troubles mentaux, c'est le début de l'essor de la neuropsychiatrie, contemporain du célèbre Charcot, promoteur de la médecine clinique, qui a étudié l'hystérie. Ce mouvement encourage davantage Campbell dans ses recherches sur le fonctionnement cérébral. Au cours de ses treize années de carrière dans cet institut, il rassemble un grand nombre de notes sur ses recherches, un travail très méticuleux, de haute valeur scientifique.

Rapidement il se rend compte que ce travail, pour être réellement efficace, doit être mis en relation avec l'observation de cerveaux de témoins sains. C'est alors qu'il entreprend d'étudier la composition cellulaire des fibres de substance blanche, les fameux câbles de connexion entre les épices corticaux du cerveau. Le cheminement

des faisceaux de substance blanche ressemble à une installation électrique dans un bâtiment : les câbles relient les différentes pièces de l'édifice. Si un câble vient à rompre dans un endroit, l'ampoule dans la pièce voisine ou plus éloignée ne sera plus alimentée en électricité, et elle cessera d'éclairer. De même, si une fibre blanche se trouve endommagée à la suite d'une lésion du système nerveux, une fonction cérébrale pourra elle aussi être interrompue, selon un des principes de l'architecture en réseaux. C'est la même chose en cas de coupure du doigt : si le nerf est endommagé, le doigt ne peut plus bouger.

L'approche innovante de Campbell a été de trouver des méthodes, comme celle de la stimulation vestibulaire « galvanique » de Foerster, pour visualiser justement les connexions des fibres blanches. Ainsi il a été le premier explorateur des voies de communication cérébrale (l'hodologie), bien avant la future technique de tractographie (l'imagerie anatomique des faisceaux de fibres blanches) apparue avec l'imagerie médicale au cours des années 1990. Pour mener ses travaux, Campbell a utilisé toutes les techniques offertes par la recherche de son époque : la cytoarchitectonie, la physiologie, mais aussi la psychopathologie. Cette méthode lui a permis de dresser une cartographie cérébrale dans une forme visuelle et efficace. Voilà pourquoi Campbell est considéré par les observateurs d'aujourd'hui comme un chercheur qui fut très en avance sur son temps.

La compilation de ses travaux a été présentée à la Royal Society en novembre 1903 pour publication dans la section intitulée « *Philosophical Transactions* ». Mais finalement elle sera refusée, car jugée trop longue par les membres de cette académie. En lieu et place, on lui proposera deux ans plus tard de faire paraître une monographie de ses cartographies cérébrales dans une autre section tout juste créée : « *Histological Studies on the Localisation of Cerebral*

Function » (Étude histologique de la localisation des fonctions cérébrales). Étrangement, Campbell quitte Édimbourg pour retourner en Australie, son pays natal, avant de voir cette monographie mise sous presse. En tout cas, il s'agit d'un ouvrage assez monumental par sa qualité et la nouveauté des résultats présentés tout au long de ces pages.

Mais ses travaux pourtant précieux et pertinents furent vite éclipsés par ceux de Brodmann, qui travaillait alors à Berlin, dans un prestigieux laboratoire neurologique spécialisé dans la cytoarchitectonie, laboratoire de surcroît connecté à d'autres centres de recherches. Tandis que Campbell, lui, œuvrait seul dans son coin, sans chercher de collaborations extérieures autres que celles fournies par l'université de Liverpool, comportement finalement assez en contradiction avec la méthode qu'il préconisait, basée sur le partage des savoirs. C'est là une illustration des paradoxes qui forgent parfois le caractère humain.

Brodmann présenta sa cartographie du cerveau en 1909, soit six ans après celle de Campbell, et il réussit pourtant à l'imposer dans les cénacles des décideurs. En plus d'être un chercheur solitaire, il faut souligner que le brillant neurologue australien était peu attiré par le désir de reconnaissance. Son faible goût pour la notoriété explique en partie pourquoi ses recherches sont restées longtemps dans l'ombre.

À l'inverse de la cartographie de Brodmann, qui comme on l'a vu présente l'activité du cerveau en le divisant en cinquante-deux zones chiffrées, celle de Campbell, elle, traduit l'organisation du cerveau en termes de fonctions, dix-sept au total. Différence fondamentale. D'un côté on morcelle le cerveau en territoires, de l'autre on relie ses différents points par des voies de circulation correspondant à la production de tâches spécifiques.

Aujourd'hui, quelque cent quinze ans plus tard, l'approche de Campbell et sa technique de visualisation des fibres blanches apparaissent comme prophétiques. Il a cherché à visualiser ce réseau dans sa globalité pour ensuite émettre des hypothèses, cela anticipait toutes les recherches actuelles des neurosciences cognitives.

Comme ce fut le cas plus tard avec Wilder Penfield et sa technique de la chirurgie éveillée, comment se fait-il que dans l'Histoire la société sélectionne souvent la mauvaise option ou néglige ses véritables génies ? Chaque époque compte ses détracteurs de la théorie officielle restés dans l'ombre, chassés par les tenants du dogme. Plus j'ai avancé dans mes recherches et plus ces questions me sont apparues centrales : Par quel engrenage la société humaine rejette-t-elle les porteurs de bonnes nouvelles ? Existe-t-il dans le système nerveux des individus des mécanismes qui conduiraient à ce mode de sélection défectueux ? Je suis persuadé que répondre à ces interrogations en apparence insignifiantes pourrait bien nous aider à débloquer certains freins dans l'organisation de nos sociétés...

Alors que la fin de mon voyage d'étude approchait, j'ai accéléré mes recherches dans l'espoir de trouver bientôt cette donnée manquante dans la compréhension du fonctionnement cérébral. À la bibliothèque du campus, j'ai cherché dans la littérature scientifique tous les descriptifs de patients sur lesquels on avait pratiqué une chirurgie cérébrale, et cela dans le but de dresser le tableau clinique de leurs fonctions avant et après l'intervention chirurgicale. Une tendance se dessinait : beaucoup de ces cas indiquaient une indéniable capacité de récupération fonctionnelle...

Lors de ma dernière visite au professeur Ojemann, je lui ai fait part de toutes ces remarques. Je ne sais plus si à ce moment-là j'employais déjà le terme de « neuroplasticité », emprunté à la physique et décrivant deux types de tissus aux caractéristiques

opposées : ceux qui retrouvent toujours leur position d'origine après avoir été déformés et les tissus « plastiques », qui acceptent une nouvelle conformation. Je devais plutôt recourir à des synonymes ou des formules voisines, comme « autoréparation » ou « réorganisation cérébrale ». Je tâtonnais, je n'avais pas encore eu accès au cerveau par mes propres moyens au bloc opératoire, pour le stimuler en surface et en profondeur comme je m'apprêtais à le faire à mon retour à Paris, et donc il m'était encore impossible d'appréhender précisément l'anatomie des réseaux et leurs connexions.

Le professeur m'écoutait avec attention. Je ne sais pas ce qu'il pensait de mes réflexions. En tous les cas, tout au long de mon séjour, pas une seule fois il ne me ferma sa porte. Ce fut une grande leçon de vie pour moi, que j'essaie d'appliquer chaque fois qu'une personne vient me solliciter, quels que soient son statut ou son âge : je la reçois du mieux possible, je l'écoute. Dès que cela se présente, j'encourage les initiatives et les énergies. À un moment, Ojemann intervint :

– Vous me dites que le cerveau repère la lésion assez tôt et se réorganise en conséquence ? Pourquoi pas... C'est plausible.

– Je le pense, oui, lui ai-je répondu, peut-être un peu de façon péremptoire, du haut de mes trente ans. Pourquoi certains patients atteints d'une tumeur dans des zones considérées comme vitales continuent-ils à exécuter les tâches essentielles ? Il doit bien y avoir un mécanisme qui se met en place pour faire en sorte que la partie endommagée du cerveau soit prise en charge par une autre...

Son regard s'est éclairé.

– Si vous pensez que vous avez flairé quelque chose d'important, alors creusez, ne vous arrêtez jamais de chercher, d'accord ? On vous mettra sans doute des bâtons dans les roues. Ne vous en faites pas, continuez... Ne vous laissez jamais intimider.

Moi qui craignais de l'effrayer avec mes propos de jeune chercheur un peu fougueux. Mais non, au contraire, il m'encourageait. Il ajouta :

– Si je peux me permettre un conseil, dès que vous vous sentirez prêt, écrivez des articles, mettez votre réflexion à la disposition du bien commun.

J'avais eu l'occasion de remercier Ettore. Comment montrer ma gratitude au professeur Ojemann ? Lorsque je lui ai fait part de ma reconnaissance, il a simplement haussé les épaules.

– C'est normal, j'ai fait mon travail... Tenez-moi au courant.

Quand j'ai quitté son bureau, j'étais sûr qu'on se reverrait bientôt.

Avant de prendre l'avion, je suis allé saluer mes deux nouveaux amis, Mitch Berger et Ettore Lettich. La vie nous attendait, étrange et imprévisible...

Adieu, Broca

À mon retour à Paris, où j'ai commencé à exercer mon métier de neurochirurgien en hôpital, j'étais bien décidé à m'inspirer des protocoles de la chirurgie éveillée telle que me l'avait enseignée George Ojemann pour développer cette technique, et surtout cette philosophie, en l'appliquant au traitement des tumeurs cérébrales. Je voulais plus que jamais devenir un cartographe du cerveau, comme ces explorateurs qui au XIX^e siècle partaient aux sources du Nil, et traquer la donnée manquante qui expliquerait de quelle façon le cerveau parvient à contourner une lésion de ses tissus ou à se remodeler. S'il en était capable, comme je l'avais déjà observé, cela voulait dire que beaucoup de sites anatomiques éloignés les uns des autres devaient collaborer pour assurer les fonctions cognitives, loin de l'approche localisationniste que l'on continue encore à enseigner un peu partout dans le monde. Telle était alors mon intuition. Il fallait à présent en apporter la preuve, passer de l'observation à la réalité au bloc opératoire, et surtout bien réfléchir à la meilleure façon d'être utile aux patients. Et sur le plan personnel, continuer à développer ma capacité créative, essentielle à la vie de l'individu, quel que soit son projet, mais essentielle surtout quand on est un chercheur qui prétend percer les mystères de la compréhension

humaine et du langage. Au fond, je me suis contenté d'observer. Puis je me suis dit que j'allais réveiller les patients au bloc opératoire et vérifier que j'étais en droit de retirer les tumeurs sans générer de séquelles. J'ai donc fait le pari qu'on pouvait changer la donne. Après les premiers essais de chirurgie éveillée avec Foerster pendant la Première Guerre mondiale, essais développés ensuite par Penfield, puis par Ojemann, je m'apprêtais à mon tour à m'inscrire dans cette tradition pour tenter de l'étendre, la moderniser et l'imposer, si d'aventure les résultats étaient à la hauteur de mes attentes.

Mais cela n'allait pas être qu'une simple recherche en neurosciences, avec ses embûches naturelles, car j'allais bientôt subir de nombreuses critiques et attaques. En voulant changer de méthode et surtout de philosophie pour soigner les patients, je signais sans le savoir une déclaration de guerre... Mes collègues m'ont demandé d'apporter la preuve de mes hypothèses. Une de mes premières actions a été d'établir la bibliographie des tumeurs dans tous les autres organes et de vérifier les cas où les médianes de survie étaient significativement allongées suite à leur ablation, ce qui était la règle. Alors je me suis posé cette question toute simple : Pourquoi n'en serait-il pas de même s'agissant de l'ablation des tumeurs cérébrales ? Mitch Berger venait d'ailleurs de publier un premier article dans ce domaine, en particulier concernant les gliomes de bas grade, ce qui m'avait conforté dans cette hypothèse. Le problème n'était cependant pas uniquement d'enlever la tumeur, il fallait aussi et surtout préserver la qualité de vie des patients, donc encore une fois mieux comprendre le fonctionnement du cerveau à l'échelon individuel et sa réorganisation potentielle du fait même de la présence du gliome.

Les prédécesseurs du courant de pensée issu de l'hodotopie (les voies de communication dans le cerveau) comme Alfred Walter Campbell ou Pierre Marie avaient ouvert un chemin porteur d'espoir

sur le plan de la recherche, un chemin malheureusement trop vite refermé par l'histoire de la neurologie dans une sorte de censure obscure. En me plaçant dans les pas de ces prédécesseurs dont les travaux avaient été si injustement méprisés, je me sentais investi d'une charge supplémentaire : comme je devais honorer leur mémoire, je n'avais pas le droit de plier face aux éventuelles attaques, et surtout je n'avais pas le droit d'échouer au nom des patients qui, eux, espéraient un traitement, peu leur importait la vieille querelle des anciens et des modernes.

Pendant mon voyage d'étude à Seattle, je m'étais demandé quelle serait la meilleure façon d'observer le cerveau avec les moyens actuels de la science. Cela pouvait paraître un peu présomptueux de ma part, mais sans doute faut-il parfois être poussé par un élan spontané pour rompre les barrières, pour suspendre les doutes et nous libérer des freins idéologiques qui entravent nos actions. J'en étais désormais convaincu : il fallait élargir le champ de l'observation, en utilisant à la fois l'imagerie cérébrale, qui ne cesserait dorénavant de se développer, et la stimulation électrique au bloc opératoire, avec la collaboration des patients grâce à la chirurgie éveillée. J'allais sonder les réseaux cérébraux dans leur ensemble, examiner les corrélations entre l'anatomie et la fonction, non seulement au niveau du cortex mais aussi et surtout au niveau de la connectivité des fibres blanches pour chaque fonction étudiée, qu'elle soit de l'ordre de la perception sensorielle, du mouvement, du langage, du calcul, de l'imagerie mentale, bref tout ce qui relève du système de la pensée.

Quand j'ai retrouvé Bernard Mazoyer, je n'ai pas manqué bien sûr de lui raconter mon voyage à Seattle et mon projet autour de la chirurgie éveillée et de la neuroplasticité. Pendant mon séjour aux États-Unis, j'étais resté volontairement déconnecté de mes proches en France pour me donner toutes les chances de regarder les choses en

me faisant ma propre idée. La science de la cartographie des fonctions cognitives développée par Bernard Mazoyer se plaçait dans une approche qui prenait elle aussi en compte le fonctionnement cérébral dans son ensemble, à chacun de ses niveaux – cortical, sous-cortical – et qui intégrait la notion de variabilité d'un cerveau à l'autre. Nos échanges me rappelaient alors les limites de l'IRMf : elle offrait une vue du flux sanguin dans les vaisseaux lorsque le sujet observé effectue une tâche précise, mais elle ne permettait pas de comprendre l'anatomie globale des connexions en jeu d'un point à un autre du cerveau. Il était donc nécessaire d'aller plus loin dans l'exploration du cerveau, nous étions tous deux d'accord sur ce point. C'est à ce moment-là que Bernard m'a proposé de faire une thèse de neurosciences sous sa direction, ce qui a été un autre déclic dans mon parcours : j'allais dorénavant continuer à évoluer dans le monde de la recherche tout en opérant en parallèle les patients porteurs d'un gliome sur le plan clinique.

Aujourd'hui encore, il est difficile de détenir une vérité stable sur la réalité de l'architecture du cerveau humain, même si beaucoup de progrès ont été effectués dans ce domaine. Une des difficultés, c'est que chaque neuroscientifique se trouve finalement limité par le type d'outil qu'il utilise pour observer l'activité cérébrale. Bien souvent, la communication des données et des idées entre les disciplines et les chercheurs manque. On pourrait penser que tous les acteurs de la recherche travaillent en parfaite intelligence – à l'image de la sophistication cérébrale –, mais ce n'est pas toujours le cas. En outre, les chercheurs interviennent tous à des échelles différentes : les uns étudient les cellules au plan microscopique, les autres la structure anatomique des fibres blanches à une échelle plus élargie dans le cerveau. Ces deux catégories de chercheurs vivent parfois de façon cloisonnée. L'organisation humaine est loin d'être aussi performante

que celle du cerveau qui, elle, parvient à se modifier ou à utiliser des modes d'organisation transitoires dès qu'une nouvelle situation se présente pour continuer à fonctionner. C'est exactement ce qui se produit lorsqu'une tumeur cérébrale évolue, générant une succession d'états d'équilibre instable qui permettent néanmoins au patient de ne pas avoir conscience de ces changements continus jusqu'à ce que la limite de la neuroplasticité soit atteinte : dans ce cas, elle débouche sur une crise d'épilepsie. Si le cerveau parfois s'économise, il peut aussi réagir très vite pour contourner une lésion et continuer à fonctionner. C'est ce que je démontrerai finalement au cours de ma thèse de sciences, basée sur l'observation de redistribution des cartes fonctionnelles cérébrales de façon très rapide, en quelques minutes à peine. Sur le plan de la société, il faut parfois, à l'inverse, des dizaines d'années de luttes acharnées pour changer l'organisation d'une administration, comme celle de nos régions devenues pourtant moins performantes face à l'accélération des effets de la mondialisation.

Au moment de notre échange en 1996, l'état de nos connaissances ne permettait pas d'appréhender le fonctionnement général de cette architecture en réseaux. La route était longue avant de le comprendre dans le détail. Finalement, l'observation de l'anatomie du cerveau et de ses fonctions dans le détail de sa configuration pendant la chirurgie éveillée devenait primordiale pour tenter de comprendre au plus près l'organisation des réseaux avec la collaboration des patients au bloc opératoire.

Au sein de l'institut parisien où j'exerçais, j'ai pu côtoyer des patients issus de tous les milieux socioprofessionnels et observer une grande variété de tumeurs, ce qui a été très enrichissant pour ma formation. L'autre aspect, moins positif celui-ci, a été de subir les contraintes d'une administration lourde, souvent incapable de s'adapter à la réalité du terrain et au mode de fonctionnement des

cliniciens chercheurs. Là encore, on retrouve ce problème de l'inertie générée par une organisation sociale trop hiérarchisée, finalement inadaptée aux formes de vie des praticiens et des chercheurs, mais aussi des patients.

Les patients que je reçois en consultation ont en moyenne entre vingt et cinquante ans, actifs pour la plupart. Les alarmes de la maladie se résument bien souvent à des crises d'épilepsie, les déficits neurologiques ou autres symptômes étant rares dans les gliomes de bas grade – par opposition au gliome de haut grade –, comme je l'ai déjà mentionné. Ces symptômes réclament rarement une prise en charge immédiate, contrairement aux troubles consécutifs à une lésion aiguë ou rapidement évolutive, comme un traumatisme crânien, un hématome cérébral ou une tumeur maligne. Dans ces cas de figure, le choix d'opérer ou non relève davantage d'un problème philosophique, puisqu'il s'agit d'essayer de sauver un patient, mais au prix de conséquences parfois lourdes sur le plan de sa qualité de vie.

Sitôt mes premières consultations, je n'ai jamais perdu de vue les intuitions forgées lors de mon voyage d'étude à Seattle. Quand j'y repense, je me pose toujours cette question : Le professeur Ojemann avait formé beaucoup de médecins et de chercheurs en provenance de nombreux pays, mais aucun d'eux à son retour ne s'était intéressé au phénomène de la neuroplasticité ; pourquoi ? Car au fond cela crevait les yeux... Cette intuition se consolida au fil de mes observations et l'évidence s'imposa définitivement un jour où j'examinais un patient tout juste remis d'une crise d'épilepsie. J'avais sous les yeux les images de l'IRM qui révélaient la présence d'une tumeur de plusieurs centimètres de diamètre : elle avait infiltré la région de Broca, la moitié gauche de l'hémisphère dit « dominant ». Tout en compulsant son dossier, je me disais qu'il y avait un paradoxe : à en croire ce qui était enseigné par les défenseurs du

localisationnisme, la présence d'un gliome dans cette région supposée cruciale pour l'élaboration du langage aurait dû en toute logique provoquer des troubles sévères, comme une aphasie. Or, le patient me parlait distinctement, il répondait à mes questions avec cohérence. Ce n'était pas le premier cas du genre que j'observais en consultation. Les preuves s'accumulaient. Dès lors, je ne pouvais définitivement plus croire à la pertinence du modèle localisationniste, car il n'était pas capable d'expliquer la réalité que j'avais en face de moi. Il comportait une erreur, et de taille ! Il était tout simplement faux. Il fallait donc changer le modèle. L'observation des faits s'annonçait implacable.

En outre, par déduction, sur le plan des applications cliniques et bien au-delà des considérations purement neuroscientifiques, on pouvait donc espérer retirer une large portion de la tumeur présente dans cette région tout en préservant les fonctions du patient, puisque le cerveau s'était déjà réorganisé pour compenser la tumeur. Par conséquent, je devais passer outre la règle tacite en vigueur qui interdisait toute intervention chirurgicale dans cette zone.

Chose incroyable, cette découverte tenait du bon sens, de la simple observation et non d'un processus de recherche scientifique complexe. Cet épisode m'évoque la phrase métaphorique employée par Camille Claudel pour commenter son art de la sculpture : « Les personnages existent déjà dans le bloc de glaise, il suffit de les dégager. » Cette phrase correspond tout à fait à ce que j'ai vécu. Je ne sais pas comment ce constat a saisi ma conscience. L'observation assidue et organisée ne suffit pas à expliquer l'apparition de l'élément manquant. Alors évidemment on pourrait se demander quels ont été les autres facteurs nécessaires à cette prise de conscience. Mais peut-être cela doit-il rester pour toujours de l'ordre du mystère.

Quand j'ai fait part de ces remarques au patient, il était tout aussi surpris. Il en convenait lui-même :

– D'après ce qu'on m'a dit, avec cette tumeur placée à ce mauvais endroit, je devrais me trouver dans un état pas vraiment terrible. Je ne comprends pas... Vous pouvez m'expliquer ?

– C'est peut-être difficile à croire, mais parfois les livres d'histoire, autrement dit ceux qui font la science, peuvent se tromper. Votre cerveau s'est bien réorganisé, il s'est bien défendu pour continuer à fonctionner malgré la tumeur.

– Que me conseillez-vous ?

– Il faudrait enlever une grande partie de votre tumeur. Sinon, elle risque de grossir.

– Une chirurgie, c'est possible ?

– Oui, j'en suis convaincu.

Ma décision était prise, j'étais bien décidé à monter une équipe pour développer ici, en France, la chirurgie éveillée. Parmi les éléments qui plaidaient en ma faveur, il y en avait au moins deux très importants. Premièrement, quand j'ai analysé l'histoire naturelle de la maladie, j'ai compris que ces tumeurs – étiquetées bénignes par la communauté scientifique et que l'on surveillait simplement en prescrivant des traitements antiépileptiques – pouvaient se transformer en tumeurs malignes, et donc réduire l'espérance de vie des patients à quelques années à peine. Deuxièmement, comme nous l'avons déjà vu, la revue bibliographique des tumeurs affectant les autres organes et retirées chirurgicalement montrait une augmentation de l'espérance de vie. Alors pourquoi ce schéma ne serait-il pas reproductible dans le cadre de la chirurgie des tumeurs cérébrales, même si ces dernières présentent un caractère bien différent des autres du fait de l'organe infiltré ? Face à tous ces constats, et sur la base de la récente publication préliminaire de

Mitch Berger plaidant en faveur de la chirurgie précoce, il me semblait difficile de rester contemplatif. Je devais agir au plus vite pour réduire le volume de ces tumeurs cérébrales détectées chez des patients qui parfois ne présentaient aucun symptôme, comme c'est le cas de Patricia, la patiente que je suis en ce moment à Montpellier. Pour cela, je devais créer une équipe pluridisciplinaire formée à la technique de la chirurgie éveillée.

L'autre défi serait, en parallèle, de comprendre pourquoi une lésion cérébrale déclenche un mécanisme de plasticité... et de quelle façon cela se produit. À ce stade de la recherche en neurologie, cette découverte ouvrait des perspectives considérables sur les potentialités de l'intelligence des réseaux dans le cerveau et le traitement préventif des tumeurs cérébrales.

Dans un monde idéal, ces bonnes nouvelles auraient eu de quoi réjouir mes collègues du monde de la neurochirurgie et de l'oncologie. Certaines connaissances autour de moi m'avaient mis en garde : mon projet de chirurgie éveillée appliquée au traitement des tumeurs cérébrales allait sans doute susciter des remous au sein de la communauté scientifique. Je voulais bien les croire, mais j'avais sous-estimé l'intensité des attaques dont j'allais bientôt faire l'objet. Au lieu de partager ces observations sur les facultés de réorganisation du cerveau, une guerre allait en effet bientôt se déclarer, par petites frappes répétitives et redoutables. Mais la seule question qui prévalait à ce moment dans mon parcours était : Comment être le mieux utile aux patients ? Encore et toujours, ne jamais oublier cet objectif. Alors s'il fallait répondre aux arguments de mes contradicteurs point par point, je m'y appliquerais avec une intensité égale.

À l'époque de Broca, le langage à la source de la pensée avait été le socle sur lequel l'approche localisationniste s'était appuyée pour se généraliser. Cette approche constituait à présent un obstacle aux

progrès de la neurologie. Pour sortir de cette impasse et changer la donne un siècle et demi plus tard, il fallait curieusement revenir au langage et trouver les arguments qui démontreraient l'architecture cérébrale en réseaux. Cela imposait donc de redéfinir l'organisation du langage dans le cerveau, fonction fondatrice chez l'homme, puisqu'elle lui permet de penser et d'exprimer des pensées. Une boucle se bouclait.

Il ne s'agissait pas simplement d'apporter les preuves de ces découvertes et de savoir les traduire dans un langage clair pour convaincre mes détracteurs. Encore fallait-il être entendu par eux, encore fallait-il rompre les digues derrière lesquelles se cachent ceux qui s'accrochent désespérément aux chaînes de leurs vieux dogmes. Surtout, ne jamais se remettre en question, car on risquerait de changer, et donc de perdre son pouvoir.

Le langage, c'est le pouvoir, en effet. La clé de voûte de l'organisation humaine. La création, c'est aussi un langage, et bien davantage encore... Je l'ai dit, l'un et l'autre sont indissociables : les œuvres des artistes m'ont beaucoup aidé dans mon parcours d'homme et de neurochirurgien. Je me souviens de la sensation de trouble que j'ai ressentie, jeune adolescent, à la lecture des œuvres de Franz Kafka. Tout d'abord *Le Procès* : le héros, Joseph K., est réveillé par des inconnus au pied de son lit pour être conduit devant un étrange tribunal et y être jugé pour une faute qui ne lui sera jamais révélée. Absurdité de la machine administrative et de l'autorité hiérarchique. J'ai vu dans ce récit comme une préfiguration de ce qui allait se produire dans ma vie plus tard. Et cela s'est malheureusement confirmé à plusieurs reprises... Mais l'autre découverte révélée au contact des œuvres de Kafka est apparue à la lecture de son dernier roman, inachevé : *Le Château*. Ici, le héros, un certain K., a été engagé par les habitants d'un château quelque part

dans une région jamais nommée en sa qualité de géomètre pour procéder à des relevés topographiques dans le domaine. K. tente en vain de rencontrer ses employeurs, des sortes de fantômes, il se perd dans un dédale de couloirs, de logiques, de discours... Tous les chemins se croisent et communiquent les uns avec les autres, mais aucun ne conduit aux portes du château.

Il existe de nombreuses interprétations de cette œuvre. Pour ma part, j'y ai vu comme une métaphore de l'organisation sociale qui tourne à vide, le mirage qui masque une autre réalité : l'architecture cérébrale, cet autre château dont nous cherchons sans cesse les voies d'accès. Et quand nous saurons de quelle façon cette architecture fonctionne, alors nous aurons peut-être le courage de nous en inspirer pour le bien commun et celui de chacun. Les œuvres des artistes sont aussi essentielles que les œuvres des chercheurs. À leur façon, elles nous expliquent, dans une forme concentrée, abstraite ou poétique, au moyen d'images ou de métaphores, les paradoxes de notre condition humaine.

Avec le recul, je constate comme une sorte de complicité avec le personnage de K. dans *Le Château*. Nous sommes tous les deux des géomètres : les cartographes des territoires énigmatiques qui soutiennent l'organisation cérébrale et humaine.

Opérons, docteur !

*Dès lors que je dis la vérité à mon patient,
je me trouve connecté avec lui.*

Trois mois ont passé depuis la première consultation avec Patricia. Comme la tumeur est apparue de bas grade en première analyse radiologique, on a pu laisser passer un peu de temps afin d'examiner son évolution. À ma demande, Patricia a effectué une seconde IRM et un bilan neuropsychologique pour évaluer le volume actuel du gliome et les éventuels troubles cognitifs qui en résultent.

J'espère que ce délai lui a été profitable pour mûrir sa réflexion. Elle a dû, je suppose, accepter certains paradoxes : la présence d'une tumeur et l'absence de symptômes apparents, sinon des migraines à répétition, comme sa mère, non liées à la tumeur. La vérité que les patients doivent accepter peut souvent paraître étrange : oui, on peut vivre avec une tumeur sans s'en rendre compte ni la découvrir pendant des années. Et oui, on peut aussi opérer une tumeur dans la région dite de Broca sans provoquer de séquelles chez le patient. Je passe mon temps à marteler des faits devenus des évidences sur le plan médical, mais qui provoquent encore de nombreuses interrogations parmi mes collègues.

Assise en face de moi dans mon bureau, Patricia se tient bien droite sur sa chaise. Je la sens déterminée, malgré quelques mouvements de nervosité. Elle semble dissimuler son anxiété derrière un air digne qui pourrait paraître affecté s'il n'était pas le signal positif de son engagement, son désir de se battre et de vaincre la maladie. Cet élan encore timide semble prêt à grandir. Comme prévu, elle est venue accompagnée de ses parents et de Vincent, son petit ami.

Lors de la première consultation, j'avais fait en sorte de donner un maximum d'informations au sujet de la tumeur et de la nécessité de l'opérer, fidèle à ma stratégie qui consiste à expliquer la réalité des faits, quitte à rabâcher ou à reformuler, au risque parfois de perdre un peu l'attention du patient sous un flot d'éléments dont il ne perçoit pas immédiatement la portée. Une fois la première phase de décantation passée, l'entretien se poursuit et déclenche généralement des questions de la part du patient qui devient plus actif, ce qui me donne l'occasion de livrer de nouvelles informations : celles-ci sont alors souvent mieux entendues et appréciées. On avance de cette façon à petits pas. J'encourage également les membres de la famille à me poser des questions et à participer à l'entretien pour que la dynamique entraîne l'ensemble de la communauté des proches. Ce premier entretien peut durer de deux à trois heures, le second s'avère généralement plus court, mais il doit se conclure par un simple mot, un mot presque magique qui, une fois prononcé par le patient, étranglera les derniers doutes et sonnera le déclenchement de l'opération. C'est maintenant à Patricia de prononcer ce mot...

Lors du précédent rendez-vous, j'avais expliqué une grande partie des paramètres que Patricia se doit de connaître. A-t-elle aujourd'hui accepté qu'il lui faudra dorénavant vivre avec une maladie chronique ? C'est la seule question qui importe dans l'immédiat.

– Comment vous sentez-vous aujourd’hui, Patricia ?

– J’ai toujours des migraines et parfois cela m’empêche de réviser. Mais j’ai quand même réussi à passer mes partiels de droits à la fac.

– Bravo, c’est très encourageant pour la suite. Vous avez souvent du mal à vous concentrer ?

— Oui, parfois... J’ai des difficultés à mémoriser.

– C’est un phénomène normal avec la réflexion que vous avez dû mener ces dernières semaines.

– J’ai bien conscience de ma tumeur. Mais si je pouvais comprendre pourquoi elle est arrivée, ça irait mieux, je serais même un peu soulagée. Je pense que mes problèmes de mémoire proviennent du stress...

Elle adresse un sourire à son compagnon, puis elle poursuit, un peu intimidée par sa confession :

– Il y a quelque temps, j’ai vécu une histoire un peu douloureuse. J’ai mis du temps à m’en remettre, mais j’ai quand même réussi finalement à m’investir dans mes études. Maintenant, vous le voyez, je suis heureuse avec Vincent. Comme je vous le disais, j’ai de plus en plus de mal à mémoriser, par exemple si je compare à ce que j’étais capable de retenir au lycée. Pensez-vous que ces problèmes puissent être dus à mon passage à vide après ma rupture ? Et comment faire la différence avec le simple fait qu’au fil des années on semble avoir de plus en plus de mal à apprendre ?

Il me faut révéler les conséquences de la lésion occasionnée par la tumeur. Pour Patricia, c’est une nouvelle prise de conscience, un effort supplémentaire à consentir, étape incontournable vers la prise de décision finale et la prononciation du mot magique.

– Quand on examine votre bilan neuropsychologique, on s’aperçoit que la lésion a déjà eu des conséquences, certes infimes, mais objectives sur le fonctionnement de votre cerveau. Vous avez des

troubles de la mémoire, en effet. Il s'agit de ce que l'on appelle la mémoire de travail, qui permet de faire plusieurs choses en même temps. Elle est liée à la concentration et débouche ainsi sur les synthèses et les prises de décision. Car la tumeur a évolué dans des réseaux qui ont été en partie perturbés.

– Des réseaux, lesquels ?

– Les réseaux qui mettent en jeu la mémoire liée au langage, notamment. Mais pour l'instant, ce n'est pas la peine d'entrer dans les détails de la cartographie cérébrale. Le plus important, c'est de comprendre que votre cerveau, à sa manière, a déjà compensé ces troubles. C'est d'ailleurs pour cela que vous ne vous êtes aperçue de rien, à tel point que vous n'auriez jamais passé cette IRM s'il n'y avait pas eu les migraines. Imaginez, votre cerveau est en train de se réorganiser, et ce probablement depuis plusieurs années : tel réseau défaillant doit être remplacé par un autre pour reconnecter tel réseau et continuer à produire les tâches quotidiennes. Ce travail lui demande beaucoup d'efforts, en plus de vos activités courantes à maintenir, en plus des heures de concentration que demandent vos études. Votre cerveau a beau effectuer ce travail de réparation, il commence malgré tout un peu à souffrir d'après ce qui apparaît dans le bilan. C'est pourquoi il faut l'aider. En d'autres termes, il y a une limite à cette compensation, et il ne faut pas attendre d'en arriver au point de rupture. Le résultat de l'IRM est lui aussi rassurant : le volume de la tumeur a peu augmenté. Dans votre cas, elle évolue lentement, on peut donc en déduire qu'elle n'est pas agressive. Et comme vous êtes asymptomatique, que vous n'avez donc aucun signe visible de la maladie, vous pourriez même avoir tendance à oublier la présence de votre tumeur. Donc, il ne faut pas s'inquiéter, mais vous ne devez pas rester sans rien faire, sans rien décider. Car la tumeur n'est pas stable pour autant, c'est une entité bien vivante.

– Oui, j’ai bien compris. Si ça évolue, c’est que c’est bien une tumeur. Sinon, quoi d’autre ?

– Je ne connais aucune autre maladie qui progresse de cette façon dans le cerveau. Si on ne fait rien, on se dirige droit dans le mur. Et si on décide de reporter l’opération à plus tard, en se disant qu’on va surveiller l’évolution de la tumeur, on risquera une mauvaise surprise lors du prochain contrôle : la tumeur aura peut-être grossi plus vite que prévu, et il sera alors trop tard pour intervenir efficacement, car plus la tumeur est volumineuse, plus il est difficile de l’opérer, et plus il y a un risque qu’elle soit déjà devenue maligne. Je crois que vous commencez à comprendre la situation...

– Oui, il faut opérer, ça paraît inéluctable. J’ai envie d’y croire.

Elle marque un silence et je déploie alors mon argumentaire.

– Vous avez toujours le choix de ne rien faire. Quoi qu’il en soit, dans tous les cas vous avez une décision à prendre. Essayez plutôt de reconsidérer la problématique sous un autre angle, comme cela doit vous arriver dans la vie lorsque vous abordez un obstacle inconnu. Jusqu’à présent, vous pensiez n’avoir aucun symptôme visible, mais vous voyez bien que le bilan neuropsychologique révèle une légère déficience des fonctions de la mémoire. En déclenchant le plus tôt possible la chirurgie, vous allez augmenter vos chances de conserver votre qualité de vie. Le seul choix à faire pour vous, c’est justement de rejeter toute fatalité.

– Oui, vous avez raison, je voudrais tellement continuer mes études...

Sans trop la brusquer, je l’invite à se projeter dans le futur, en lui décrivant les deux scénarios qui s’offrent à elle, l’un optimiste, l’autre beaucoup moins, et cela de manière à ce qu’elle visualise les deux trajectoires opposées afin de pouvoir les comparer et mieux les

jauger. Je vais donc reformuler mes arguments, cela peut s'apparenter à une litanie.

– Je vous encourage en effet à continuer vos études. Ne changez rien à vos plans. Comme vous devez mieux le comprendre à présent, il est plus facile d'opérer un cerveau en bon état de marche comme le vôtre actuellement.

– Là, je comprends bien cet aspect des choses.

– Je pense que vous venez de faire un grand pas.

– Et surtout, je ne voudrais pas laisser les événements extérieurs décider à ma place.

– En effet, il faut anticiper, sinon on risquerait de rencontrer plus de difficultés en opérant votre cerveau déjà atteint par certains dysfonctionnements, comme des troubles plus importants de la mémoire ou de l'attention. Si cela devait arriver, vous garderiez alors des séquelles liées, non pas à l'intervention chirurgicale, mais tout simplement à la présence de la tumeur. En d'autres termes, nous savons préserver la fonction au bloc opératoire, mais nous ne savons pas réparer le cerveau : ce qui aura été perdu pendant l'attente a tous les risques de ne pas être récupéré secondairement. Donc, si l'on opère dès maintenant, vous allez gagner beaucoup en prenant un risque assez faible grâce à la chirurgie éveillée, très sécurisée, comme je vous l'ai déjà expliqué... Il ne s'agit plus de croire en sa bonne étoile, mais de croire à la force de son choix. Attendre, ne rien décider, ce serait vous exposer possiblement à l'irréversible tôt ou tard, en sachant qu'il n'est pas possible de prédire quand votre gliome deviendra malin. Cela ferait germer en vous un sentiment de regret, il serait impossible de revenir en arrière. Comme dans la vie, il faut souvent s'investir plus, en ayant bien évidemment conscience que le risque zéro n'existe pas. Attendre sans rien faire ne mènera jamais à rien de bon.

Je sens qu'une décision positive se forme en elle, mais il reste encore du chemin à parcourir avant que Patricia puisse accepter l'évidence de la tumeur, de sa présence définitive, et la nécessité de l'opérer. La raison et le bon sens continuent de buter contre une certaine confusion affective. Je reste volontairement silencieux pour obliger Patricia à prendre la parole. Finalement, elle déclare :

– Je n'arrête pas de me le dire au fond de moi depuis tout à l'heure, je ne peux pas attendre que la tumeur se développe, c'est moi la patronne. Mais... j'ai encore besoin de réfléchir, je voudrais vraiment tout comprendre. À quel moment cette tumeur est-elle apparue ?

– Il m'est malheureusement impossible de vous donner une date, pour la simple raison qu'à ce jour nous ne connaissons toujours pas l'origine des tumeurs cérébrales. Je veux que vous vous ôtiez de l'esprit une idée largement répandue : vous ne devez en aucun cas vous sentir d'une quelconque manière coupable de ce qu'il vous arrive, en imaginant que tel ou tel comportement de votre part, par exemple une mauvaise hygiène de vie, serait à l'origine de votre tumeur.

– Vous savez, plus jeune, j'ai fumé un peu de cannabis, ça ne peut donc pas venir de cela ?

– En aucun cas, cela n'a aucun rapport avec la tumeur.

– Bon, c'est important de le savoir. Je ne veux pas avoir de regrets de ce côté-là non plus... Et, je l'avoue, je suis également rassurée que mes troubles de la mémoire proviennent de la tumeur et non de mes problèmes affectifs. Je m'en voulais beaucoup d'être incapable de sortir de cet échec amoureux, je commençais à me détester. Vous allez trouver cela bizarre mais, quelque part, je me sens soulagée, car je peux enfin mettre un nom sur mes difficultés, je sais d'où elles viennent.

Il est finalement assez incroyable d'observer la réaction de Patricia. Ce besoin de trouver un sens à toute chose, de rebondir, de se tenir debout au-dessus du vide et d'avancer malgré tout. Elle me demande encore confirmation :

– Donc, vous êtes bien sûr que mon traumatisme affectif n'a pas été à l'origine de la tumeur ?

– Non, croyez-moi, cela n'a rien à voir.

– Mais ne pensez-vous pas que mon choc affectif ait pu accélérer le développement de la tumeur ? On dit souvent que le psychologique joue, de même que vous insistez sur le fait que mon état psychologique jouera sur ma guérison...

– Encore une fois, je vous le répète, si je vous opère, il ne s'agira pas d'une guérison, mais d'un contrôle de la tumeur, pour l'empêcher d'évoluer trop rapidement, de devenir maligne et, le cas échéant, de vous donner de plus en plus de troubles cognitifs. D'un autre côté, pour répondre à votre question, je viens de vous confirmer qu'à l'heure actuelle, votre gliome évolue encore lentement, et je vous rappelle que le diagnostic a été fait de façon fortuite. Donc, il n'y a aucune raison de penser que le choc affectif ait pu accélérer le développement de votre tumeur, comme si vous veniez d'avoir des symptômes neurologiques majeurs. Dans tous les cas, cela n'interviendra pas dans la prise de décision. Il ne faut plus penser à votre déception sentimentale, aujourd'hui Vincent est à vos côtés.

Le jeune homme approuve d'un sourire complice, je poursuis :

– Surtout, j'insiste aussi sur ce point, ne vous sentez plus coupable. Vous avez vécu comme il le fallait, vous n'avez commis aucune erreur.

Pour beaucoup de mes patients, la découverte de la tumeur s'annonce comme une sorte de libération, car elle vient finalement expliquer leurs troubles jusque-là considérés comme subjectifs.

Débarassés de certains mystères, ils se trouvent alors en capacité d'aborder l'avenir avec une énergie nouvelle, et ils peuvent ainsi mieux remonter la pente.

Comme Patricia semble avoir repris de l'assurance, je poursuis mon argumentaire :

– En revanche, si vous ne faites rien, là, oui, les regrets pourraient survenir...

– Le plus difficile pour le moment, c'est de m'habituer à vivre avec cette maladie chronique. Il y a un écart entre accepter la réalité d'une maladie et s'y habituer.

– Vous allez apprendre à vivre avec cette tumeur, car nous avons l'opportunité de la réduire le plus possible et nous allons faire en sorte que vous conserviez toutes vos capacités. Le bon côté des choses, c'est que vous allez continuer à vivre comme avant, peut-être même mieux, grâce à la rééducation postopératoire, comme je vous l'ai déjà expliqué. Autrement dit, vous n'aurez pas à changer votre mode de vie, vous allez poursuivre tout ce que vous avez entrepris jusque-là. Simplement, vous devez intégrer que nous ne pourrions pas supprimer totalement votre tumeur, car l'une des caractéristiques de la tumeur cérébrale, c'est d'infiltrer les tissus. Pour l'instant, personne ne détient ne serait-ce qu'une ébauche de réponse expliquant le mécanisme de genèse de cette maladie. J'essaie de répondre le plus clairement possible sur ce que nous savons, mais aussi sur ce que nous ne savons pas. Ce qui compte dans l'immédiat, c'est le choix que vous allez faire. Votre problématique se résume à ce que je vous ai dit tout à l'heure. Quelles que soient vos questions et mes réponses, vous allez vous retrouver face à cette même équation : est-ce que vous décidez de vous faire opérer maintenant en prenant un risque, si minime soit-il, mais en étant pratiquement certaine de gagner

beaucoup, ou préférez-vous attendre en sachant que vous allez vous enfoncer petit à petit ?

– Vous savez, contrairement aux autres médecins que j’ai rencontrés auparavant, vous êtes le premier à me parler aussi clairement, et je vous en remercie. Alors j’ai envie de vous croire.

– Cette intervention sera loin d’être une première pour moi. J’ai déjà opéré des centaines de patients, je sais donc de quoi je parle. Mais je ne pourrai rien faire de constructif sans votre motivation à toute épreuve.

– Et moi, je le sais maintenant, j’ai bien conscience que je dois vivre avec cette tumeur chronique...

– Et vous allez vivre très bien avec, comme vous l’avez fait jusqu’à présent sans le savoir, car dorénavant nous allons la contrôler. Vous voyez, finalement c’est une chance d’avoir découvert la présence de cette tumeur assez tôt. Vous allez devenir juge pour enfants et mener votre vie comme vous l’entendez.

Patricia baisse les yeux un bref instant avant de se tourner vers son petit ami. Celui-ci l’encourage à dire oui d’un bref hochement de la tête. Le silence de ses parents juste à côté pèse davantage qu’un long discours. Elle continue :

– J’ai bien compris ce que vous m’avez dit à propos de la tumeur et de l’opération. Mais expliquez-moi à présent ce que va être ma vie après l’opération.

Patricia vient de se projeter dans le futur, vers ce temps situé après l’opération, ce temps qui lui apparaît encore sans doute lointain, inaccessible. Elle a franchi un pas supplémentaire vers sa décision, c’est énorme, mais restons prudents, rien n’est encore acquis...

Le dépassement de soi

Avant de vous raconter la suite de la consultation avec Patricia, je vous laisse imaginer ce que cela signifie pour elle d'entrer au bloc opératoire : elle doit accepter que je lui ouvre le crâne, accepter ensuite d'être réveillée et de répondre aux questions des différents tests que lui soumettra le neuropsychologue en collaboration avec l'orthophoniste.

L'anesthésiste lui aura injecté au préalable une certaine dose de drogues de sorte à l'endormir pendant l'ouverture (puis pendant la fermeture) et à la réveiller en quelques minutes au moment voulu... Doucement, elle ouvrira les yeux, couchée sur le flanc, et elle découvrira face à elle le visage du neuropsychologue. La vision de Patricia sera encore un peu trouble, ses pensées un peu flottantes. Mais, quelques minutes après, une fois sa pleine conscience retrouvée, elle aura assez de force pour entreprendre la série de tests. C'est là tout le pari du travail de l'anesthésiste : endormir Patricia assez longtemps pour que je puisse inciser son cuir chevelu et lui ouvrir le crâne ainsi que les méninges à l'aplomb de la tumeur. Ensuite, une fois que cette ouverture sera suffisamment grande pour exposer le cortex cérébral infiltré par le gliome, l'effet du produit anesthésiant cessera dans un timing parfait, déclenchant ainsi le

réveil de Patricia en douceur et le retour progressif de sa lucidité et de sa capacité de réflexion.

Alors que Patricia reprendra conscience, je repérerai la tumeur à l'aide d'un système d'échographie, que je poserai sur la surface du cerveau afin de rendre visible le gliome sur l'écran de contrôle, sans quoi celui-ci restera imperceptible à l'œil nu, car il s'agit comme je l'ai dit d'une infiltration des tissus et non d'une « masse tumorale » que l'on peut délimiter et donc éradiquer entièrement. Une fois que la patiente sera prête à travailler, nous lui demanderons avec le neuropsychologue d'effectuer les tests adaptés aux fonctions que nous souhaitons préserver, en l'occurrence les mouvements, le langage, la capacité de faire deux choses simultanément (du fait de la présence de ses troubles de la mémoire de travail), la capacité aussi de faire des tâches relevant de ce qu'on appelle la théorie de l'esprit (la mentalisation), ainsi que l'autoévaluation, fonctions importantes en effet étant donné l'ambition professionnelle de Patricia, qui souhaite devenir juge et donc être capable de mesurer l'impact de ses décisions.

– De quelle façon fonctionnent ces tests et la stimulation ? me demande Patricia avec une sorte d'excitation un peu anxieuse.

Encore un peu de patience... Pour bien qu'elle comprenne de quoi il s'agit et qu'elle accepte enfin de s'engager dans l'opération, il me faudra auparavant lui expliquer comment les réseaux des fibres blanches se connectent les uns aux autres : pierre après pierre, l'édifice apparaîtra devant elle.

J'ai bien compris que Patricia a un grand besoin de connaître tous les détails de l'intervention, peut-être même plus que les autres patients. C'est pourquoi sa décision mobilise autant d'énergie en elle. Et cela vaut pour tous les futurs opérés. Car l'opération ne consiste pas seulement à retirer une partie de leur système nerveux central.

Plus encore, la sensation première des patients est qu'on supprime en eux pour toujours une part profonde et intime, quelque chose d'irréversible, sans que cela puisse se voir de l'extérieur. Dans la cavité qui résulte une fois la partie de cerveau amputée, rien ne repousse. Le cerveau compense ce vide rempli de liquide céphalorachidien en sollicitant les réseaux alentour, selon le principe de la plasticité, comme vous commencez à en saisir toutes les nuances. Seule reste cette petite cavité, trace d'une maladie qui ressurgira tôt ou tard, tel le lierre que l'on coupe à un endroit et dont les ramifications surgissent à côté. Un lierre ? Plutôt un chiendent dont les racines longues et emmêlées sont nuisibles aux cultures du jardin. Mais en attendant, on surveillera la tumeur, et les patients vivront librement, pleinement, sans que la part cancéreuse restante n'entraîne pour eux autre chose qu'une possible souffrance psychologique ou morale. Mais bien sûr ce risque sera évité grâce au suivi médical, qui commence lors des premières consultations, et qui passe avant tout par une acceptation de cette maladie chronique.

Vous comprenez mieux à présent pourquoi le processus qui conduit à cette prise de décision peut paraître si éprouvant à certains moments, comme une marche solitaire dans le désert, malgré la présence des proches et du personnel médical. Tôt ou tard, Patricia devra accepter de s'abandonner entre mes mains de neurochirurgien, même si de mon côté j'ai besoin de sa pleine motivation. La confiance qu'elle me donnera sera totale, et moi, il me faudra aussi croire en sa ténacité pendant l'opération : une fois le crâne ouvert, il serait regrettable qu'elle craque et que je sois alors contraint d'interrompre la chirurgie si près du but. Pensez-vous qu'un seul de mes patients jusqu'ici a finalement refusé de se faire décalotter le crâne et d'être réveillé pour passer le plus grand examen de sa vie, sinon le plus éprouvant ? Non, jamais. Les seuls refus, exceptionnels, n'ont pas été

motivés par la crainte d'être éveillé pendant l'intervention, mais plutôt par celle éprouvée devant les risques inhérents à une chirurgie cérébrale au sens large. Au total, moins de 3 % des patients ont décliné la proposition à l'issue de l'entretien. Si d'aventure Patricia perdait courage juste avant d'effectuer les tests au bloc opératoire, m'obligeant ainsi à renoncer à enlever la tumeur, alors je suppose que cet échec entraînerait de lourdes conséquences pour elle : il s'ensuivrait probablement une grande fatigue physique et psychique, un choc affectif, un enlèvement dans les doutes, et la peur de retourner au bloc plus tard. Et, pendant ce temps, la tumeur poursuivrait son projet de mort. Même si parfois quelques craintes viennent ronger Patricia sans qu'elle puisse les décrire précisément, je sais que, une fois qu'elle aura accepté d'entrer au bloc, sa détermination deviendra totale. Je le sais par expérience, car jamais une de mes interventions n'a été interrompue prématurément en raison d'une non-collaboration du patient, et cela grâce à une préparation soigneuse avant d'entrer en salle d'intervention.

Patricia et moi serons bientôt liés par un contrat moral : une confiance réciproque. Pour elle, une entière coopération pendant la phase de tests, gage de succès de la chirurgie. Pour moi, l'obligation de réussir chaque geste et, malgré la surprise de découvrir une configuration nouvelle, notamment dans le réseau des fibres blanches, être capable de retirer le maximum de la tumeur tout en préservant les fonctions cérébrales. Pour elle, comme pour tous les autres patients d'ailleurs, le choix de cette opération ne sera pas subi, telle une chirurgie « de la dernière chance » imposée par la gravité des symptômes liés à une tumeur fulgurante, par exemple. Là, pour Patricia, il s'agit au contraire d'accepter une intervention chirurgicale préventive, comme un pari sur l'avenir : prendre finalement le risque, si minime soit-il (mais jamais nul), de subir d'éventuelles séquelles en

cas de problèmes pendant l'opération, mais préserver toutes les chances de continuer à vivre normalement pour les années futures en contrôlant la maladie sans toutefois la guérir. Et puis, il demeure que la chirurgie éveillée, dans l'esprit du public, va à l'encontre des dogmes inculqués par l'histoire médicale, hors quelques exceptions, comme avec Penfield et Ojemann.

Expliquer, convaincre, mais ne jamais forcer un patient à entrer au bloc. Je dépense, il est vrai, une telle énergie pour leur donner les clés qui leur permettront de trouver leur évidence que cela compte sûrement beaucoup dans leur décision. Mais surtout, bien davantage qu'une part de magie, je ressens chez mes patients la présence d'une autre dimension, bien réelle celle-ci : pas seulement l'instinct de survie, qui remonte aux premiers temps de l'humanité, quand les hommes devaient fuir devant des dangers en cascade, pas seulement la peur de mourir à cause de la tumeur, pas seulement le désir transformé en obsession pour tuer ce monstre logé dans leur tête. Non, autre chose encore...

Je reçois en consultation dans mon bureau des infirmières, des ouvriers, des agriculteurs, des enseignants, des médecins, des patrons d'entreprise, des polytechniciens, des avocats, des savants, des artistes, des illettrés... Parmi ces patients de cultures et d'origines totalement différentes, certains sont croyants, peu importe le nom de leur Dieu, d'autres sont résolument athées et n'attendent rien après la mort, sinon qu'on leur fiche la paix, si je puis m'exprimer de la sorte, mais tous ces patients ont quelque chose en commun : une même capacité de dépassement, une même énergie, une même volonté de rompre avec la fatalité et de produire finalement une action qui défie les lois supposées de la nature (amputer le cerveau, l'organe suprême), une action qui parfois aussi s'oppose résolument à leurs enseignements religieux ou à leur culture. Je ne saurais vraiment

expliquer ce phénomène, je ne sais d'où vient cette puissance du caractère face à l'adversité, mais je sais que cette force, trop souvent sous-estimée et sous-exploitée, permet pourtant à l'être humain d'abolir ses limites et de se sublimer. Parmi toutes les questions profondes que je me pose, il en existe une qui me taraude tout particulièrement : Pourquoi attendre parfois des années la survenue d'un problème majeur, comme la présence d'une tumeur cérébrale, pour « révéler » cette capacité de dépassement de soi, alors que l'on pourrait s'accomplir pleinement à travers elle dès le début de son existence plutôt que de tenter de l'apprivoiser péniblement, contraint par la gravité soudaine des événements... et cela pour se donner une véritable chance de se transcender et au final d'aller à la rencontre de soi-même ?

Certaines personnes pensent qu'il existe dans le cerveau une part insondable, l'âme humaine, propre à la sphère spirituelle, ce qu'on appelle le « dualisme » : deux entités séparées, d'un côté le corps, de l'autre l'esprit (l'âme). Pour ma part, en tant que neuroscientifique, je cherche à percer le secret du vivant par l'observation et la démonstration scientifique. Je suis avant tout un cartographe qui navigue dans l'océan tourmenté d'un cerveau dont je ne perçois pas les limites : j'en comprends certains mécanismes, je peux agir sur les réseaux neuronaux et changer la trajectoire mal engagée du destin de mes patients. Je m'en tiens à ce travail d'observation et de cartographie pour continuer à soigner, seule façon pour moi de me rendre utile en l'état actuel des choses. Dans une certaine mesure, je ne sais pas s'il faut tout expliquer. Je constate cependant la présence de cette volonté en mouvement en chacun de mes patients et je l'observe jour après jour depuis presque vingt ans que j'exerce la chirurgie éveillée. Face à la situation exceptionnelle que constitue la présence d'une tumeur cérébrale, mettant finalement la vie en jeu, les

réactions émotionnelles évidemment différent d'un individu à l'autre, mais tous parviennent à trouver au fond d'eux les forces morales tout aussi exceptionnelles pour affronter l'épreuve de la maladie. Cela signifie qu'il existe dans le cerveau des capacités insoupçonnées – ou (in) volontairement négligées ? – qui se révèlent dans les situations extrêmes. Cela signifie aussi que chacun d'entre nous dispose à la naissance d'une grande potentialité du point de vue du caractère : force de la volonté, désir de franchir des limites, une aptitude morale plus ou moins active ou mobilisable selon les circonstances de la vie ou de l'éducation reçue. De fait, encore une fois, cette question m'obsède depuis si longtemps : Pourquoi attendre d'être confronté à un problème majeur pour donner le meilleur de soi-même ? Pourquoi ne pas le faire *spontanément* dans la vie quotidienne ? Alors, si l'observation de cette capacité morale venait à être vérifiée du point de vue des neurosciences, cela voudrait dire que l'on pourrait stimuler ce potentiel lié à la volonté, par exemple par l'éducation, la culture, ou plus personnellement par l'autosuggestion à travers des exercices de mentalisation permettant de vivre en meilleure intelligence avec son système nerveux et avec autrui. Mais souvent la peur de perdre générée par la pression sociale entrave les individus et les empêche de libérer cette énergie créative. Dans les cabinets des psychiatres, de nombreuses personnes chaque jour confessent les souffrances endurées au travail ou, pour les plus jeunes, leur angoisse à l'idée de s'engager bientôt dans le monde des adultes. Ces peurs nuisent au développement de cette énergie créative produite par le désir de faire et de changer, une sorte d'inhibition généralisée se propage à tous les échelons de la société.

Ce constat que partagent de nombreux confrères neuropsychologues nous invite à poser quelques questions simples : l'organisation actuelle de la société favorise-t-elle l'épanouissement

des individus ? L'imbrication hasardeuse des lieux de pouvoir ne produit-elle pas une sorte d'inertie qui, par ricochet, devient très nuisible au bien-être de chacun et sépare les individus les uns des autres ? À quelle autre forme l'organisation économique et administrative de la société peut-elle prétendre pour mieux répondre aux aspirations profondes des êtres humains ? Exposées aussi simplement, ces questions apparaîtront aux yeux de certains comme grotesques ou naïves. Il n'empêche, tôt ou tard, quand la souffrance des individus aura contaminé l'ensemble des groupes au sein de la société, ces questions s'imposeront à tous par la force des choses. Il faudra bien alors se résoudre à y répondre en dégagant des solutions concrètes. Aussi la compréhension des formes d'organisation du cerveau par les neurosciences ne pourrait-elle pas nous servir de modèle à l'échelon sociétal ? Lenteur de l'adaptation des institutions, incapacité à appréhender les mutations du monde vivant, défaut de transmission de l'information aux différents étages de l'organisation sociale... Le cerveau, lui, sait comment échapper à ces écueils. Regarder les façons de faire et de réfléchir dans notre tête pour mieux comprendre pourquoi cela fonctionne moins bien à l'extérieur ne serait sans doute pas inutile. En d'autres termes, il apparaît de plus en plus nettement que le modèle localisationniste du fonctionnement cérébral imposé par la société aux neurosciences depuis cent cinquante ans n'a jamais reflété l'organisation du système nerveux central. Cette méprise a sans doute fortement accentué la rigidité hiérarchique de notre société, tout en maintenant la communauté humaine dans une sorte de cocon rassurant. Je pense surtout aux scientifiques qui se sont plu à négliger les autres voies de recherche pour préserver leur petit confort. Et pourtant un autre modèle existe, comme nous le montre justement l'organisation du système nerveux. Celui des réseaux parallèles et interactifs, certes plus difficiles à

appréhender au premier abord, mais prodigieusement efficaces et inspirants dans la perspective d'une refonte des structures de notre société.

Si l'énergie dégagée par la motivation mentale semble commune à tous mes patients, j'ai remarqué cependant parmi eux des variations s'agissant de la décision à prendre face à la maladie. Je me souviens avoir reçu en consultation un agriculteur qui, au premier abord, semblait d'un caractère plutôt réservé et prudent. La découverte de sa tumeur était récente. Après une vingtaine de minutes d'entretien pendant lesquelles je lui ai expliqué les enjeux de la chirurgie éveillée et l'intérêt d'amputer le plus possible la tumeur et au plus vite, le patient a déclaré sans l'ombre d'une hésitation : « Banco ! On y va ! » Assise à côté de lui, son épouse a tenté de freiner ses ardeurs, lui demandant de prendre davantage de temps pour réfléchir. Il l'a aussitôt contrée : « Si le docteur dit qu'il faut opérer en préventif, on opère, c'est tout ! Pas la peine de tourner autour du pot. Le docteur va m'ouvrir ce bon Dieu de crâne et me retirer cette saloperie que j'ai dans la tête. Après, on pourra passer à autre chose. » Quelques jours plus tard, je l'ai opéré avec succès. Aujourd'hui, ce patient poursuit son activité d'exploitant agricole dans les mêmes conditions qu'auparavant, avec la même motivation naturelle. J'ai bien aimé sa réaction directe, rapide, pleine de bon sens et d'humour. Il avait compris la problématique de sa maladie avant même la fin de mon exposé.

Une autre fois, je me suis trouvé face à un polytechnicien, dirigeant d'une entreprise. Comme je l'exige de chaque nouveau patient reçu en consultation, lui aussi était accompagné d'un proche, en l'occurrence son épouse. Après de longs échanges, souvent répétitifs, nous étions à la fin de la seconde consultation et le patient ne s'était toujours pas décidé. À chacun de mes arguments, il

cherchait une faille, une contradiction, auxquelles pourtant j'avais apporté une réponse quelques minutes plus tôt. Nos échanges devenaient presque absurdes, et d'ailleurs son épouse montrait de grands signes d'agacement. Lui, cet homme brillant, habitué à prendre des décisions de la plus haute importance dans son entreprise en tant que patron d'industrie, se trouvait incapable de décider pour lui-même. Il décortiquait mes arguments jusqu'à rompre la corde de la logique, il se perdait dans l'analyse de l'analyse, il paraphrasait mes propos. Bref, il avait tout simplement peur, et il tentait de façon stérile de se cacher à lui-même ce sentiment. J'ai cru perdre patience et, au moment où j'ai commencé à le provoquer un peu, son épouse est intervenue : « C'est bon, mon mari va se faire opérer. » Il l'a regardée, un peu hébété : « Chérie, tu es sûre de toi ? » En guise de réponse, elle a simplement hoché la tête d'un air entendu. Alors, son mari polytechnicien s'est de nouveau tourné vers moi : « Ma femme a raison. Allez, on se lance. » Finalement, lui aussi a bénéficié d'un excellent résultat chirurgical, et il continue à mener une vie très active, que je qualifie parfois de « supranormale ».

Deux cultures différentes, deux chemins opposés vers la prise de décision. L'histoire de ces deux patients renseigne beaucoup sur la mécanique de nos caractères. D'un côté la prise de décision suit le plus court chemin, celui de la ligne droite qui mène directement d'un point A à un point B avec une aisance presque déconcertante ; de l'autre elle s'apparente à un parcours du combattant, sinueux, plein de zigzags, de reculades, d'hésitations répétées. Ici, le chef d'entreprise soudain se trouve désemparé face à un choix binaire finalement assez simple : se donner les moyens de vivre plus longtemps ou prendre le risque de précipiter la maladie par inertie. Pétrifié, il a préféré cacher sa peur en faisant appel à son savoir de grand technicien. L'intelligence revêt donc de multiples formes, et elle

peut s'avérer efficace ou non, selon les circonstances. Comment réagirait l'agriculteur s'il devait décider, à la place du dirigeant d'entreprise, d'un montage financier impliquant de nombreux paramètres sophistiqués et, inversement, que ferait le polytechnicien face à une bête malade ou à l'obligation de reporter les semis en raison des caprices de la météo ? Il apparaît donc que les modes de décision des individus varient selon les situations. Autrement dit, il semblerait qu'il existe autant de formes d'intelligence que de situations, comme dans le cerveau, qui est capable de se réorganiser quand il rencontre une difficulté. Ainsi la plasticité (remodelage) observée à travers le mécanisme de réorganisation des réseaux du cerveau peut-elle s'appliquer à l'échelon sociétal. Même s'il faut se méfier de certaines comparaisons (analogies) en apparence séduisantes, on peut se demander en quoi les modes de cognition dans l'activité cérébrale n'influencent pas les comportements sociaux, et inversement. À ce titre, l'étude de ce qu'on appelle les bases neuronales de la cognition sociale, c'est-à-dire les fonctions cérébrales qui régissent les interactions entre les individus, s'avère riche d'enseignements, notamment pour comprendre certaines pathologies, comme les troubles autistiques.

En attendant de creuser cet aspect de l'intelligence humaine, il est à présent certain que le principe des voies de communication, ce qu'on pourrait appeler aussi l'architecture des réseaux en lien avec la plasticité et la connectomique, est un concept très performant pour déchiffrer la complexité de l'activité cérébrale.

Comment je suis arrivé à cette conclusion ? Très simplement. Comme expliqué plus haut, en utilisant la méthode de la stimulation avec l'aide du patient coopératif, j'ai testé les réseaux des fibres blanches pour révéler l'architecture de leurs connexions à chaque fonction observée. La chirurgie éveillée, la cartographie cérébrale,

c'est une chose, mais il s'agit plus encore, par cette observation unique, d'appréhender le potentiel de réorganisation dynamique du cerveau pour mieux l'opérer et pour en déduire des modèles novateurs ouvrant la porte à de nouvelles voies thérapeutiques. Voilà vers quoi je concentre presque tous mes efforts.

Mais je suppose aussi que vous vous demandez à présent comment j'ai réussi à convaincre mon premier patient à entrer au bloc pour lui ouvrir le crâne et le réveiller ensuite. (En l'occurrence, il s'agissait comme vous le savez d'une patiente qui exerçait la noble profession d'infirmière – d'ailleurs peut-être sa connaissance du monde médical l'a-t-elle aidé à prendre sa décision.) Là encore, j'ai procédé de la manière la plus simple qui soit : tout d'abord en lui tenant un langage de vérité. Je lui ai dit que je ne pouvais pas connaître l'impact de l'opération, mais que j'allais lui donner une chance. Je ferais en sorte de retirer le plus possible de cerveau infiltré par la maladie tumorale. Le courage de cette patiente a été exemplaire. Une fois au bloc, grâce à la méthode enseignée par le professeur George Ojemann, mon mentor de Seattle, j'ai ouvert le crâne de la patiente et, à l'aide du stimulateur électrique, j'ai cartographié les réseaux de son cerveau : à la lumière des réponses fournies par la patiente pendant les tests des fonctions cérébrales, j'ai pu cerner la partie de la tumeur dont l'amputation n'entraînerait aucune séquelle pour l'organisme. Dès que surgissait un doute dans cet arpentage, je me suis abstenu d'aller plus loin. Comme il se doit lorsqu'on explore un nouveau territoire dans le champ médical, j'ai ainsi appliqué le principe de précaution. Vous connaissez la suite : alors que son espérance de vie était bien compromise avant l'opération, cette patiente a eu un enfant quelques années plus tard. Aujourd'hui, elle exerce toujours dans un hôpital.

Ce premier succès m'a encouragé à développer la chirurgie éveillée et la cartographie cérébrale au bloc, contre vents et marées. En outre, en intervenant directement sur le cerveau, j'ai compris que je stimulais la reconstruction des réseaux. Devant mes yeux, j'avais la preuve que les réseaux du cerveau se remodelaient, et donc de la plasticité du cerveau, et je pouvais m'en rendre compte par l'observation au bloc. Et c'était là ma grande force : j'avais enfin un accès direct au cerveau vivant, non seulement à l'anatomie mais également à la fonction en activité ! Pour repérer ces réseaux, j'ai d'abord appris l'anatomie structurelle du cerveau. Jusqu'alors cette connaissance était assez maigre chez les chercheurs, aussi étrange que cela puisse paraître : le cerveau se présente comme une forteresse à la fois ouverte sur le monde et imprenable tant ses réseaux se trouvent enchevêtrés, en surface comme en profondeur.

À partir de ce poste d'observation privilégié au bloc opératoire, j'ai commencé mon exploration des fonctions du cerveau en stimulant les réseaux non seulement d'aires du cortex, mais également des fibres blanches des patients éveillés et coopératifs, et aussi en m'aidant, bien sûr, de l'imagerie médicale (neuro-imagerie) effectuée avant et après les opérations, l'ensemble de ces examens étant comparé avec des cerveaux sains. Au moyen de cette méthode directe et comparative, j'ai pu vérifier que l'activité cérébrale ne relève pas du modèle de Broca mais d'un tout autre modèle, dans la droite ligne des études menées autrefois par Alfred Walter Campbell et Pierre Marie, qu'on appelle le connexionnisme : l'activité cérébrale fonctionne bien en réseaux et sous-réseaux, lesquels se voient de plus en plus mis en évidence par la recherche, du point de vue anatomique mais aussi fonctionnel. Cela signifie qu'il existe dans le cerveau une réalité structurelle souterraine, c'est-à-dire sous-jacente, une réalité générée par le foisonnement des réseaux interactifs.

J'avais consacré la première partie de ma carrière à cette recherche, j'obtenais enfin des résultats concrets, ma joie était immense. Peu importaient les attaques de certains de mes collègues, le développement de la chirurgie éveillée était prometteur à tous points de vue. En réduisant les tumeurs de mes patients, j'allais pouvoir les soulager et leur garantir, outre l'augmentation de leur espérance de vie, la préservation de la qualité de celle-ci. Je résolvais ainsi en grande partie l'ancien dilemme de « la vie contre la fonction ». J'imaginai leur soulagement, celui de leur conjoint, de leurs enfants, le désir ravivé en eux, porté vers des projets, vers un avenir plus souriant. Des existences arrachées à la fatalité en somme, et pour moi, chercheur obsédé par la soif de découverte et de soins, un encouragement à poursuivre mes efforts dans la même direction. D'un coup, j'ai entraperçu les possibles applications pour les neurosciences, je me suis dit que si la plasticité existait, il s'agissait dorénavant de comprendre comment elle fonctionne et de quelle façon la stimuler davantage pour l'utiliser le cas échéant, et entreprendre la restauration des fonctions cérébrales... Et puis enfin, plus on appréhenderait la complexité des réseaux dans ses aspects « souterrains », mieux on cernerait les secrets de l'intelligence cérébrale. Vous trouvez peut-être cela un peu présomptueux ? Oui, il y avait une sorte de démesure dans ce projet, beaucoup de passion, comme il a en fallu aussi aux premiers explorateurs lancés à la conquête des océans.

Les pouvoirs infinis du cerveau

*Quand j'ai trop le vertige face à la complexité
du cerveau, je me contente d'observer,
sans quoi je risque de me perdre.*

Toujours bien concentrée après les trois quarts d'heure d'entretien – ce qui me rassure pour le bon déroulement de notre échange vers la décision finale –, Patricia n'a pas oublié de me répéter sa question : « Vous me dites que la fonction de la parole n'est pas localisée dans une zone spécifique mais qu'au contraire elle met en jeu plusieurs points dans le cerveau éloignés les uns des autres. Alors comment cette fonction comme les autres est-elle sous-tendue par les circuits de fibres blanches qui connectent les différents épices du cortex ? »

Lorsqu'une question embrasse un grand nombre d'éléments comme celle-ci, notre cerveau nous offre la possibilité de recourir aux images pour en donner une réponse compréhensible par le plus grand nombre. Je décide alors d'utiliser à nouveau la métaphore du système d'éclairage d'un bâtiment. L'attention de Patricia redouble, elle se demande ce que je lui prépare.

Imaginez à présent avec elle un réseau d'éclairage étendu à l'échelle d'une ville gigantesque, une mégalopole. Vous voici dans la tête d'un géomètre et vous survolez les grands axes routiers. Vous apercevez des points lumineux entrelacés qui éclairent des rues, des quartiers, laissant dans l'obscurité d'autres espaces urbains que l'on distingue à peine, sinon par un effort d'imagination. Ces points lumineux sont comme les nœuds ou les épicentres connectés par des fibres blanches qui relient un point à un autre dans le cerveau, mais ici nous sommes dans une mégalopole dont le système d'éclairage se trouve, lui, activé grâce aux réseaux des câbles électriques enfouis dans les galeries souterraines. En diffusant la lumière tout au long du réseau urbain, ces points révèlent des paysages parfois uniformes, comme une continuité dans l'architecture, figurant un style de vie propre à certaines populations, tout comme cela se produit dans un cerveau lorsque certains réseaux se connectent pour assurer une fonction spécifique. Ici la zone pavillonnaire avec jardins, là les échangeurs autoroutiers ; plus loin les entrepôts ferroviaires ou les tours de grande hauteur égarées dans le ciel étoilé.

Parfois le réseau d'éclairage est défectueux et il n'éclaire que partiellement les zones alentour. Une panne s'est produite dans un des transformateurs centraux qui redistribuent le courant électrique vers d'autres régions de la mégalopole. Des centaines de milliers de câbles se croisent dans cette interface et en repartent le long des galeries souterraines qui forment un dédale obscur, invisible aux yeux des habitants. Ces câbles vont alimenter d'autres transformateurs situés dans les autres régions éloignées de la mégalopole, à l'image des épicentres reliés par des faisceaux de fibres blanches dans le cerveau, à travers lesquels sont transférées une quantité de données pour assurer les multiples connexions de l'activité cérébrale en lien avec les tâches à exécuter. Ces transformateurs reliés les uns aux

autres alimentent les sous-réseaux de l'éclairage urbain et de l'activité humaine, ils sont aussi connectés au système électrique des mégaloilles voisines, elles-mêmes connectées à un réseau plus vaste, dispersé dans l'immensité du territoire : un agrégat de mégaloilles, figurant un monde aux limites flottantes, du moins depuis l'endroit de la carte où vous observez l'horizon.

Parfois d'autres éclairages de couleur ou d'intensité différente se mettent sous tension avec le réseau principal pour révéler des sous-ensembles urbains que vous apercevez seulement dans une semi-obscurité : un emboîtement de façades aux mêmes teintes constituées d'un assemblage de briques, tout comme dans le cerveau il existe des sous-fonctions, par exemple la prosodie, la manière de prononcer les sons, correspondant à un élément particulier de la compréhension verbale (la pragmatique du langage). Mais sans l'éclairage de ce sous-ensemble, votre cartographie de la zone serait incomplète et vous auriez alors beaucoup de difficultés à déterminer à quel type d'activité elle appartient. En d'autres termes, la vision d'ensemble est importante pour interpréter les résultats d'une cartographie au plan plus local au sein des différentes régions.

La panne du transformateur défectueux (comparable à une lésion cérébrale focale) a plongé tout un quartier dans le noir, laissant la population dans un état de prostration et d'inquiétude. Bientôt les agents d'entretien (apparentons-les aux mécanismes de plasticité cérébrale) interviennent sur le réseau d'éclairage local pour le connecter par dérivation à un sous-réseau parallèle relié à un point central plus loin. Grâce à ce nouvel aiguillage, l'électrification de la zone reprend et l'activité humaine également. Cette réorganisation rapide du système d'éclairage peut, là encore, être comparée aux capacités du cerveau quand il doit réparer une déconnexion de son réseau, autre illustration de la plasticité cérébrale.

Tout comme dans l'exemple de la ramification électrique du réseau d'éclairage, c'est donc la mise en connexion temporaire de plusieurs épices distants les uns des autres dans le cerveau qui déclenche l'activation d'une fonction spécifique. En neurosciences, on appelle cela la synchronie temporaire des épices corticaux, ou une oscillation en phase : leurs mises en connexion assurent donc la gestion des tâches, ces épices pouvant se substituer à un autre (du moins dans une certaine limite) pour assurer la poursuite de celles-ci ou associer plusieurs d'entre elles dans une même séquence. Cette mise en tension se remodèle à mesure que le cerveau doit entreprendre de nouvelles actions ou s'adapter à la suite d'une lésion inattendue, comme une tumeur cérébrale. Voilà donc le concept-clé de l'architecture en réseau, illustré par notre métaphore du système d'éclairage d'une mégapole, bien utile en la circonstance pour faire surgir de cette complexité une image claire.

D'un autre côté, en cas de dommage cérébral, ce potentiel de réorganisation n'est pas illimité, raison pour laquelle il faut préserver la plupart des faisceaux de substance blanche pendant les interventions chirurgicales si l'on souhaite que le patient récupère. En outre, certains épices nerveux sont « compensables » et d'autres beaucoup moins, ou pas du tout... Pour donner une illustration des limites de cette plasticité, conservons notre métaphore urbaine, mais posons cette fois-ci notre regard sur un autre réseau propre aux capitales, celui des transports en commun, en premier lieu le métro. Si une station ne desservant qu'une seule zone d'habitation se trouve provisoirement fermée pour raison de travaux ou autres, il vous sera alors facile d'atteindre votre destination en descendant à la station d'avant et en marchant, même s'il en résulte pour vous une perte de temps, comme dans le cerveau lorsqu'un épice « compensable » est lésé, sans que cela n'empêche l'exécution d'une tâche, excepté une

augmentation du délai de réaction. En revanche, si l'activité d'une station où se croisent plusieurs lignes s'interrompt, c'est l'ensemble du réseau qui va alors fonctionner au ralenti, retardant ainsi le parcours des usagers. Dans le cerveau, le principe est le même : la lésion d'un épicode crucial du cortex peut retentir sur plusieurs sous-fonctions, nouvelle preuve qu'une zone cérébrale ne correspond pas à une fonction précise, car elle met en jeu l'interaction des différents sous-réseaux qui s'y entrecroisent.

Autre cas de figure, la fermeture de deux stations-clés, comme, dans le métro parisien, les stations Châtelet-Les Halles et Montparnasse. Le trafic se trouve alors paralysé, tout comme dans le cerveau la fonction cesse dès que le seuil limite de plasticité a été atteint, interdisant ainsi à certains patients de récupérer leurs facultés, notamment à la suite d'un accident vasculaire cérébral. Pourquoi ? On l'a dit, le système de compensation ne peut agir dans tous les cas, car il existe dans le cerveau ce qu'on appelle en neurosciences des *hubs*¹, ces épicodes qui intègrent dans l'activité cérébrale une série de modalités (épicode plurimodal), à l'image des grands centres de trafic, tel l'aéroport Charles-de-Gaulle en région parisienne, où cohabitent en phase plusieurs réseaux de modalités différentes : avions, TGV, RER, bus, taxis, etc. Ainsi, lors d'incidents techniques ou autres, chacun de ces sous-circuits pourrait être perturbé modérément ou complètement à l'instar de notre exemple du métro parisien, sans que cela ne modifie de façon significative le fonctionnement de l'un ou l'autre ou, au contraire, avec un retentissement notable selon le degré d'intensité de la perturbation. Par exemple, une grève des taxis qui oblige les usagers à emprunter le RER, qui très vite se trouve lui-même saturé, tandis que le trafic aérien, lui, continue à fonctionner à son rythme. En revanche, si l'accès de l'un à l'autre de ces réseaux au sein de l'aéroport se voit

entravé, tel que la circulation depuis la zone de débarquement de l'avion jusqu'aux couloirs du RER en raison d'une alerte à la bombe, l'utilisateur sera bloqué sur place pour un temps indéterminé. Il en va de même dans le cerveau lorsque chaque sous-réseau fonctionne parfaitement mais que l'intégration des informations de natures diverses (informations plurimodales) dans un même épicode en forme de *hub* n'est plus efficace : par exemple, vous voyez un animal à quatre pattes, vous l'entendez aboyer, mais vous n'arrivez plus à accéder au concept de « chien » ou au mot qui le désigne.

Qu'en est-il dans une situation de la vie de tous les jours ? Prenons un nouvel exemple : j'aperçois dans la rue un vieil ami perdu de vue depuis longtemps. Plusieurs épicoes dans mon cerveau vont aussitôt se connecter les uns aux autres, notamment ceux de la mémoire, ceux de la reconnaissance des expressions chez autrui et, quand il me faudra lui adresser la parole, ceux du langage et de la parole. En effet, dans les secondes qui précèdent l'instant de cette rencontre, je reconnais un visage qui avance vers moi, je vais chercher dans ma mémoire autobiographique les souvenirs s'y rapportant, car j'ai déjà conscience de connaître personnellement ce visage, il ne s'agit pas d'une célébrité vue à la télévision quelque temps plus tôt. Puis, au premier contact physique, je suis capable de lui serrer la main (la fonction du mouvement) et de prononcer son prénom (la fonction du langage associée à la mémoire). Je suis également capable d'interpréter les expressions de son visage et de savoir si ce vieil ami est heureux de me revoir ou pas, je suis capable de détecter sa gêne éventuelle, son sourire forcé, bref toute une palette d'émotions : timidité, colère, surprise, contrariété... Si je venais moi-même à être débordé par l'émotion provoquée par cette rencontre inattendue, peut-être dans ce cas serais-je dans l'impossibilité de me rappeler le nom de cette personne, comme si une déconnexion

« partielle » s'était produite dans les sous-réseaux du langage ou de la mémoire. Alors, lorsqu'un dysfonctionnement de l'un de ces épïcètres survient, que se passe-t-il du point de vue de la connectivité ?

Reprenons l'exemple des retrouvailles avec ce vieil ami croisé au hasard de ma promenade : même si j'ai oublié son nom, je dois à tout prix trouver une parade et lui répondre. Ainsi, contraint par les événements, mon cerveau va compenser l'épïcetre défaillant de la mémoire en activant le réseau du langage pour trouver une formule synonyme, de type : « Salut mon ami, comment vas-tu ? » Cela se produit presque instantanément, de manière quasi instinctive.

C'est là une autre facette de la plasticité cérébrale : la réorganisation des réseaux dans le but, non plus de trouver le nom (je sais que je n'y arriverai définitivement pas dans ce laps de temps si court), mais dans le but d'adopter une stratégie compensatrice. Alors les épïcètres de secours viennent se connecter au réseau activé pour continuer à gérer la tâche en cours d'exécution et trouver la meilleure solution pour compenser ce déficit d'accès transitoire. Rien n'est figé une fois pour toutes dans notre cerveau : permutations, oscillations, interchangeabilité, réciprocité... tels sont les mots-clés de ce modèle. Voilà donc pourquoi cette mise en connexion se veut provisoire et modulable, pour offrir au cerveau la possibilité de se réajuster en fonction des obstacles rencontrés (une microlésion cérébrale en pathologie, un *hub*/sous-réseau transitoirement défaillant ou désactivé en physiologie), ou de suspendre provisoirement l'exécution d'une tâche en cours : je suis en train de prendre des notes, soudain le téléphone sonne... Aussitôt, les réseaux de commande de l'écriture connectés à celui du mouvement de la main se mettent momentanément en suspension, laissant place au réseau de la parole et de l'attention pour me permettre de répondre à

mon interlocuteur au bout du fil. Une fois que j'ai raccroché, je replonge dans la lecture de mes notes pour relancer le processus d'écriture, activant le réseau de la reconnaissance des graphèmes (le dessin des lettres), qui déclenche une chaîne de mots jusqu'à la compréhension complète des phrases écrites dans mon bloc-notes. Cette connexion en simultané des réseaux se façonne à mesure que nous sommes confrontés aux péripéties de la réalité et que nous les interprétons. Elle peut même être modulée, puisqu'il n'est pas impossible à travers cet exemple d'avoir appris à faire deux choses en même temps : décrocher le téléphone d'une main et se concentrer sur la discussion tout en continuant à écrire de l'autre.

– Mais alors, me demande Patricia, comment dans ce cas le langage est-il mis en action par ses réseaux ? Comment vous repérer une fois que vous aurez ouvert mon cerveau ?

Patricia a bien saisi les enjeux de la chirurgie éveillée : pour enlever une partie du cerveau sans séquelles, il faut absolument connaître au préalable les différentes données d'une fonction et savoir cartographier son articulation dans ces réseaux. En l'occurrence, le langage relève d'une série d'opérations : ce n'est pas simplement la faculté de parler ou de prononcer des mots, mais aussi de comprendre, penser, planifier. La plupart du temps, pour mener à bien toutes ces tâches, nous utilisons des mots associés à des actions, des objets ou des concepts et un moyen pour les véhiculer : la parole, justement, une sous-fonction du langage, dont la compréhension du point de vue neurologique par la communauté scientifique a fait l'objet d'une longue période d'erreurs.

Que se passe-t-il quand nous voulons parler ? La chaîne de fabrication des mots et des idées dans le cerveau est complexe. Reprenons l'exemple de nos retrouvailles fortuites avec le vieil ami. De retour à la maison, je souhaite raconter cet épisode. Dans mon

cerveau, les épacentres des réseaux de la mémoire se connectent de nouveau à ceux du langage : quels souvenirs me reste-t-il de cette rencontre, quels mots choisir pour en rendre compte au mieux, selon ma sensibilité et mes souhaits ? Pour cela, je vais choisir des mots précis, et surtout les agencer dans un ensemble de phrases compréhensibles pour mon interlocuteur. Cet enchaînement cognitif fait intervenir au moins quatre sous-fonctions du langage. La prononciation d'un mot s'effectue d'abord au moyen de sons : le vieil ami croisé dans la rue s'appelle Vincent, je nomme cette personne dans mon récit en associant plusieurs sons, « vin » et « cent ». On appelle ces sons les *phonèmes* et l'ensemble des éléments sonores articulés dans le langage, *la phonologie*.

En parallèle, j'aimerais expliquer à mon interlocuteur l'inquiétude que j'ai cru percevoir dans le comportement de Vincent. Pour cela, je dois utiliser des éléments de liaison et des accords de temps, en l'occurrence *la syntaxe*, qui est l'ensemble des règles d'organisation du langage (la grammaire) permettant d'associer les mots pour former une ou plusieurs phrases : « Il m'a semblé que Vincent était chagriné par quelque chose. » Je peux également introduire des variations dans l'expression de mon récit en choisissant un mot synonyme – par exemple « torturé » au lieu de « chagriné » – pour suggérer une note dramatique.

Qui plus est, l'ensemble des mots associés dans la suite de phrases se doit d'être compréhensible, il s'agit de *la sémantique* : « Vincent a deux enfants, il est divorcé et il vient de se remarier. »

Dans le récit de ces retrouvailles, j'ai également la possibilité de souligner certains mots par des intonations pour signifier à mon interlocuteur que je suis en train de lui poser une question ou d'affirmer quelque chose : « Vincent a deux enfants ! » Cette quatrième sous-fonction, qui a été longtemps négligée, car

probablement considérée à tort comme mineure dans les neurosciences, se rapporte, elle, aux usages comportementaux et sociaux attachés au langage. Comment mon récit va-t-il être perçu par mon interlocuteur ? Dans quel contexte le produire, à quel moment, dans quel lieu ? De quelle façon le raconter, avec quelles expressions faciales, à quel rythme, avec quelle musicalité : accent parlé ou chanté ? On appelle cela *la pragmatique du langage*. Elle concerne tous les aspects d'expression et de réception d'un récit (tels que l'intonation, les expressions faciales), mais aussi la prosodie, qui est le fait de savoir bien prononcer les mots et les syllabes pour montrer, d'un point de vue syntaxique, le sens de mon propos (interrogatif, affirmatif, etc.). Les formes de l'intonation dans mon récit signalent également à mon interlocuteur mon degré d'émotion à cet instant : suis-je heureux de ce moment ou bien en colère ? À cela s'ajoute le langage gestuel, la production des mouvements en lien avec les émotions. C'est donc bien la mise en connexion simultanée (en phase) de ces sous-fonctions qui déclenche la chaîne complète du langage dans le réseau des épices centres cérébraux.

Par exemple, si le sous-réseau intervenant dans l'accès au lexique vient à dysfonctionner, vous pourriez reconnaître ce vieil ami croisé dans la rue mais sans pouvoir retrouver son prénom. Si le réseau des phonèmes est altéré, vous pourrez vous souvenir de son nom mais ne pas bien le prononcer. C'est pourquoi aussi, lorsqu'une lésion cérébrale altère en partie un ou plusieurs épices centres jusqu'à les rendre « non efficaces », sans que le reste du réseau ne parvienne à se réorganiser à temps pour remodeler autrement le circuit des connexions, l'ensemble du réseau se trouve alors perturbé. Si bien que des troubles, pas toujours perceptibles au premier abord, peuvent se manifester, comme cela a été mis en évidence pendant le bilan neuropsychologique de Patricia qui a révélé une baisse de l'attention

soutenue (dans la durée), ou une difficulté à faire une synthèse ou à mener plusieurs actions en même temps, ce qu'on appelle la mémoire de travail. Dans son cerveau, la région considérée comme étant le centre de la parole par les défenseurs de la zone de Broca a été atteinte par la tumeur, localisée dans une région bien spécifique du lobe frontal gauche, et pourtant Patricia continue à s'exprimer normalement, car les multiples épïcètres impliqués dans les principales fonctions du langage (phonologie, syntaxe, sémantique) restent connectés les uns aux autres du fait des mécanismes de plasticité, et cela malgré la présence de la tumeur. Les troubles de Patricia ne sont donc pas visibles au premier abord dans le cadre d'une simple discussion. Ainsi la lésion focale chez Patricia a-t-elle provoqué une perturbation mineure mais objective de tout le réseau sur le plan des deux hémisphères du système nerveux central. Autrement dit, les microdéficits de ses fonctions cérébrales ne proviennent pas d'un défaut localisé, mais d'une modification de la connectivité² tout au long de la chaîne, comme lorsque vous jetez une pierre dans une mare : des petites vagues se répercutent tout autour de la frappe en formant des cercles concentriques. C'est ici le paradoxe de l'architecture en réseaux : une lésion dans un endroit donné peut affecter par ricochet un réseau plus éloigné, du fait d'une modification de l'équilibre global.

Patricia semble surprise d'apprendre que l'on peut cartographier une fonction avec un tel degré de précision et de nuances, et repérer ainsi ses circuits, concernant à la fois ses « *hubs* corticaux » et ses réseaux de fibres blanches. C'est là tout l'intérêt de la chirurgie éveillée : la coopération du patient pendant les tests de stimulation permet de dresser cette carte en temps réel. Cette découverte provoque une grande excitation chez Patricia. On dirait qu'elle entrevoit subitement l'immensité de la connectivité cérébrale. Elle

répète à haute voix la liste des fonctions déjà mentionnées : le mouvement, la mémoire de travail, le langage...

– Comment dans ce cas pouvez-vous cartographier le réseau de ma capacité à juger et à m’autoévaluer ? Cela me paraît vraiment abstrait...

Patricia devra, une fois juge pour enfants, entrer dans la vie intime de jeunes personnes fragilisées, de leurs proches, et comprendre en effet les comportements des uns et des autres, et ensuite apporter la réponse appropriée la plus juste pour les intéressés. Parfois, celle-ci risquera d’être mal perçue : par exemple, faudra-t-il séparer cet enfant de ses parents devenus alcooliques ou violents ? Elle aura pour cela besoin de sa capacité de jugement et, surtout, d’être capable d’évaluer dans le temps par elle-même le résultat de ses actions. Cette capacité à s’autoévaluer porte un nom un peu barbare dans notre jargon : la métacognition, basée sur la conscience *noétique* et *autonoétique*. Ce terme vient du grec ancien *noêsis*, l’intelligence ; il désigne l’acte de la connaissance, c’est-à-dire la capacité d’évaluer ce que l’on sait. Quand Patricia reverra l’enfant dans sa famille d’accueil, elle devra être capable d’analyser si cette action a été bénéfique pour lui et ajuster éventuellement sa décision en fonction de ce qu’elle aura jugé de la situation à ce moment-là. Aujourd’hui, au sein de mon équipe, nous sommes capables de repérer dans le cerveau les circuits de fibres qui participent à tous ces réseaux dans un large éventail, jusqu’à celui de la conscience de son corps dans l’espace, mais aussi ceux de la mentalisation, qui régissent les interactions sociales entre les individus. En effet, cette autre fonction sera aussi importante pour la future carrière de Patricia : c’est la capacité à reconnaître les émotions et en inférer (déduire) les intentions chez autrui, ce qu’on appelle la théorie de l’esprit. En d’autres termes, la mentalisation nous permet de percevoir l’état

affectif chez autrui et de pouvoir en attribuer ses intentions, fonction indispensable pour le développement des relations sociales. Plus tard, quand Patricia exercera son métier de juge, elle devra aussi être capable de détecter ce qui se trame derrière les expressions de ses interlocuteurs.

Vous et moi agissons tous les jours en faisant intervenir tous ces réseaux, et cela sans en avoir conscience, heureusement, sans quoi nous passerions notre temps à nous autoévaluer, ce qui serait une perte d'énergie considérable pour notre cerveau ! Nos gestes, voire certaines de nos actions plus complexes, sont exécutés de façon automatique pour la grande majorité d'entre eux, même s'il reste à chaque instant possible de mieux contrôler son propre cerveau en limitant cette automatisation. Mais nous avons en général tendance à oublier que chacune de nos actions s'effectue par le biais d'opérations cérébrales bien spécifiques qui interagissent entre elles : voir, bouger, parler, comprendre, ressentir, mémoriser... ce qu'on appelle les fonctions cognitives, sans lesquelles la pensée ne pourrait pas être produite. Chacune d'elles se divise en plusieurs sous-fonctions. La prise de décision, par exemple, met en jeu une quantité d'opérations complémentaires : l'analyse, la mémorisation, l'évaluation, la comparaison, la planification, l'anticipation... C'est donc l'articulation de toutes ces fonctions et sous-fonctions par le biais du langage et des émotions qui forge un être et sa conscience. En d'autres termes, alors que ce modèle « hodotopique » des voies de communication pourrait toutefois nous pousser à imaginer à tort qu'un sous-réseau correspond à une sous-fonction (donc une sorte de « localisationnisme des circuits »), il faut bien comprendre que dans cette approche « connectomique », les fonctions cérébrales naissent en fait de *l'interaction dynamique* de ces sous-réseaux.

Mon objectif, c'est d'arriver un jour à en dresser une cartographie la plus complète possible. Il me faut donc continuer à mettre au jour les fondations sur le plan du système nerveux de chacune de ces fonctions prise isolément, puis lorsqu'elles interagissent entre elles ou qu'elles se réorganisent dans les réseaux à large échelle après une lésion. À chaque nouvelle opération, j'en apprend un peu plus. Une fois que cette cartographie sera plus aboutie, tout en tenant compte par ailleurs de l'importante variabilité d'un cerveau à l'autre, elle dévoilera les bases de l'anatomie du cerveau en relation avec les fonctions et leurs réseaux. Ceux-ci auront été au préalable vérifiés pendant les tests de stimulation au bloc opératoire, mais aussi au moyen de l'imagerie fonctionnelle, qui continue à progresser de façon fulgurante et non invasive.

Il y a quelques années, des neuroscientifiques ont eu l'idée de cartographier au moyen de l'IRM le cerveau d'un individu tout en lui demandant de ne penser à rien ! Curieux exercice, en effet, pour tester « l'état de repos ». Comment ne penser à rien, alors que le cerveau se trouve sans cesse interpellé (stimulé) par le monde extérieur ? Même quand vous restez immobile dans une pièce, votre cerveau réagit aux odeurs, à la température ambiante, aux sons provenant de la pièce voisine, et surtout il continue à générer des pensées intérieures. Il reste donc très actif. Dans ce même état d'esprit, les imageries du cerveau pratiquées pendant les phases du sommeil révèlent également une forte activité cérébrale. Dans les rêves, le cerveau mêle toutes sortes d'images dont la cohérence nous échappe souvent.

Oui, ne penser à rien, cela paraît insensé, et pourtant c'est bien cet exercice que des neuroscientifiques ont demandé d'effectuer à des sujets consentants. Une fois allongé à l'intérieur de la machine IRM, le sujet s'est d'abord relaxé en prenant de profondes respirations. Peu

à peu, il est parvenu à détacher ses pensées des automatismes courants pour commencer un voyage dans un autre espace mental, et là, un réseau a été révélé à travers une cohérence temporelle, ou une « synchronie » telle que nous l'avons précédemment définie. Un réseau où le cerveau pense non pas avec des mots, mais avec des images mentales. Dans le cas de ce réseau, appelé « mode par défaut », on ignore s'il s'agit de pensées au sens strict du terme ou de la faculté de projeter mentalement des situations. Il faut préciser que, pendant un état de repos, de nombreux sous-réseaux peuvent être mis en évidence par des analyses biomathématiques : celles-ci appréhendent les épices corticaux qui « oscillent en phase », y compris les sous-circuits impliqués dans les mouvements ou le langage (alors que l'individu ne bouge pas et ne parle pas). Au sein de ces réseaux, le réseau « mode par défaut » a l'originalité de devenir plus actif pendant un état de repos, alors que dans la situation inverse, de « non-repos » donc, il aura tendance à se « désactiver » au profit des autres circuits lorsqu'une tâche spécifique sera demandée au sujet. Ce réseau semblerait impliqué dans des fonctions cruciales telles que l'introspection, la conscience de soi, ou encore la méditation. Ainsi, chacun d'entre nous pourrait recruter plus activement ce réseau, par le biais d'exercices d'imagerie mentale, en visualisant des situations, à venir ou passées, comme le font par exemple des sportifs de haut niveau tels les acrobates parachutistes, qui répètent au sol leurs figures quelques minutes avant d'effectuer leur saut en avion.

L'imagerie mentale est donc une façon d'entrer en échange avec soi-même par la méditation, de plonger à l'intérieur de soi-même en visualisant des espaces et des formes, et, le cas échéant, en se projetant dans l'avenir. Et cela s'avère très efficace pour optimiser ses actions. Sur le plan des neurosciences, nous avons ainsi compris que

les réseaux impliqués dans l'introspection (l'exploration en images de soi-même) sont intimement liés, sinon en partie similaires, à ceux permettant l'accomplissement d'une tâche.

Ces avancées ont été possibles notamment grâce aux progrès de l'informatique et des biostatistiques appliqués aux techniques de l'imagerie : on peut mesurer aujourd'hui les oscillations entre différents *hubs* au sein d'un ou de plusieurs réseaux neuronaux, et alors comprendre comment ils interagissent. Si bien que les chercheurs s'intéressent en effet de plus en plus à l'état de repos pour mieux sonder cet espace lié à l'imagerie mentale et comprendre en quoi il pourrait nous faire accéder à d'autres formes de l'intelligence. Sur le plan des applications cliniques, cette nouvelle méthodologie s'avère beaucoup plus adaptée aux patients porteurs de lésions du cerveau au sens large, car il est possible de leur faire bénéficier d'une telle « imagerie de repos » sans leur demander d'effectuer quelque tâche que ce soit, qu'ils seraient éventuellement incapables d'effectuer en cas de déficit neurologique. Nous pouvons ainsi cartographier l'état de leurs connexions, même s'ils ont des difficultés pour bouger ou parler, par exemple. Cela permet par conséquent d'ouvrir des portes dans l'étude des mécanismes de neuroplasticité, et de mieux en comprendre les potentiels et limitations, notamment à travers l'étude du connectome (la carte des circuits de connexions). Nous sommes donc bien au début de l'exploration de la connectivité cérébrale. Au fil des découvertes dans les laboratoires des neurosciences ou effectuées au bloc opératoire pendant les chirurgies éveillées, notre compréhension du cerveau se perfectionne et notre perception du monde s'élargit dans le même temps, jusqu'au jour où peut-être l'ensemble de ces connaissances nous fera accéder à un autre niveau de conscience. On peut en effet être pris de vertiges en observant ces réseaux emboîtés les uns dans les autres. Le potentiel

de leurs connexions est-il infini ? Outre les fonctions que nous avons déjà évoquées, existe-t-il des capacités cérébrales inconnues qui nous permettraient d'intervenir directement sur ces réseaux pour augmenter le pouvoir de notre cognition et créer ainsi de nouvelles formes de pensées – ce que d'aucuns appellent « l'homme augmenté » – avec le cortège de problèmes éthiques qu'un tel concept soulève ? Des questions que chacun a dû se poser au moins une fois au cours de sa vie. Patricia me regarde avec de grands yeux.

– Je comprends bien ce que vous me dites, mais comment saurez-vous naviguer dans mon cerveau pour repérer ce qu'il faut enlever sans me faire de mal ?

1. *Hub* : terme anglais désignant le centre d'une roue ou d'un cylindre et, par extension, le noyau d'un ensemble ou un « concentrateur de réseaux ».

2. Syndrome de dysconnexionnisme.

Exploration d'un cerveau éveillé

Naviguer... Le terme choisi par Patricia résume assez bien la philosophie et l'ambition de la chirurgie éveillée, car il s'agit en effet de voyager dans les circuits cérébraux des patients pour en établir peu à peu une carte... Pendant qu'elle me posait sa question, son visage a montré à la fois de la fascination et de l'appréhension : Comment vais-je m'y prendre pour établir cette carte ? Puis-je me tromper dans mes relevés ? Avec quelle sorte de boussole extraordinaire vais-je me déplacer à l'intérieur de son cerveau ? Les visages sont comme des tableaux où s'impriment les tourments de nos pensées. Il est très difficile de cacher ses émotions, elles trouvent toujours une façon de se montrer. Pendant notre entretien, Patricia était passée du découragement à l'espoir. Plus j'avais détaillé mon exposé, plus je l'avais sentie rassurée. À présent elle semble projeter sa vie dans le futur : tout comme les sportifs de haut niveau, les musiciens, les écrivains, elle aussi a eu recours aux images mentales pour construire sa propre vision de la réalité. J'ai l'impression qu'elle a bien compris le fonctionnement en réseaux : la déconnexion des épices corticaux propagée par ricochet dans les réseaux voisins du langage, comme ceux de l'attention et de la mémoire, voilà pourquoi elle a du mal à se concentrer. Dorénavant il n'est vraiment

plus question pour elle de douter à ce sujet, ni de verser dans la culpabilité.

– Comment vous sentez-vous, Patricia ? Voulez-vous faire une pause ?

– Non, pas de pause. Je crois que je tiens le coup, dit-elle en glissant la main dans celle de son petit ami assis à côté d'elle. Je suis impatiente de tout bien saisir comme il faut. Vincent me dit souvent que je suis tatillonne. J'ai bien suivi ce que vous m'avez dit...

À sa façon de se tenir, les épaules et le menton redressés, je sens qu'elle va prononcer bientôt la formule précieuse : Oui, je veux être opérée, je crois en mes chances, je vous aiderai activement... Mais je sais qu'il manque encore quelques pièces à son puzzle mental avant de se prononcer. J'essaie de la rassurer par un sourire. Il me faut à présent aborder la question des stimulations et des tests.

– Je vais vous résumer rapidement les grandes étapes de l'opération pour que vous les gardiez bien en mémoire. Une fois réveillée au bloc, vous serez couchée sur le flanc, face au neuropsychologue, et moi je serai placé de l'autre côté du champ stérile, assis devant votre cerveau. Vous ne me verrez pas et moi je ne vous verrai pas non plus. De cette façon, chacun sera concentré sur ce qu'il doit faire. Mais vous entendrez ma voix et vous pourrez me répondre. Le neuropsychologue ne vous quittera pas des yeux, il sera là pour vous aider. Vous aurez fait sa connaissance quelques jours avant l'opération, de manière à vous familiariser avec les tests auxquels vous devrez répondre pendant l'opération. Je vous le répète, il n'existe aucun récepteur de la douleur dans le cerveau, donc vous ne ressentirez pas les effets de mon intervention. Une fois réveillée, vous retrouverez vite votre lucidité, vous vous sentirez complètement relaxée, les tests pourront alors débuter. De l'autre côté du champ opératoire, pendant que vous effectuerez les tests en continu,

j'utiliserai une sonde de stimulation électrique, qui va dans un premier temps me permettre de cartographier le cortex. Courant électrique, le mot fait peur... Mais, rassurez-vous, le cerveau produit lui-même de l'électricité. En effet, le système nerveux central, c'est essentiellement de la biochimie et de l'électricité. Et, comme vous pouvez vous en douter, il s'agit bien sûr d'un courant électrique de faible intensité. Il ne provoquera pas de crise d'épilepsie, mais il désactivera simplement le réseau touché avec le stimulateur : cela déclenchera comme une sorte de « lésion virtuelle transitoire », la déconnexion provisoire des épices centres cérébraux, comme je vous l'ai expliqué avec l'exemple des câbles souterrains du réseau d'éclairage : pendant cette brève désactivation des circuits neuronaux, si vous ne parvenez plus à effectuer la tâche demandée dans le test en cours, par exemple bouger le bras, cela prouvera bien que le réseau en question est crucial pour le mouvement. Sitôt le stimulateur retiré, vous retrouverez l'usage de votre faculté. Ces stimulations répondent à la question suivante : Que se passerait-il si on enlevait cette partie du cerveau envahie par la tumeur ? Voilà donc la méthode : une stimulation en lien avec un test de fonction. Aussitôt la stimulation relâchée, vous pourrez recommencer à effectuer les tests comme si rien ne s'était produit, jusqu'à la prochaine stimulation, et ainsi de suite. Au final, il s'agit bien de faire connaissance avec votre cerveau unique, en établissant une véritable carte fonctionnelle corticale : votre cartographie cérébrale personnelle. À chaque fois que j'aurai repéré que telle partie du cerveau est cruciale pour telle fonction, alors je m'interdirai d'y toucher, sinon je risquerais de l'altérer. Ensuite je poserai une étiquette sur cette partie que je viens de tester, comme un géomètre place une borne au coin d'un champ pour délimiter une parcelle de terre. Une fois que ces « sens interdits » auront été identifiés à la surface, il sera alors possible de commencer

à enlever la portion du cerveau malade dans les limites fonctionnelles, puisque nous saurons où ne pas aller trop loin grâce à votre coopération active, car vous poursuivrez les tests tout au long de l'ablation tumorale. Nous pourrions par conséquent bénéficier d'une vérification en temps réel, en sachant que nous ne créerons pas de troubles neurologiques malgré l'excision progressive, y compris dans la région de Broca.

– Vous commencez donc à exciser depuis la surface du cerveau ? me demande Patricia.

– Exactement. Cette excision dégagera ensuite une cavité chirurgicale qui va me donner un accès aux fibres blanches, depuis leur terminaison en surface au niveau des épicentres corticaux bien entendu volontairement préservés, jusqu'à leur cheminement en profondeur dans le cerveau. À nouveau les stimulations électriques me permettront de détecter les faisceaux cruciaux pour les différentes fonctions, en interrompant transitoirement votre faculté d'effectuer les tests lorsque la sonde du stimulateur sera apposée directement au contact de ces fibres blanches à préserver impérativement sous peine de séquelles. En d'autres termes, je pourrai identifier l'entrée corticale d'une fibre blanche pour ensuite sonder sa trajectoire d'un point à l'autre du cerveau, ou du moins sur une partie, en fonction de l'étendue de la cavité chirurgicale. Au moment où j'identifie les réseaux de ces fibres, je redeviens en effet un cartographe qui repère le tracé de chacune de ces fibres connectées les unes aux autres en les mettant en relation avec une tâche spécifique, comme bouger, parler, compter, juger, comprendre... À chaque fois que vous effectuez une de ces tâches dans votre vie de tous les jours, sachez que votre cerveau actionne plusieurs de ces circuits connectés au gré d'une architecture dynamique dont la complexité a de quoi donner le vertige, je l'avoue. De cette façon, repérage après repérage, je balise

les réseaux du cerveau. Chacune des fonctions que nous avons évoquées sera testée selon ce même procédé, jusqu'à délimiter la partie autour de la tumeur que je pourrai alors retirer sans risque pour vous. Quand nous aurons atteint les limites fonctionnelles de votre cerveau, à la fois en surface et en profondeur, il nous faudra alors interrompre l'ablation chirurgicale afin de préserver votre qualité de vie – mais sans la restreindre, et cela, bien sûr, dans le but d'optimiser la qualité de l'excision tumorale et le contrôle de la maladie chronique pour les années futures.

Ensuite j'explique à Patricia quelles seront les grandes étapes de sa rééducation après l'opération. Tout d'abord, elle vivra une période de troubles transitoires durant les quelques jours ou quelques semaines suivantes (principalement une perte partielle des automatismes comme la coordination des gestes, voire l'articulation de la parole), une séquence tout à fait normale et prévisible : au-delà de l'inflammation transitoire produite par l'acte chirurgical lui-même, l'ablation d'une partie du système nerveux central entraînera une réorganisation du réseau neuronal. En plus des effets induits par la plasticité naturelle du cerveau, celle-ci sera également accélérée par l'intervention chirurgicale, aussi étrange que cela puisse paraître : les examens par IRM effectués après l'opération à des mois, voire à des années, d'intervalle sur un même cerveau montrent en effet que la suppression d'une partie du système nerveux participe à un remodelage des cartes fonctionnelles chez le patient. Le but de la rééducation dans cette période-clé, dans la phase postopératoire immédiate, sera de « canaliser » ce potentiel de remodelage cérébral afin de reprendre ensuite une vie normale, tant sur le plan familial que social et professionnel.

Patricia réfléchit quelques secondes avant de reprendre :

– Votre image de mégalopole avec son système d'éclairage, ses câbles d'alimentation souterrains, ça m'aide bien à comprendre. Seulement, je voudrais savoir... Vous me parlez d'épicentres qui se substituent à d'autres tombés en panne pour remettre la machine en état de fonctionnement. Ça me parle, je comprends, mais quels sont les risques si vous me retirez un trop gros morceau dans ma tête en mettant justement hors d'usage toute la chaîne d'un réseau, parce que vous auriez mal interprété ma réponse pendant le test, ou que moi j'aurais été imprécise ? Désolée si vous me trouvez insistante...

La peur que l'opération échoue, la peur d'une catastrophe, l'inquiétude ne sont jamais loin, prêtes à s'emparer des uns et des autres.

En effet, un élément primordial n'a pas été encore explicité. Et Patricia a su le repérer. C'est bon signe. La voici totalement impliquée dans l'opération à venir.

– Dans le modèle que je vous ai décrit avec l'exemple de la mégalopole et de son réseau d'éclairage, vous avez sans doute remarqué ceci : lorsqu'une déconnexion des épicentres se produit, ce sont les sous-réseaux parallèles qui remettent en tension toute la chaîne de la connectivité. Mais si une lésion affecte la profondeur des tissus, comme cela peut se produire dans le cas d'un AVC quand la destruction cérébrale altère un faisceau de fibres blanches, alors c'est tout le squelette du réseau en question qui se trouve rompu, et la fonction est irrémédiablement altérée. C'est ici la limite de la plasticité : le cerveau ne peut se réorganiser que dans la mesure où il existe des réseaux parallèles capables de se redistribuer. La plasticité intervient uniquement pour les *hubs* en surface corticale, mais si les « câbles » de substance blanche sont coupés et n'assurent plus le lien entre les épicentres, il ne peut y avoir de récupération – du moins complète – à la clé. C'est pourquoi j'ai besoin de vous, non seulement

au début pour cartographier la surface, mais également pendant toute l'intervention afin de préserver les faisceaux profonds à la fin de l'intervention. En effet, à ce moment-là, on peut tout perdre pour quelques millimètres enlevés par excès en profondeur.

– Donc, le risque pour moi, c'est qu'en retirant la tumeur, vous touchiez tout le squelette...

– En effet, si le réseau est touché en profondeur dans sa structure, on ne peut plus intervenir pour le réparer¹. Mais rassurez-vous, au moment de retirer la tumeur, toutes les vérifications auront été faites, puisque c'est justement la raison pour laquelle vous êtes éveillée pendant l'opération.

– Et... à quel moment saurez-vous que vous pouvez retirer la tumeur ? Et cela représentera quel volume ?

– Quand vous aurez répondu à tous les tests. Cela peut durer une heure, deux heures maximum. Pour réussir à enlever le plus possible de tumeur tout en préservant votre qualité de vie, il faudrait idéalement, à la fin de l'intervention, que toute la cavité soit tapissée de sens interdits, chaque stimulation électrique ayant généré un trouble transitoire. Cela voudra dire que nous sommes allés au maximum de l'ablation du gliome, mais que nous n'avons pas le droit d'aller plus loin, sinon nous allons endommager ce « squelette » sans lequel le cerveau ne pourrait pas récupérer. Jamais il ne m'est arrivé de rompre le squelette d'un réseau pendant l'ablation, moment délicat en effet, où les risques sont les plus importants. Mais si chaque fois tout s'est bien déroulé, c'est parce que l'opération est parfaitement sécurisée du début à la fin, grâce à la participation active des patients qui me disent au final où m'arrêter. C'est bien pour cela que j'ai besoin de vous : car c'est vous qui ferez la majeure partie du travail ! Mes explications vous paraissent-elles assez claires, Patricia ?

– Oui, très claires.

– Vous voyez que finalement le cerveau est bien fait, il peut continuer à fonctionner même si on retire une partie importante de ses tissus, comme s'il avait tout prévu : son potentiel est beaucoup plus important que ce qu'on voudrait nous faire croire. C'est d'ailleurs pour cela qu'aujourd'hui, je vous le répète, en dehors des légers troubles de l'attention révélés par votre bilan neuropsychologique poussé, vous allez bien, alors que d'après les livres d'histoire de la neurologie, vous devriez être aphasique.

– Oui, on dirait presque un être à part, dit-elle avec un sourire amusé. Reste à savoir si j'aurai la force de répondre aux tests pendant une heure...

– Il ne m'est jamais arrivé d'interrompre l'opération prématurément. Quand vous serez dans les conditions réelles au bloc, vous découvrirez que vous avez plus de forces que vous ne pensiez. Avez-vous un animal préféré ?

– J'ai un faible pour la girafe.

– Après la faculté de bouger, un des premiers tests que vous allez effectuer pendant que j'agirai sur votre cerveau avec le stimulateur électrique, c'est justement la faculté de reconnaître un animal ou un objet, que l'on vérifiera : prenons alors la girafe, votre animal préféré, dont l'image vous sera montrée par le neuropsychologue. Vous allez en réalité découvrir un dessin d'enfant, n'en soyez pas étonnée. C'est volontaire. En effet, le but est de donner le moins possible d'informations à votre cerveau, donc pas une véritable photo, pas de couleur... mais un dessin schématique plutôt, afin que vous puissiez quand même reconnaître l'image représentée et que le test soit le plus sensible possible, surtout lorsqu'on l'effectue toutes les quatre secondes, sans pause, pendant une à deux heures, pour vérifier l'attention soutenue, voire la double tâche en vous demandant de

bouger en simultané. Cela me permet ainsi d'être plus fiable dans la détection des structures cérébrales cruciales. Quand vous reconnaissez un animal par exemple, cela vous paraît très simple en effet. Détrompez-vous, le mécanisme de reconnaissance visuelle et de dénomination d'un animal met en jeu plusieurs phases dans la connectivité cérébrale : d'abord l'animal ainsi représenté doit être vu, ensuite il doit être reconnu, puis il faut accéder au concept, donc comprendre de quoi il s'agit. Ensuite, il faut être capable de trouver le mot correspondant à l'animal désigné dans le lexique stocké dans le réseau de la mémoire et, enfin, de trouver les phonèmes s'y rapportant et de les prononcer grâce à la mise en route de programmes moteurs propres à l'articulation. Cette tâche fait intervenir la plupart des fonctions du langage telles que je vous les ai déjà décrites au début de notre entretien, et ce d'autant que l'image sera précédée d'une courte phrase à lire : « Ceci est... » et qu'il faudra dire spontanément « une girafe ». Concrètement, pendant que je vais stimuler les réseaux correspondant à chacune de ces opérations, je pourrai induire dans votre cerveau des troubles fonctionnels liés au(x) sous-circuit(s) transitoirement perturbé(s), par exemple ne pas pouvoir parler du tout (troubles de l'articulation), ou dire seulement « Ceci est une... », sans trouver le mot (ce que l'on appelle une anomie), ou dire « Ceci est une lionne » (troubles sémantiques, de la compréhension donc). Vous avez perçu quand même qu'il s'agit d'un animal appartenant au monde des « animaux dans la savane », sans distinguer cependant de quelle espèce il s'agit. Vous avez seulement à l'esprit l'image de ce fauve, animal voisin de la girafe par sa proximité géographique ou d'habitat naturel. Autre cas de figure, vous pouvez également prononcer un mot à la place d'un autre, ce qu'on appelle une paraphasie, ou dire « Ceci est une *cirafle* » (troubles phonologiques), ou encore « Ceci est une maison », car un dessin

représentant une maison a été montré juste avant l’item « girafe » : il s’agit dans ce dernier exemple d’une persévération, c’est-à-dire l’impossibilité de se désengager de ce qui a été dit ou fait au préalable, trouble lié à un problème de contrôle du langage, et ainsi de suite...

Je laisse Patricia digérer mes explications quelques instants, puis j’enchaîne aussitôt, mon objectif bien en tête : l’inviter à prendre sa décision à la force de l’évidence.

– Ce test est simple, mais vous voyez déjà toutes les connexions cérébrales qu’il implique. La compréhension des mots articulés dans un discours fait intervenir aussi la grammaire, comme vous le savez, les règles d’organisation d’une langue, indispensables pour coordonner la liaison des mots et former des phrases dans un récit compréhensible par tous, indispensables aussi pour traduire une langue dans une autre, et donc assurer les échanges entre les différentes communautés humaines. J’insiste sur ce point, car la structure grammaticale diffère d’une langue à l’autre. Par exemple, la langue française distingue le féminin du masculin des pronoms, à la différence de la langue anglaise. La cartographie cérébrale est parvenue à un tel degré de précision qu’elle me permet aujourd’hui de distinguer tous ces sous-réseaux du langage et de les stimuler isolément. Si vous conservez toujours à l’esprit le modèle des épices reliés entre eux et de leurs connexions constituant ainsi des sous-réseaux parallèles, je suis capable avec le stimulateur électrique de perturber uniquement la partie du réseau chargée de la reconnaissance des genres sans toucher au reste du réseau. Si je vous demande pendant le test de langage de nommer l’image d’une maison alors que je viens de désactiver justement le sous-réseau des règles grammaticales (syntaxe), vous allez alors me répondre : « Ceci est *un* maison », vous ne saurez donc plus reconnaître ni le féminin ni

le masculin lorsque vous prononcerez les mots, mais vous aurez reconnu qu'il s'agit d'un élément d'habitation.

– Cette technique de stimulation est vraiment extraordinaire ! s'exclame Patricia, de plus en plus conquise.

– C'est pourquoi la chirurgie éveillée est assez révolutionnaire à plusieurs titres. Plus je vais explorer avec le stimulateur dans la profondeur du cerveau, en direction de ce « squelette » appartenant donc au connectome, commun à tous les êtres humains, plus les circuits des fibres blanches s'entrecroisent, et plus mon intervention augmente par conséquent le risque de provoquer des séquelles pour le patient, d'où la nécessité de les cartographier pour mieux les préserver. Je suppose que vous comprenez à présent la méthode de la stimulation au bloc : il s'agit de tester chacune des fonctions pour délimiter la partie des tissus que l'on peut retirer sans risque.

– Oui, j'ai comme l'impression de voyager moi aussi dans le cerveau, répond-elle.

– Vous voyez, je vais avancer ainsi à petits pas dans la connaissance de votre cerveau, en perturbant une à une les fibres blanches pour vérifier les fonctions en lien avec elles, puis je poserai une étiquette à l'entrée de ce réseau en guise de repérage. Les risques d'erreurs sont proches de zéro.

— C'est pour ça qu'on vous a comparé dans la presse à un géomètre cartographe...

– Ce balisage me permet en effet de vous opérer sans séquelles, et donc de redessiner votre vie avec vous. Imaginez, on pourrait même choisir ensemble les fonctions que vous souhaitez préserver au détriment d'une autre.

– Comment ça ? Je ne comprends pas...

– Il y a quelque temps, j'ai opéré une concertiste russe de renom. Elle était atteinte d'une tumeur. Quand je l'ai rencontrée, elle était

polyglotte, parlant le français, l'anglais, l'italien et l'espagnol, en plus de sa langue maternelle. Mais, pour réussir l'intervention tout en préservant l'usage de ses cinq langues, il aurait fallu cartographier l'ensemble des réseaux : comment s'articulaient-ils d'une langue à l'autre ? Bref, ce repérage aurait réclamé une attention soutenue de la patiente plusieurs heures de suite, ce qui n'aurait pas permis au final de retirer suffisamment de gliome. Pour enlever la tumeur au mieux, j'ai dû alors lui demander de faire un choix : sur les cinq langues qu'elle parlait, lesquelles souhaitait-elle garder en priorité ?

– Que vous a-t-elle répondu ?

– D'après vous ?

– Je pense qu'elle a tout d'abord désiré garder sa langue maternelle, le russe.

– C'est juste. Et ensuite ?

– La langue anglaise pour continuer à être concertiste.

– Encore dans le mille : l'anglais, la langue des échanges entre professionnels de la musique, agents, tourneurs, chefs d'orchestre... Et puis, elle a voulu conserver le français, car elle vit ici, dans notre pays. Finalement, j'ai réussi à réduire considérablement sa tumeur, je n'ai pris aucun risque pendant l'opération, je suis parvenu à conserver les épencentres cérébraux communs à plusieurs langues, mais aussi spécifiques à chacune de ces trois langues. J'ai également réussi à préserver les réseaux de la coordination bimanuelle, indispensable pour une pianiste de haut niveau dont l'agilité des mains, reliée au réseau de l'émotion artistique, doit rester optimale. Aujourd'hui, la patiente continue de vivre de sa passion, elle habite en France, auprès des siens, heureuse, peut-être plus encore que dans les années passées, mais elle a perdu l'usage de deux langues pendant l'opération, celles que nous n'avions pas testées au bloc : l'espagnol et l'italien. Vous voyez, l'essentiel pour elle, au moment de cette prise de

décision, a été de conserver en priorité sa dextérité de virtuose et l'usage des langues de son environnement familial et professionnel afin de poursuivre sa carrière de concertiste. Je me suis adapté à son désir, à ses conditions de vie, qu'elle avait elle-même redéfinies avant l'intervention. Être médecin, c'est quoi, au fond ? Bien sûr écouter et soigner, mais aussi être capable de s'adapter à la véritable qualité de vie d'un patient, comme je l'ai fait avec cette passionnée de piano, car le plus important pour un être humain, ce n'est pas seulement de vivre, mais de vivre selon le projet qui le porte. Et donc, parfois, il faut accepter de perdre un peu pour préserver ce qui compte le plus pour soi.

– Dans mon cas, le plus important, c'est de garder ma faculté de jugement et d'autoévaluation pour espérer un jour devenir juge pour enfants.

C'est un grand moment de joie que d'entendre Patricia formuler cette conclusion, comme une chose naturelle, d'une entière évidence, alors que cela procède en réalité d'un long travail de préparation psychologique. Je crois qu'elle a bien suivi mon raisonnement. La lutte qu'elle doit engager contre cette maladie chronique lui a finalement donné davantage de forces. Je l'avoue, cet instant de complicité avec le patient, lorsque les logiques se croisent comme dans une partition musicale, est un grand réconfort pour moi. Mes efforts pour la convaincre n'ont pas été vains. Je lui dis :

– Vous avez tout compris.

– Et maintenant, pouvez-vous me décrire les tests pour vérifier le circuit de ces facultés ?

Nous voici près du but.

Mais j'observe que Patricia commence à se frotter les yeux. Peut-être a-t-elle relâché la pression en elle, car elle se sent à présent tout à fait rassurée, ou alors s'agit-il des premiers signes d'une chute de sa

concentration ? À ses côtés, Vincent semble lui aussi impatient de voir sa petite amie prendre sa décision. Les parents de Patricia, eux, toujours aussi discrets, m'adressent parfois un signe complice, comme pour me dire : « On espère que notre fille va vous dire oui. Nous, on ne peut rien décider à sa place. On a confiance en elle. » Patricia me regarde fixement, elle attend de moi que je lui dise si elle pourra conserver toutes ces facultés. Je lui réponds :

– Ces dernières années, avec mon équipe, nous avons eu la chance de découvrir en effet les réseaux qui mettent en jeu la compréhension, y compris non verbale, l'autoévaluation et la mentalisation. Ces facultés de l'intelligence propres à l'espèce humaine constituent un des rouages de cette machine incroyable et complexe qui fabrique la conscience : je sais que j'existe, je sais que je pense, je sais que je suis heureux ou que je souffre, je peux en parler et tenter de comprendre pourquoi je pense telle ou telle chose, et ensuite juger du résultat de mes propres actions. Savoir ce que l'on sait et être capable de se juger soi-même forme deux types de consciences distinctes², comme je vous l'ai déjà expliqué, l'une et l'autre étant fortement imbriquées, bien sûr, dans le cadre de la métacognition. Et puis enfin, répétons-le, vous devrez aussi être capable d'évaluer ce que pensent ou ressentent les autres, la fameuse « théorie de l'esprit » déjà évoquée pendant l'entretien. C'est pourquoi nous avons mis au point des tests de jugement, mais aussi des tests émotionnels. Le neuropsychologue va vous montrer le dessin d'une paire de lunettes accompagnée de deux éléments voisins : des yeux et des oreilles. Même procédure, je perturbe le réseau correspondant, ici celui de la compréhension non verbale (puisqu'il ne s'agit pas de parler), et je vais vous demander de désigner lequel des deux éléments est l'intrus (les oreilles). Un autre exemple de test du même type : un gant, une main, un pied (l'intrus). Vous allez certes pouvoir

reconnaître les objets et les nommer si vous le souhaitez, mais sans être pour autant capable de donner la bonne réponse. Vous voyez, dans ce test, votre activité cérébrale ne fait pas seulement intervenir le langage ou la compréhension visuelle, puisque vous pouvez être capable de reconnaître les objets en question (ou pas), mais vous avez tout simplement commis une erreur de jugement³. En outre, toujours pendant que je stimule, nous vous demandons d'autoévaluer votre réponse sur une échelle de valeur comprise entre « très bon », « moyennement sûr » et « pas sûr du tout ». Je relâche ensuite la stimulation exercée sur les réseaux impliqués, vous récupérez aussitôt vos capacités, et je vous demande alors si vous pensez avoir donné la bonne réponse concernant le test d'association sémantique. Qu'allez-vous me dire ? Certains patients reconnaissent avoir bien vu l'énoncé et s'être trompés, d'autres au contraire n'ont plus conscience d'avoir donné une mauvaise réponse : ils savent qu'ils ont dit quelque chose sans pouvoir préciser davantage, il ne s'agit pas ici d'un défaut de la mémoire mais d'un trouble de la conscience...

Il est en effet remarquable d'observer que, pendant la stimulation, certains patients peuvent avoir donné une réponse erronée (par exemple avoir associé les gants aux pieds et non aux mains) tout en s'autoévaluant au maximum sur leur échelle de certitude. En d'autres termes, ils ont eu la conviction absolue que leur réponse était juste. Ce réseau du jugement et de l'autoévaluation agit donc sur la conscience de la conscience (la métaconscience), et il doit bien entendu être préservé, même si malgré tout il peut être difficile au premier abord de mettre en évidence ce type de troubles après l'intervention, car les patients continuent à bouger et à parler en utilisant les automatismes de haut vol que nous avons déjà évoqués. C'est la raison pour laquelle ces déficits ont probablement été jusqu'à présent sous-estimés, en neurochirurgie notamment, mais également

en neurologie au sens large, puisqu'un examen clinique standard peut donner la fausse illusion d'être « sans anomalies », alors même que ces troubles existent authentiquement et peuvent avoir un impact négatif sur la qualité de vie du patient, allant jusqu'à lui interdire de poursuivre ses activités professionnelles. J'ai eu le cas d'un patient centralien soumis à ce test dans les mêmes conditions. Alors qu'il avait fourni une mauvaise réponse, il s'est justifié ainsi : « Oui, j'ai donné la bonne réponse, car les lunettes, on les pose sur les oreilles ! » Même s'il avait conscience d'avoir mal répondu au test, il lui était impossible de l'admettre, et il est allé jusqu'à formuler une explication plausible pour se justifier. Il est loin d'avoir été le seul patient dans ce cas, à se lancer dans de telles démonstrations, en particulier s'agissant du port des lunettes. Moralité, le propre de l'homme est peut-être de ne jamais accepter de reconnaître ses torts, si toutefois il en a « conscience ».

L'exemple de ce centralien amuse beaucoup Patricia. Comme si elle faisait dorénavant partie de notre équipe de chercheurs en neurosciences, elle ajoute :

– Ces tests révèlent donc aussi les éléments de la psychologie des individus.

– En quelque sorte, oui. Ils révèlent surtout notre peur ou notre honte face au vide. En tous les cas, la découverte de ces différents niveaux de la conscience nous amène à réfléchir sur le sens du langage et de la perception : qu'est-ce que comprendre une chose et ensuite en parler ? Enfin, le dernier test que nous vous demanderons d'effectuer sera celui de la reconnaissance des émotions exprimées par des visages, défilant impitoyablement toutes les quatre secondes sur le même écran d'ordinateur avec, à la clef, une autoévaluation selon les modalités déjà exposées. Pendant que je stimulerai, il est possible que vous ne reconnaissiez plus la colère, que vous choisissiez

la joie sans trop y croire (selon votre propre réponse sur l'échelle d'autojugement), ou que vous preniez sincèrement la colère pour de la tristesse. Ce trouble de la reconnaissance des expressions signifierait une perturbation simultanée ou dissociée entre les réseaux de la théorie de l'esprit (percevoir et comprendre le statut mental d'autrui) et ceux de la métacognition, c'est-à-dire la capacité à autoévaluer cette perception, et marquerait une limite à ma chirurgie dans cette partie cartographiée de votre cerveau.

Je marque une pause et jette un œil à l'horloge sur l'écran de mon ordinateur : voilà bientôt deux heures que nous échangeons. Patricia me dit :

– Vous savez, maintenant, j'ai presque hâte d'entrer au bloc opératoire.

La tension relâchée, elle se met à rire. Vincent et ses parents se mettent eux aussi à plaisanter.

– Vous êtes sûre de vous ? On y va ?

– Vous m'avez tellement donné envie d'y croire.

– Croyez-moi, on va retirer la tumeur et vous allez vivre sereinement.

– Je vous crois. C'est même certain, je n'ai jamais été aussi motivée. Vous allez me retirer cette saloperie dans la tête, le plus que vous pourrez. Vous savez, je suis super motivée et aussi... j'ai un peu peur.

– Normal, c'est le trac, comme avant de démarrer une nouvelle vie, en mieux. Maintenant, Patricia, nous avons passé tous les deux un contrat moral : on va réduire la tumeur, et ensuite on ne va plus la laisser respirer. On va la neutraliser, on va la surveiller de très près et si un jour elle revient nous narguer, alors on la réduira encore davantage au bloc opératoire. Vous êtes d'accord ?

Et là, de façon complètement inattendue, comme dans un film de cape et d'épée, elle me lance, tout sourire :

– À la vie, à la mort !

Je n'oublierai jamais son enthousiasme et l'éclair dans ses yeux à ce moment-là. C'est aussi pour cela que je fais ce métier : pour être surpris, toujours, bouleversé et nourri par cette étrange énergie qui jaillit de chacun de nous, alors que tout semble compromis.

Avant de me quitter, Patricia me remercie d'une poignée de main chaleureuse. « Je ne vous lâcherai pas », me dit-elle. Je la regarde un instant rejoindre la porte de l'ascenseur dans le couloir de l'hôpital, entourée de ses proches ; j'ai la conviction intime que la chirurgie sera un succès, grâce à elle.

1. Cette observation avait déjà été formulée par Pierre Marie en 1905.
2. La conscience noétique et la conscience auto-noétique.
3. Ces fonctions de la conscience (jugement, autoévaluation) qui ne concernent pas directement le langage au sens strict, sont donc regroupées sous le terme « métacognition », mais elles sont aussi appelées fonctions supramodales.

L'homme, ce grand émotif

*Comprendre l'émotion chez autrui,
c'est accéder à la connaissance de soi-même.*

Comme le montre le dernier test de reconnaissance des expressions faciales que Patricia devra effectuer à la fin de l'intervention chirurgicale, la part émotionnelle chez un individu est en effet essentielle, et cela à plusieurs titres : elle aide non seulement à créer, mais aussi à mesurer les intentions chez autrui, et donc à anticiper ses actions. Sans émotions, que serait notre conscience ? Imaginez notre communauté humaine réglée sur la même tonalité, par exemple la neutralité émotionnelle : chacun de nous serait sans doute alors privé de toute interaction sociale avec autrui, et nous finirions par tous disparaître dans un abîme d'indécision. Sans émotions, plus de création, et trop d'émotions... tue ! Tel est le paradoxe dans lequel se trouve l'être humain. Les émotions agissent à chacune de nos prises de décision de manière directe ou indirecte : elles sédimentent nos souvenirs, qu'ils soient agréables ou traumatisants, elles stimulent notre volonté, mais elles peuvent également la détruire.

À présent, je suppose que vous comprenez mieux combien la stimulation de cerveaux éveillés m'aide à approcher davantage les profondeurs de l'intelligence humaine, toujours avec cette même obsession de comprendre un jour pourquoi nous sommes capables de créer des œuvres et d'inventer des mondes. Grâce à cette cartographie, nous savons aujourd'hui préserver les réseaux du mouvement, du langage, de la conscience. Mais, pendant longtemps, l'étude des bases neuronales des émotions en lien avec les comportements a été négligée, les troubles de l'émotion étant difficiles à mettre en évidence, notamment chez les patients atteints d'une tumeur, alors que ces problèmes peuvent être très gênants, puisqu'ils peuvent empêcher un retour à la vie socioprofessionnelle. Et pourtant, on l'a vu, la carte des émotions, qu'on appelle théorie de l'esprit (premier niveau de perception des émotions d'autrui) ou mentalisation (plus haut niveau d'extrapolation des intentions d'autrui), constitue un enjeu capital pour l'étude de la cognition sociale, autrement dit pour la compréhension des liens qui interagissent entre les individus. Loin d'être des Robinson Cruséo perdus sur une île déserte, nous sommes surtout des êtres d'échanges unis par les liens sociaux. Il est donc en effet primordial de comprendre de quelle façon notre cerveau façonne l'architecture de nos relations humaines. Or, pour la première fois, grâce à mon collègue neuropsychologue le docteur Guillaume Herbet, nous avons développé, au bloc, les outils nous permettant, non seulement de cartographier ces fonctions dans le détail, mais aussi de déterminer plusieurs niveaux dans la reconnaissance des émotions chez autrui.

Nous avons donc commencé à mieux appréhender les réseaux qui sous-tendent ces fonctions, ce qui nous a permis d'élaborer de nouveaux modèles cognitifs dans la perception des affects. Outre l'intérêt que ces modèles offrent pour les neurosciences

fondamentales, ils pourraient s'appliquer à d'autres pathologies, notamment psychiatriques telles que l'autisme en tant que trouble de la dissociation des réseaux dans la théorie de l'esprit (perception des émotions chez autrui) et ceux impliqués dans la mentalisation de haut niveau (attribution des intentions).

Même si je ne suis pas un spécialiste de cette maladie – raison pour laquelle je m'en tiendrai à quelques généralités –, il me faut tout d'abord préciser qu'elle se déclare chez les jeunes enfants et qu'elle se caractérise par un trouble de la communication dû justement à une impossibilité de comprendre ou de percevoir les émotions chez autrui (donc, une déficience du réseau de la « théorie de l'esprit »), qui entraîne une perturbation des interactions sociales. Il en résulte des troubles de la communication verbale et non verbale, des difficultés à supporter les contacts physiques (troubles de l'interaction sociale), et des troubles comportementaux avec une propension aux actions répétitives et stéréotypées. Voici quelques exemples qui décrivent cette pathologie qui fut diagnostiquée pour la première fois en 1943 par Leo Kanner, pédiatre qui enseignait à l'hôpital Johns-Hopkins de Baltimore et pionnier des maladies infantiles.

S'il vous est arrivé d'être en présence d'un enfant autiste, vous avez peut-être remarqué qu'il est souvent peu aisé de capter son regard, car celui-ci se voit bien souvent dans l'impossibilité de fixer une personne dans les yeux : son regard semble perdu dans un monde parallèle. Si bien que les enfants souffrant de troubles autistiques donnent l'impression d'être isolés quelque part en eux-mêmes et qu'on ne pourra jamais les atteindre ou les arracher de cet endroit indéterminé où ils se trouvent prisonniers, sorte de prison mentale. Cela est vécu comme une véritable déchirure par les parents de ces patients et leurs proches.

Cette incapacité interdit à l'enfant autiste de comprendre ce qui relève de l'émotion, et donc ce qui forme les intentions chez autrui. Autrement dit, il éprouve de grandes difficultés à saisir ce que l'autre représente, et ne parvient pas toujours à interagir avec lui, ce qui nuit considérablement à sa construction mentale. Par conséquent, il se trouve la plupart du temps dans l'impossibilité de s'épanouir au contact des autres personnes. Face au monde extérieur obscur, résolument incompréhensible et chaotique, perçu comme une suite d'événements violents, l'enfant autiste finit par se réfugier dans son espace mental pour se protéger. Il stagne, voire régresse, éprouve de grandes difficultés pour apprendre à communiquer.

Une fois ces désordres affectifs exposés, il vous sera sans doute plus facile de comprendre l'hypothèse que nous formulons avec le docteur Herbert pour expliquer en partie l'origine de cette maladie, qui pourrait donc être produite par une dissociation des réseaux en lien avec la reconnaissance des émotions : bien que le patient soit privé de sa faculté de reconnaître les expressions du visage chez les autres, il n'en demeure pas moins que sa capacité à analyser celles-ci (extrapolation) est restée intacte. Il se trouve donc pris en tenaille au plan de sa conscience : comme il a gardé sa faculté d'extrapolation (la mentalisation de haut niveau), il peut concevoir des récits à partir de ce qu'il observe chez les autres (expressions du visage, gestes associés), mais ceux-ci n'aboutissent qu'à une série d'enchaînements hypothétiques, sans possibilité de les vérifier par la suite, une sorte d'affabulation continue, qui consiste à inventer indéfiniment une réalité aussitôt échappée devant soi. Par exemple, j'aperçois un groupe de gens qui s'agitent dans la rue, ils bougent dans tous les sens ou ils dansent ? Ils chantent ou ils crient ? Ils vont se jeter dans la foule ou bien s'en aller plus loin ? Me demander de crier avec eux ou me chasser ? Impossible de savoir, je suis coincé, au fond d'une

impasse. Ici, le déficit de la mentalisation de bas niveau (la reconnaissance des émotions) est compensé par le haut niveau : l'extrapolation, la surinterprétation.

Cette spéculation émotionnelle qui repose sur du vide empêche l'enfant autiste de saisir l'essence même des individus qui l'entourent, de leur présence au monde, et donc de sa propre réalité au monde. Alors il s'abandonne à l'intérieur de lui-même dans son espace mental, seul lieu de survie pour lui, éternellement rejeté par le monde alentour devenu obscur, voire effrayant. En réaction, il va développer des troubles autistiques, principalement une incapacité à comprendre les interactions entre les individus, traduits par des désordres du comportement. Ainsi il apparaît de plus en plus nettement que l'émotion, trop longtemps laissée pour compte par la communauté scientifique, est un élément constitutif-clé de l'être humain, la cognition n'étant là que pour « contrôler » ou « réguler » l'affect, en quelque sorte, d'où l'importance d'en saisir tous les mécanismes pour éventuellement tenter d'ouvrir nos connaissances aux autres pathologies psychiatriques.

Tout récemment, au cours de l'année 2014, nous avons fait une autre découverte en stimulant ces réseaux complexes impliqués dans la conscience. À force d'observations, j'avais prédit la réaction de ma patiente avant d'entrer au bloc, le hasard ici n'a pas été à l'origine de cette découverte. Avant de lui retirer sa tumeur, je suis parvenu à désactiver les réseaux de la conscience de soi en interaction avec son environnement. Tandis que j'étais en train de perturber ce réseau de fibres, ma patiente a répondu : « Je me sens partir, je suis déconnectée du monde environnant, j'ai l'impression de plonger dans un mur blanc... » J'ai alors aussitôt interrompu la stimulation. Je me souviendrai toujours de la voix de ma patiente, de son sentiment de vertige, elle avait commencé à perdre tous ses repères : la conscience

d'être au monde dans un espace bien défini. Cette dissolution de la conscience de soi dans l'environnement toucherait-elle aussi les personnes frappées par certaines pathologies psychiatriques ?

Dans cette même idée autour de la conscience de son propre corps et de l'espace environnant, il me faut à présent évoquer le cas d'une autre patiente, danseuse professionnelle habituée à se produire dans les galas de haut niveau. Sa tumeur était localisée dans une région qui, selon les livres d'histoire inspirés par le localisationnisme, aurait dû altérer sa conscience de l'espace environnant. En d'autres termes, elle courait le risque d'être héminégligente, c'est-à-dire de ne plus avoir de conscience des événements se produisant dans son héli-espace gauche. Comme vous vous en doutez, ce trouble de la cognition spatiale allait stopper net sa carrière de danseuse. Il fallait donc ôter la tumeur et éviter de générer une telle héminégligence, en respectant les réseaux ayant permis à la patiente une compensation fonctionnelle tout au long de la croissance tumorale, en démontrant ainsi que les mécanismes de plasticité existent pour d'autres réseaux que ceux du langage, et pas uniquement pour la compensation de la pseudo-aire de Broca. Pour cela, j'ai sollicité des collègues neuroscientifiques, les docteurs Paolo Bartolomeo et Michel Thiebaut de Schotten, afin qu'ils puissent tester la patiente pendant l'ablation tumorale.

Voici le test de stimulation que nous lui avons fait passer pendant la phase consciente au bloc opératoire. Nous lui avons demandé de prendre un crayon et de positionner la mine au milieu d'une ligne tracée sur une feuille. Pendant ce temps, j'ai stimulé les réseaux impliqués en surface et en profondeur. La patiente a alors dévié le stylo sur la partie droite, car elle n'avait plus ses repères spatiaux, elle négligeait le côté gauche comme si ce dernier n'existait plus pour elle. Une fois ce réseau identifié, j'ai pu retirer la tumeur en préservant la

cognition spatiale chez ma patiente. Quelques mois plus tard, elle a pu de nouveau danser. Ce résultat prouve qu'il existe bien des réseaux qui interviennent dans la conscience de l'espace, probablement en lien avec les phénomènes attentionnels, démontrant là encore l'interaction entre plusieurs réseaux pour les fonctions intégrées de haut niveau. En tous les cas, ces tests ont donné lieu à une publication dans une des plus importantes revues scientifiques, *Science*, ce qui montre qu'il est possible d'être utile pour les patients tout en faisant de la recherche en équipe à un haut niveau.

La découverte de ces réseaux articulés autour de la conscience et du comportement révèle chaque jour davantage les mécanismes de l'intelligence humaine, son moteur, ses processus d'agencement... Surtout, cette découverte nous laisse entrevoir l'immense potentialité de nos ressources créatives encore largement inexploitées. En explorant le système nerveux, tel un cartographe de territoires d'une incroyable beauté, je commence à percevoir les rouages à l'œuvre dans notre cerveau profond et qui expliquent pourquoi nous avons intérêt à éveiller nos sens pour mieux percevoir le monde environnant et mieux interagir avec lui. Cela devrait sans doute nous encourager à développer davantage nos capacités d'improvisation et de créativité. Car plus on entraîne cette neuroplasticité, plus on élargit l'éventail de nos ressources. Pas besoin de créer une intelligence artificielle. Tout est là, en nous, de façon quasi illimitée. Il faut sans cesse le répéter, les formes de pensée sont donc diverses et d'une prodigieuse richesse et notre activité cérébrale n'est autre que notre capacité à créer, nous renouveler, nous affoler en tant qu'être singulier. Alors l'autre guerre, moins visible, car souvent son action reste souterraine, c'est bien celle de la création contre la censure et la pensée dogmatique. Reste à savoir comment mener cette guerre et dans quel but.

La pensée créative

Année 1999. Paris. La salle de conférence se remplit peu à peu : étudiants, médecins, chercheurs, enseignants, journalistes et quelques apôtres de la zone de Broca, dont les regards tournés vers l'estrade où se tient le conférencier trahissent une certaine méfiance. C'est logique, le conférencier qui va s'exprimer s'appelle George Ojemann, grand défenseur de la chirurgie éveillée, technique encore largement ignorée en France à cette époque, mais qui m'avait permis de mieux connaître les circuits du système nerveux, ouvrant ainsi la voie à la neuroplasticité et au connexionnisme opposé à la zone de Broca. Le modèle du localisationnisme se fissurait à mesure que la cartographie cérébrale révélait la réalité du fonctionnement en réseaux. Et plus ce modèle vacillait, plus ses défenseurs se crispaient sur la branche de leur croyance devenue trop étroite. La lutte contre les dogmes a souvent lieu dans la douleur. Ainsi la chirurgie éveillée suscitait-elle encore la moquerie, en dépit des résultats positifs de son développement au sein de mon équipe à Paris.

Outre le clan des sceptiques, il existait heureusement un réel enthousiasme pour la chirurgie éveillée parmi les jeunes générations. Beaucoup d'internes ou de médecins débutants désiraient apprendre cette technique. Ils la connaissaient seulement à travers les

publications du professeur Ojemann. Leur intérêt pour l'exploration des voies de connexion dans le cerveau était porteur de grands espoirs pour les patients et la recherche en général. De là émergeraient sans doute de nouvelles découvertes. Cette effervescence a fini par me convaincre que je devais inviter George Ojemann à Paris. Rien de mieux qu'un échange direct et humain avec ce brillant neurochirurgien, spécialiste du traitement de l'épilepsie, pour encourager davantage cet élan chez les jeunes générations.

Cette visite a eu lieu trois ans après mon voyage à Seattle. J'exerçais la neurochirurgie oncologique à Paris depuis deux ans. Mes patients opérés se portaient bien, je commençais à étendre la cartographie cérébrale à des fonctions autres que celles du mouvement ou du langage, comme la compréhension non verbale ; j'appréhendais les réseaux de la conscience un peu plus tard. Le développement de cette technique associée à celle de l'imagerie cérébrale apparaissait donc essentiel à ce moment de la recherche dans les neurosciences.

George Ojemann était venu en compagnie d'Ettore Lettich, son électrophysiologiste, qui avait mis au point la machine pour stimuler les épices situés essentiellement à la surface du cerveau de patients éveillés et conscients. De cette façon, Ojemann avait pu cartographier les fonctions du langage en opérant des patients épileptiques et en commençant à entrevoir une organisation neuronale en réseaux, mais sans recourir pour l'instant à la stimulation directe des fibres blanches sous-corticales. Il avait entrevu le principe, mais ne connaissait pas encore le fonctionnement de ces fibres. Je lui avais fait part de mes avancées, mais je n'en étais qu'à mes débuts. Le premier article scientifique que j'ai écrit à ce propos a été publié quelques années plus tard, en 2002.

Sa venue à Paris était aussi très attendue par les chercheurs de l'imagerie médicale : ils allaient pouvoir enfin échanger leurs savoirs avec ce grand connaisseur de la cartographie cérébrale effectuée au moyen des stimulations électriques, et tenter de créer des liens entre ces deux techniques d'observation, ce que j'avais d'ailleurs commencé à faire de mon côté, en explorant le cortex et les fibres blanches sous-corticales en limite des cavités chirurgicales en tant que neurochirurgien, mais aussi en tant que neuroscientifique avec l'imagerie neurofonctionnelle.

Mitch Berger, mon frère spirituel et désormais collègue de San Francisco, avec qui j'étais resté en contact étroit depuis notre première rencontre à Seattle, malheureusement retenu par ses propres travaux, n'avait pas pu se libérer pour effectuer ce voyage. Lui aussi pratiquait la chirurgie éveillée sur des patients atteints d'une tumeur cérébrale. Évidemment, je lui avais fait part de mes découvertes sur l'organisation cérébrale en réseaux. Mais lui, à cette époque, hésitait encore à remettre complètement en cause la zone de Broca, conscient de la révolution que cela allait entraîner. Il était encore sceptique quand nous discutons des concepts de neuroplasticité et de connectivité cérébrale, mais j'espérais bientôt le convaincre que j'explorais dans la bonne direction, en m'appuyant sur de nouveaux résultats. Peu importaient ces divergences, notre amitié n'avait cessé de se renforcer au fil des années.

D'une façon générale, il m'a toujours encouragé dans mes recherches. Ne jamais renoncer à explorer un concept jusqu'au bout. Il a envoyé des neurochirurgiens en stage à Montpellier, dans mon service, pour qu'ils étudient au bloc les stimulations sous-corticales et s'initient au principe de la plasticité cérébrale, puis, quinze ans plus tard, quand les faits lui sont apparus d'une telle évidence devant les nombreuses preuves que j'avais accumulées et qu'il avait vérifiées par

lui-même dans son propre bloc opératoire, en 2014, il a finalement pris la plume pour publier un article dans lequel il a reconnu le bien-fondé de mon approche : les fonctions du langage ne sont pas localisées dans une seule zone du cerveau, mais prises en charge par des réseaux capables de se réorganiser, avec de possibles modifications des cartes entre deux interventions chez un même patient. C'en était donc fini de la zone de Broca et de la vision rigide de l'organisation du système nerveux central ! Cela a été un tournant pour l'approche connexionniste, et surtout une libération pour moi qui étais resté longtemps prisonnier d'une image d'apprenti sorcier. De l'autre côté de l'Atlantique, mon grand frère explorait lui aussi les réseaux du cerveau, et bientôt nous pourrions croiser nos recherches. Il me faut ici lui rendre hommage : il a eu le courage de reconnaître publiquement son erreur, et cela dans l'intérêt des patients et de la médecine en général, ce qui est un comportement rarissime dans la communauté dite scientifique.

Mais à l'époque, au tout début du nouveau millénaire, la technique de stimulation cérébrale corrélée à l'exécution de tâches bien spécifiques était un concept complètement nouveau. Toutes proportions gardées et sans vouloir jouer les héros, j'étais alors le seul à traquer les circuits des fibres blanches *in vivo*, et cela avant même l'apparition de la technologie de la tractographie. Beaucoup de collègues neurochirurgiens me demandaient : À quoi ça sert de stimuler les fibres ? Ils ne comprenaient pas l'intérêt d'une telle intervention qui, chose insensée pour eux, réclamait de surcroît la coopération des patients au bloc opératoire. En réalité, ces collègues me considéraient comme une sorte d'extraterrestre, sinon d'illuminé.

George Ojemann, lui, continuait à utiliser exclusivement l'électrophysiologie pour opérer ses patients, sans la coupler aux imageries fonctionnelles avant et après intervention. Il n'avait pas eu

la chance, m'avait-il dit, d'observer autant que j'avais pu le faire ici, à Paris, en examinant mes patients, les mécanismes de la plasticité. Ce qui était assez plausible du fait de la pathologie dont il s'occupait principalement : lorsqu'un patient subit plusieurs crises d'épilepsie par jour, le cerveau souffre continuellement, il n'a pas la possibilité de se redistribuer de façon optimale comme cela se produit dans le cas de certaines tumeurs cérébrales dont l'évolution est lente, et surtout chez des patients qui restent asymptomatiques pendant de nombreuses années. Pour lui, l'état des patients après l'opération s'améliorait grâce au traitement de l'épilepsie : la réorganisation cérébrale n'intervenait pas ici. Donc, les données que nous avions chacun à présenter au public se complétaient.

Avant d'entrer dans la salle de conférences pour présenter mes deux invités, j'espérais qu'ils recevraient du public un accueil chaleureux. Dans ce genre de confrontation ouverte et sans filet, le risque d'un incident menace toujours, par exemple une attaque déplacée ou incohérente, il me fallait donc rester sur mes gardes. Une fois les présentations achevées, George Ojemann a pris la parole, expliquant son parcours, les avantages et les bienfaits de la chirurgie éveillée. Personnalité d'un grand calme, s'exprimant dans un langage clair, non dénué d'humour, il a vite conquis le public, surtout les plus jeunes, très attentifs et posant de nombreuses questions, en particulier sur l'avenir de la chirurgie éveillée. Pour ma part, en tant que jeune neurochirurgien, j'ai témoigné de mon expérience préliminaire : cette technique prometteuse était accessible à tous. J'avais pu la mettre en œuvre à Paris sans que le professeur Ojemann ne vienne me tenir la main. Chacun pouvait donc s'en emparer, il ne fallait surtout pas en avoir peur : elle était utile pour les patients et aussi un moyen sûr de connaître l'anatomie fonctionnelle du cerveau.

Pourtant, je remarquai dans l'assemblée quelques visages plus sombres sur lesquels pouvait se lire un air de reproche. Peut-être étais-je allé trop vite ? J'avais organisé cette conférence sans respecter les règles hiérarchiques imposées par l'institution médicale. Je n'étais alors que chef de clinique et mes supérieurs ne reconnaissaient pas la technique de la chirurgie éveillée. À vrai dire, je ne suis pas convaincu qu'ils voulaient vraiment s'y intéresser. Donc, soit j'acceptais le joug de mes maîtres et je renonçais à promouvoir cette technique audacieuse, soit au contraire je poursuivais mes recherches et, dans ce cas, je finirais tôt ou tard par m'opposer à eux frontalement. Il faut parfois être rebelle et défier l'ordre établi. Mais avant de se lancer, on doit être certain des propos qu'on avance et avoir effectué toutes les vérifications nécessaires. Il faut aussi être conscient qu'on peut laisser des plumes dans ce genre de confrontation. Comme on dit, il faut avoir les nerfs solides.

Au cours des mois précédents, j'avais commencé à annoncer, preuves à l'appui, que l'aire de Broca n'existait pas. J'avais invité mes collègues sceptiques à observer par eux-mêmes les résultats obtenus auprès de mes patients. Mais la réalité des faits butait sans cesse contre la mauvaise foi de mes contradicteurs. On me qualifia d'hérétique. Si je m'étais arrêté en si bon chemin, alors là, oui, en effet, mon attitude aurait pu être jugée hérétique, et ce d'autant plus que le professeur Ojemann avait démontré depuis vingt ans l'efficacité de cette technique pour soigner les patients. J'avais donc été contraint d'avancer sans associer mes supérieurs hiérarchiques à cette démarche. Je bats ma coulpe.

Pendant la conférence, j'ai brandi à mon tour l'image du bûcher sur lequel justement les institutions religieuses autrefois jetaient les hérétiques pour affirmer qu'on devait dorénavant brûler le modèle de l'aire de Broca. Cette fois-ci, je haussai un peu le ton. J'y suis peut-

être allé un peu fort pour les gardiens du temple... Silence dans la salle. Mon blasphème choquait. Et puis, çà et là, quelques sourires complices commencèrent à s'afficher. Le rapport de forces pourrait un jour s'inverser...

Après les débats, de nombreux jeunes neurochirurgiens sont venus se présenter au professeur Ojemann pour prolonger les échanges. Cela me rendait heureux, je sentais que la neurochirurgie était sur le point de changer, encouragée de surcroît par l'essor de plus en plus évident de l'imagerie cérébrale. On passerait bientôt d'un monde à un autre, du moins je l'espérais.

Les deux jours suivants furent consacrés à la visite de la capitale. George et Ettore, mes deux amis américains, ont arpenté les rues de Paris sans perdre une minute. Toujours émerveillés. Avant de reprendre l'avion, George me glissa à l'oreille quelques conseils. « Garde le cap », me dit-il. Peut-être avait-il senti l'hostilité qui grondait dans mon entourage chez les partisans de l'aire de Broca. Je savais que je retournerais bientôt aux États-Unis et qu'on se reverrait. Le second millénaire qui commençait nous réserverait bien des surprises. Désordres écologiques, grandes découvertes scientifiques, crises politiques, conflits armés... Les recherches sur le cerveau, elles, étaient en tous les cas sources de grands espoirs.

Un peu plus d'un an plus tard, en 2001, un jour de grand bonheur arriva. Un coup de fil m'apprit que j'avais reçu le prestigieux Young Neurosurgeons Award, prix décerné par la société mondiale de neurochirurgie¹. Je n'en croyais pas mes oreilles. Annoncer aussi abruptement une telle distinction peut paraître très prétentieux de ma part. À cette époque, cela avait pourtant beaucoup de sens : comme vous le savez, j'étais très isolé dans mes recherches, et donc cela donnait un grand crédit à ma démarche, je pouvais dorénavant poursuivre mes recherches avec une plus grande sérénité. Enfin, pas

encore tout à fait... Je me rendis à Sydney pour recevoir mon prix. Là-bas, les neurochirurgiens avaient bien compris les enjeux de l'architecture cérébrale en réseaux et de la neuroplasticité. Ils désiraient participer à cette exploration et en tirer profit.

Quelques semaines après, je reçus une invitation pour participer comme intervenant à un congrès sur le cerveau qui devait se tenir à Saint-Malo. Je fus un peu surpris par cette invitation, car parmi les organisateurs figuraient quelques-uns de mes détracteurs. Avaient-ils finalement décidé de s'ouvrir aux idées nouvelles issues du connexionnisme ? Pouvais-je croire à une telle conversion après les avertissements proférés à mon encontre ? Mes espoirs furent vite déçus. Un ami me prévint que ce colloque avait été organisé dans l'intention de me piéger. Des chercheurs – aussi doctes soient-ils – pouvaient-ils réellement agir de cette façon ? Je ne voulais pas le croire, je pensais que mon ami exagérait ou qu'il avait mal interprété les intentions des organisateurs de ce colloque. D'une façon générale, surveiller les attaques fomentées dans mon entourage professionnel exige une attention à laquelle j'ai toujours refusé de me consacrer, préférant libérer mon énergie pour soigner mes patients et développer mes recherches. Il y a sans doute dans ce comportement une forme de naïveté, voire d'inconscience. Peu importait la nature de ce guet-apens annoncé, je décidai malgré tout de me rendre à ce colloque.

Arrivé à Saint-Malo, je filai aussitôt dans la salle de congrès déjà bien remplie. Je m'assis à la table des invités et attendis. Je sentais une certaine gêne autour de moi. Puis le maître de cérémonie a ouvert la séance. Après ma présentation, plusieurs collègues ont commencé à m'interroger, notamment sur la véracité de mes propos. J'ai répondu point par point, en précisant que nos connaissances sur le cerveau étaient encore assez maigres, basées sur des dogmes, et

que l'observation du cerveau au bloc opératoire tendait à démontrer chaque jour un peu plus qu'il était nécessaire de remettre en cause certaines de nos croyances.

Au lieu d'un échange courtois entre confrères partageant le même idéal humaniste, la rencontre s'est peu à peu transformée en un étrange procès à l'issue duquel je devais à tout prix être puni pour avoir commis une faute irréparable. Les organisateurs me bombardaient de questions sans écouter mes réponses. En somme, ils voulaient me voir perdre pied, m'humilier publiquement. Et c'est là, à cet instant, que je me suis senti tel Joseph K., le héros de Kafka dans *Le Procès*, convoqué devant des juges sans jamais connaître la raison de sa condamnation. J'ai déjà dit combien la lecture de ce roman m'avait marqué. Cette fiction soudain s'invitait dans la réalité. Je prenais alors pleinement la mesure du pouvoir d'anticipation des œuvres littéraires, de leur capacité à rendre visible ce que la science ne saura jamais vraiment expliquer : ici, en l'occurrence, la peur irrationnelle de mes contradicteurs devant l'évidence des faits et la violence qui en découle. On peut comprendre leur prudence face à la détresse des patients et de leurs proches confrontés au handicap lourd de la maladie, mais ils étaient supposés étudier le cerveau l'esprit ouvert aux nouvelles données de l'observation scientifique, comme cela leur avait été enseigné pendant leurs années universitaires. Je parvins heureusement à garder mon calme, répondant à chacune de leurs questions de façon précise. Un des points qu'ils se refusaient à comprendre était l'impact de la chirurgie éveillée avec cartographie : je leur ai expliqué ce que j'ai décrit précédemment, à savoir le virage conceptuel du localisationnisme vers le connexionnisme, sur la base des observations effectuées au bloc lors des stimulations des zones corticales et des faisceaux de substance blanche, ouvrant ainsi la porte à la neuroplasticité. Mais

non, selon eux, je n'avais pas le droit d'opérer dans ces conditions, car je prenais des risques inconsidérés susceptibles de nuire à l'état des patients.

En sortant de la salle, je suis allé me promener sur le port. J'étais un peu abasourdi, j'avais comme une impression d'irréalité. L'air de l'océan me fit grand bien. Le spectacle auquel on m'avait forcé de participer était absurde. Je devais m'en remettre à l'évidence : les organisateurs de ce déplorable procès avaient tout fait pour me briser dans mon élan et me détruire. Je ne parvenais pas à comprendre le sens de ce geste. Mais l'effet sur moi fut inverse. J'allais continuer plus que jamais à développer mes travaux, dans l'intérêt des patients, bien sûr, mais aussi pour changer les modèles de neurosciences cognitives et les enseigner aux plus jeunes générations, que je pousserais à poursuivre davantage dans cette voie, et cela dans une démarche de cercle vertueux allant diamétralement à l'encontre de la scène que je venais de vivre. Ma détermination était désormais totale.

Depuis ce jour, une longue réflexion commença : Pourquoi existait-il autant de freins et de blocages dans l'organisation humaine ? Pourquoi ce penchant au dogmatisme ? Pourquoi la communauté humaine choisit-elle toujours la solution la moins adaptée sous prétexte qu'elle semble plus simple ? Par exemple, il y a un siècle de cela, Pierre Marie avait déjà clairement remis en question l'aire de Broca et le localisationnisme, en décrivant son « quadrilatère » qui expliquait que le patient Leborgne était devenu aphasique en raison d'une lésion qui avait endommagé non seulement plusieurs aires corticales mais aussi leurs connexions sous-jacentes. Pourtant, le schéma simplissime et faux de Paul Broca a été « sélectionné » par la « société savante », et a prévalu pendant tout le XX^e siècle, à tort. Dans le même état d'esprit, pourquoi les écrits de Campbell sur l'hodotopie n'ont-ils pas retenu l'attention ? Pourquoi

les nombreuses observations effectuées ces dernières années par les neurologues concernant les cas de récupération fonctionnelle consécutifs à une lésion au sein des régions cérébrales considérées comme « critiques » n'ont-elles pas poussé les scientifiques à s'intéresser davantage au concept de neuroplasticité, pourtant si porteur d'espoir s'agissant du potentiel d'auto-réparation cérébrale ? Cette voie de recherche a-t-elle été volontairement sous-estimée ? Il doit bien y avoir dans notre cerveau des mécanismes qui expliquent la reproduction de ces modes relationnels castrateurs à l'échelon de la société ! En attendant de pouvoir répondre à ces questions, je compris que je ne serais jamais un animal politique, mais seulement un médecin de famille qui opère des cerveaux, en espérant un jour percer les mystères des réseaux neuronaux du cerveau humain, tel un explorateur d'un nouveau continent. C'était déjà beaucoup, la vie m'avait placé sur un terrain de jeux extraordinaire. Pas question de perdre mon énergie dans la gestion d'une carrière professionnelle et de pantoufler dans un bureau. Mais comment rester libre et continuer mon travail en toute sérénité ? Pour cela, je devais préparer ma défense contre d'éventuelles prochaines attaques. Ainsi, les années suivantes, j'ai coché toutes les cases requises, universitaires et administratives. Ma thèse en neurosciences en poche, j'ai obtenu le titre de professeur de neurochirurgie, et c'est à ce moment-là que j'ai décidé de créer une équipe Inserm. J'ai ensuite été admis à l'Académie nationale de chirurgie et, plus récemment, à l'Académie nationale de médecine. J'ai également obtenu de nombreux prix, dont l'Herbert Olivecrona, décerné par le Karolinska Institutet à Stockholm (l'équivalent du prix Nobel de neurochirurgie), j'ai reçu plusieurs fois le titre de docteur *honoris causa*, j'ai publié des centaines d'articles scientifiques, j'ai été invité pour donner des centaines de séminaires sur tous les continents, et j'ai reçu dans mon

bloc opératoire des collègues de plus de cinquante pays différents... Voilà dans les faits comment s'est traduite ma détermination. Si je répondais à tous ces impératifs, on me laisserait enfin tranquille pour poursuivre mes recherches. Je gagnerais en autorité et la reconnaissance de mes pairs.

Le congrès désastreux de Saint-Malo eut au moins cette vertu : il me renforça dans mon désir de continuer à être utile. L'autre effet positif fut de fédérer autour de mes recherches les jeunes générations, ainsi que d'obtenir le soutien de quelques anciens qui avaient bien conscience que le localisationnisme menait dans une impasse : tôt ou tard il serait nécessaire d'adapter la neurochirurgie actuelle à cette nouvelle donne. J'ai commencé à enseigner ma technique aux jeunes, un mouvement de fond se mettait en marche...

Quinze ans plus tard, j'en connais un peu plus sur le système nerveux central, je peux enfin apporter quelques explications concernant ces comportements dogmatiques qui empêchent le développement d'une intelligence sociale entre les individus basée sur le partage des savoirs... Tout d'abord il me faut rappeler que les interactions entre les individus sont conditionnées par les circuits de notre cerveau qui sous-tendent ce qu'on appelle la cognition sociale, comme les réseaux de la compréhension des intentions chez autrui.

Dans notre vie quotidienne, nous sommes amenés à exécuter les mêmes gestes, commandés par nos habitudes. Avant d'entrer au bloc opératoire, un de mes premiers gestes, rappelons cette évidence, consiste à me laver les mains. Je n'ai même plus besoin d'y réfléchir, cette mesure d'hygiène se déclenche automatiquement. Elle m'a été apprise dès le début de ma formation universitaire. De même je donne des consignes à mes patients : rester calme, maîtriser sa respiration, rester concentré, autant de conseils prodigués spontanément, qui relèvent du bon sens, cette fois-ci. Dans ce genre

de situation, mes gestes sont dirigés par un système d'automatismes inscrits dans le cerveau. Ainsi, à force d'habitudes, notre système nerveux finit par formater nos gestes et nos comportements en établissant des priorités. Il procède de cette façon en réponse à un principe écologique qui vise à économiser un maximum d'énergie. En effet, à chaque instant, le cerveau cherche la solution la moins coûteuse en fonction de nos planifications génétiques, éducationnelles et environnementales. Alors, bien sûr, d'un côté ce gain d'énergie nous aide en certaines occasions à libérer du temps pour nous concentrer sur des concepts plus novateurs (la recherche, la créativité, l'imagination), mais d'un autre côté, l'excès de conditionnement du cerveau peut ôter aux individus leur capacité à improviser. Le cerveau décide seul, car il est autodidacte, il reproduit les mêmes gestes et les mêmes comportements, à l'exemple des représentants de la communauté scientifique qui n'ont cessé pendant cent cinquante ans de privilégier l'aire de Broca au détriment des autres théories. Sur le plan sociétal, il existe donc une pensée autodidacte qui émane du cerveau. Cette pensée a tendance à prioriser, à épouser la solution la plus adaptée à ce qu'elle connaît déjà et qui la rassure. Résultat, on ne sait plus réfléchir par soi-même. Ce qui expliquerait, selon moi, notre soumission aux dogmes. On pourrait presque passer toute une vie sans réfléchir par soi-même, car la société pense à notre place en proposant un même modèle social, pour lequel on finit par développer une forme d'addiction. Mais au fond on a toujours le choix, on peut échapper à ces formatages en utilisant l'introspection, la méditation, les images mentales, à la condition avant toute chose de savoir en certaines occasions inhiber les propositions préconditionnées de notre cerveau, pour s'en libérer et mieux en reprendre le contrôle au bout du compte.

Le cerveau nous apporte sans cesse des solutions, que ce soit par l'intermédiaire de conditionnements réflexes ou d'images mentales, mais il faut parfois être capable de s'en extraire pour réfléchir par soi-même et échapper aux dogmes. Et le seul moyen dont nous disposons pour y parvenir, c'est la mise en avant de notre part créative, qui réclame de savoir rejeter nos formes de pensée habituelles, donc d'apprendre à désapprendre, de contourner, bifurquer, se remettre en question, bref de réfléchir autrement et de se frotter à d'autres imaginaires.

Loin de vouloir expliquer tous les mécanismes de la création, on peut toutefois supposer qu'ils mettent en jeu la compréhension verbale et non verbale, les fonctions exécutives, la mémoire, en particulier celle dite « de travail », qui permet de mémoriser et de manipuler les informations en temps réel, et donc de prendre des décisions au fur et à mesure des événements, mais aussi l'imagerie mentale, la conscience auto-noétique, et surtout l'émotion... et probablement quelque chose en plus ! Mais quoi ? Heureusement, cela reste mystérieux, et sans doute encore pour longtemps. Mais en connectant ces sous-réseaux entre eux, la fonction créative augmente considérablement nos facultés de perception et de compréhension, par un phénomène d'amplification et de potentialisation. Dans cette logique, si on admet que notre cerveau n'a cessé de se développer tout au long de son histoire grâce au pouvoir de la connectivité au point que nous sommes capables d'inventer des concepts à tout moment, alors on peut dire que la part de notre créativité demeure infinie, comme si notre imagination se déployait elle aussi à l'infini, élargissant sans cesse l'espace de notre conscience, de notre introspection et de notre improvisation.

1. World Federation of Neurosurgical Societies (WFNS), fondée en 1955.

La vie au bloc opératoire

Patricia est arrivée à l'hôpital la veille de son opération, le soir comme c'est la coutume pour chaque futur opéré. Elle et sa famille ont de nouveau rencontré toute l'équipe, l'anesthésiste, le neuropsychologue, les infirmières, et bien entendu moi-même. Patricia relève la tête et me salue. Je lui demande comment elle se sent d'une voix calme et fluide. L'opération commence déjà dans ces premiers mots échangés qui doivent immédiatement instaurer confiance et sérénité. Bien sûr, demain est un grand jour pour Patricia, avec la chirurgie de sa vie, mais pour moi aussi... Dans mon esprit, il ne sera jamais question de banaliser l'acte chirurgical. Au contraire, j'aborde toujours l'intervention avec des yeux neufs, tout en gardant en mémoire mes acquis accumulés depuis des années. Bien soigner, mais aussi préserver le charme le plus longtemps possible : cette tension qui va hisser chacun de mes gestes pour tendre vers la perfection, à l'instar de mon modèle, Keith Jarrett, lorsqu'il monte sur scène pour jouer chaque note comme si sa vie en dépendait. Je voudrais graver mes gestes de cette même intensité. Pourquoi une opération du cerveau ne serait-elle pas en cela proche d'une œuvre d'art ? Bien sûr, une fois à l'intérieur du bloc opératoire, je suis seulement un neurochirurgien concentré vers un seul objectif : réussir

l'opération selon les séquences qui ont été planifiées avec un soin maniaque. Voilà le paradoxe : chaque geste est considéré en lui-même dans son unité et de façon optimale comme une note de musique, mais aussi intégré dans une chaîne de parfaite logique. La musique du geste et la séquence temporelle comptent tout autant. Au fond, la chirurgie, c'est comme de la dentelle : si la pièce de tissu présente un accroc, tout l'ensemble sera fichu. Sans cette logique, l'opération ne serait qu'un acte technique, que l'on peut reproduire un certain nombre de fois, probablement avec de bons résultats, mais très vite il conduirait dans une impasse où tout deviendrait figé et obsolète. L'introspection à travers l'imagerie mentale n'est pas un vain mot, elle m'aide à maîtriser mon influx nerveux, à atteindre une profonde concentration.

Aux yeux de certains de mes collègues qui connaissent ma pratique de neurochirurgien, je suis un extrémiste, j'en ai bien conscience. Chacun place la barre à la hauteur souhaitée. Pour ma part, il est hors de question de me laisser prendre dans la routine, sans quoi je risquerais de finir aveugle, sans comprendre par exemple que Patricia a une sensibilité et un vécu uniques, et donc je perdrais quelque chose d'important dans notre échange. Il me paraît impossible de procéder autrement. Si je devais opérer en faisant le service minimum, je le vivrais comme un échec et je préférerais renoncer.

Patricia m'annonce que ses examens universitaires se sont bien déroulés. Elle devrait obtenir son master de droit, elle n'a jamais travaillé aussi durement pour surmonter la fatigue et les troubles passagers de l'attention provoqués par la tumeur. C'est même bizarre combien elle se sent motivée, me précise-t-elle. Maintenant elle se sent parfaitement prête à entrer au bloc opératoire, ajoute-elle simplement, elle a hâte d'être réveillée et de vivre ce moment. Son

enthousiasme pourrait sembler légèrement forcé. Je sens un peu d'appréhension sourdre en elle, et c'est bien normal. De toute façon, on ne peut plus reculer, dit-elle encore, n'est-ce pas ? La répétition des tests avec Guillaume Herbet, le neuropsychologue, s'est bien passée. Patricia a aussi rencontré l'anesthésiste ce jour-là, qui a détaillé une nouvelle fois chaque séquence, en insistant en particulier sur l'arrivée au bloc opératoire, le positionnement optimal de Patricia sur la table d'intervention pour éviter les éventuels points d'appui, incluant déjà la participation active de la patiente. À quelques heures de l'opération, je lui en rappelle les principales étapes, je lui dis des mots très simples, qui relèvent davantage d'un coaching : « C'est parfait, vous êtes prête, nous sommes tous très concentrés, nous allons donner le meilleur de nous-mêmes en travaillant ensemble sans relâche jusqu'à ce que le but soit atteint, comme si nous étions aux Jeux olympiques, l'objectif étant de gagner la médaille d'or. » L'échange est bref, sinon les doutes pourraient surgir. Tout a déjà été expliqué lors des consultations précédentes.

Je la laisse se préparer tranquillement dans sa chambre aux côtés de Vincent, son petit ami. Je poursuis quelques visites de patients, puis je retourne dans mon bureau. Là, je visualise les gestes que je vais bientôt effectuer en salle d'opération. Moment de concentration essentiel. Chaque séquence ainsi visualisée correspond dans les faits à un chronomètre précis : l'anesthésie, l'ouverture du crâne, l'échographie avec le repérage de la tumeur, les stimulations, les vérifications des limites fonctionnelles corticales, l'ablation des tissus infiltrés par la tumeur, la détection des fibres blanches que je peux (je dois !) avoir parfaitement anticipées dans mon imagerie mentale, l'identification optimale de la balance entre l'excision la plus large possible du gliome et la préservation des réseaux neuronaux, puis la fermeture du crâne, une fois la patiente de nouveau endormie. Ces

séquences et ces rythmes m'ont appris à opérer assez rapidement. C'est notamment en écoutant la musique de John Coltrane que j'ai pensé à cette façon de procéder. Ce célèbre musicien de jazz avait en effet l'habitude de s'asseoir en face de son saxophone et de s'imaginer en train de jouer en regardant son instrument. Je me suis identifié à cette image pour planifier l'intervention de mes patients. C'est pourquoi l'entrée au bloc opératoire nécessite des heures et des heures de travail au préalable. Non seulement il faut travailler soi-même pour visser tous les boulons comme dans une compétition de Formule 1, pour reprendre cette métaphore du sport de haut niveau, mais il faut également travailler avec l'équipe, et cela pour tendre vers un but commun : que chacun soit irréprochable du point de vue technique pour enfin atteindre ensemble une sorte de grâce symphonique pendant l'opération. Cette préparation m'apporte une grande satisfaction, j'ai besoin que cela ressemble en effet à une symphonie ou à un ballet, quand toutes les pistes et les séquences sont synchronisées en un réglage harmonieux. Alors cela m'ôte toutes les craintes, la concentration restant la plus forte, en d'autres termes la cognition devant reprendre le dessus sur l'émotion.

Le lendemain, à la première heure, je rejoins mon équipe au bloc opératoire : l'anesthésiste, le neuropsychologue et les infirmières assistantes de bloc, notamment l'instrumentiste qui est en train de préparer la table opératoire avec tous les instruments indispensables au bon déroulement de l'intervention, étape par étape. Nous échangeons les informations strictement nécessaires, ni plus ni moins. Chacun connaît sa tâche, ce qu'il doit faire et ne pas faire. Dans quelques minutes, nous allons concourir pour une compétition de très haut niveau. La concentration atteint son point maximal, elle conditionne tous nos gestes. L'anesthésiste a préparé ses doses, calculées en fonction du poids de Patricia et de la durée de

l'opération. Le bon fonctionnement des appareils dans la salle d'opération, en particulier l'échographe et le stimulateur, a été vérifié. Je jette un regard circulaire : tout semble bien en place.

Pendant ce temps, Patricia a été conduite dans la salle d'opération. « Comment vous sentez-vous ? » « Je vais bien, merci. » « Nous allons vous endormir. » On l'installe sur la table d'opération, couchée sur le flanc comme je le lui ai déjà expliqué pendant les entretiens, de manière à rendre accessible le crâne, les détecteurs de rythme cardiaque installés, la ventilation contrôlée sur masque laryngé.

Le produit anesthésiant est injecté dans ses veines. Un, deux, trois, quatre... Patricia sombre dans le sommeil.

L'infirmière glisse le bac à eau sous la tête de la patiente endormie, et elle lui lave les cheveux avec de la Bétadine® pour les stériliser. Je vais pouvoir ainsi opérer sans raser les cheveux. Patricia retrouvera sa belle chevelure intacte au réveil. Ensuite je cale les branches de la têtère d'un bord à l'autre du crâne pour bloquer d'éventuels mouvements de la tête. Je vérifie la bonne exécution de chacune de ces étapes. Aucune pensée parasite ne vient me déranger. Mon état de concentration a écarté les visions du monde extérieur au bloc opératoire. Rien que la vie ici, dans cette salle climatisée où règne le rituel des gestes.

Une anesthésie locale du crâne est pratiquée après avoir tracé l'empreinte de la cicatrice à inciser au feutre bleu, depuis le bord de l'oreille vers l'avant du front. Ensuite je place les films protecteurs sur la chevelure et un champ stérile au-dessus du crâne, de manière à isoler celui-ci tout en préservant le champ visuel de la patiente, qui sera amenée pendant la phase d'éveil à travailler avec le neuropsychologue, et donc à visionner l'écran de l'ordinateur installé devant elle.

L'infirmière me tend le bistouri, que je dirige sur la trace bleue, le dessin de la future cicatrice. Je procède à l'incision du cuir chevelu. Puis je prolonge l'incision au niveau du muscle temporal, tandis que le cuir chevelu est maintenu soulevé au moyen de fils de traction. Une fois la surface osseuse bien dégagée, je la perce avec un foret électrique. Los soulevé, j'accède enfin à la méninge, que j'ouvre après l'avoir anesthésiée. Me voici face au cerveau mis à nu.

Avant de poursuivre, il faut repérer les contours de la tumeur, cette fois-ci à l'aide d'un système d'échographie en temps réel. L'image du cerveau apparaît sur l'écran de contrôle, la tumeur au milieu, comme une tache sombre. Cette technique de visualisation très simple évite l'utilisation de méthodes trop complexes basées sur une technologie de plus en plus présente au bloc opératoire, dont beaucoup de chirurgiens deviennent dépendants, qui coûte très cher, et dont le bénéfice (ne serait-ce que financier) n'a jamais été démontré. Le risque d'une telle technologie omniprésente est qu'elle donne l'illusion de compenser le manque de connaissances, tel un gadget hors de prix qui serait au final l'arbre qui cache la forêt. Au contraire, la chirurgie éveillée que je pratique se veut « épurée », utilisant un minimum de moyens techniques et d'artifices, afin qu'elle puisse être reproduite dans tous les pays du monde sans considération financière liée au matériel. En revanche, elle s'appuie sur la connaissance du cerveau et sur la motivation sans faille de l'ensemble des protagonistes, y compris les patients, bien sûr.

Voilà une heure que nous sommes au bloc. Prochaine étape : les tests, les stimulations, la cartographie de surface...

Patricia est réveillée en quelques minutes après l'arrêt des drogues par l'anesthésiste, l'infirmière lui retire son masque laryngé. Le neuropsychologue entre alors au bloc opératoire et s'assoit à hauteur de son visage.

– Patricia, vous m’entendez ?

Elle lui répond d’une voix faible, ralentie par les effets du produit anesthésiant qui bientôt se dissipe. Puis elle retrouve sa pleine lucidité :

– Ça va, je me sens bien.

Je me connecte avec elle en lui parlant à travers le champ.

– Tout va bien, me dit-elle.

Nouvelle phase de repérage, cette fois-ci des différentes limitations anatomiques autour de la tumeur qui vont définir le champ opératoire : le gyrus précentral, le gyrus frontal inférieur, la fameuse région dite de Broca.

Guillaume, le neuropsychologue, se penche :

– Patricia, vous êtes avec moi ?

– Oui, je suis là.

Au timbre de sa voix, il me semble en effet que Patricia réagit avec toute sa lucidité. Je la préviens :

– Si vous êtes d’accord, nous allons commencer les premiers tests. D’accord ?

Tout d’abord le test de motricité et d’articulation.

Guillaume lui explique :

– Comme on l’a fait hier, vous allez compter les mouvements de votre bras, de 1 à 10, d’une voix assez forte.

Pendant ce temps, le stimulateur posé à un certain endroit du cortex envoie de l’électricité pour créer une lésion virtuelle de la fonction motricité et comptage.

Guillaume intervient :

– Le bras de Patricia se bloque...

Cela veut dire que cette partie intervient dans la motricité.

L’infirmière me tend le bac dans lequel se trouvent les étiquettes numérotées. J’en saisis une avec ma pince, puis je la pose sur la partie

que je viens de stimuler : un sens interdit, limite de la zone d'excision. Je prévient Patricia que nous allons continuer.

Patricia se remet à compter pendant qu'elle bouge à nouveau le bras, mais cette fois, c'est la parole qui s'interrompt :

– ... deux, trois, qu...

J'arrête la stimulation, Patricia peut recommencer à parler, et me demande :

– C'était dans la région de Broca ?

– Bien sûr que non, cette zone de blocage était en arrière, elle ne nous gênera pas pour enlever la tumeur ! À présent, nous allons tester les autres fonctions du langage. Vous êtes d'accord ?

– Oui, je suis prête.

Guillaume lui montre à l'écran une série d'images qu'elle doit reconnaître. Patricia les nomme tour à tour :

– Ceci est une botte... Fauteuil, chat, arrosoir, train, chenille, dindon, sceau, lion, accordéon, canard...

Guillaume lui demande :

– Ce mot-là, vous ne le reconnaissez pas ?

– Non, mais ça me dit vaguement quelque chose...

Elle ne sait pas reconnaître l'image d'un arbre. Pose d'une nouvelle étiquette.

Je lance à travers le champ :

– Patricia, comment vous sentez-vous ?

– On continue, monsieur Duffau.

Le test de dénomination se poursuit.

– Monsieur Duffau, Patricia ne reconnaît plus le genre, me prévient Guillaume.

– Très bien. Maintenant, nous allons tester le sous-réseau de la sémantique.

Guillaume lui montre une nouvelle série d'images avec cette fois-ci la nécessité pour Patricia d'identifier l'intrus. Patricia se concentre à nouveau, jusqu'à ce qu'elle dise « Je ne sais pas » : un nouvel épice de centre du réseau vient d'être identifié.

Peu à peu, les fonctions du langage sont repérées, la cartographie se poursuit. Cela fait quinze minutes que Patricia répond aux tests. Tous les membres de l'équipe restent bien concentrés. J'ai l'impression que chacun de nos gestes se voit guidé par une intelligence supérieure : celle de tous nos cerveaux connectés.

La stimulation des fonctions du langage a été répétée plusieurs fois. Une dizaine d'étiquettes jalonnent la surface du cortex. Entre ces points, je sais que je peux opérer.

– Patricia, vous travaillez très bien, nous avons notre carte de surface, je vais pouvoir commencer à enlever la tumeur. Je vais vous demander de faire les tests en continu, jusqu'à ce que j'arrive au contact des fibres en profondeur. C'est d'accord pour vous ?

– Aucun problème, je suis très motivée !

Cette fois, j'incise la surface du cerveau, et je débute l'ablation, juste au niveau de la région de Broca, chère à mon cœur, comme je ne peux pas m'empêcher de le faire remarquer aux neurochirurgiens visiteurs dans le bloc opératoire, dont j'avais sincèrement oublié la présence du fait de ma concentration intense, mais à qui je parle à cet instant précis, car ils vont voir leurs convictions les plus profondes ébranlées lorsque je vais enlever cette « aire de Broca », alors que Patricia restera capable d'effectuer les tests du langage sans aucun problème. Dorénavant, ils ne pourront plus opérer de la même manière dans leurs services, et de nombreux patients dans les pays respectifs où mes visiteurs pratiquent la neurochirurgie devraient bénéficier d'une meilleure prise en charge, et cela juste parce qu'ils

auront entendu cette phrase provocatrice lors de ce geste qu'ils imaginaient impossible jusqu'à ce moment-clé.

D'un geste fluide, je continue de creuser, je suis à cinq centimètres de profondeur. J'ôte une partie du cerveau infiltré par la tumeur, morceau que je dépose ensuite dans un récipient destiné au laboratoire pour l'analyse. Nous sommes à une heure d'éveil. Je déclare à Patricia :

– Nous avons enlevé une bonne partie de la tumeur, autour de 70 %. On peut faire plus. Vous êtes d'accord ?

Elle me dit qu'elle est un peu fatiguée, mais qu'elle va bien, et qu'elle va continuer à m'aider.

Puis je demande à Guillaume de vérifier le discours spontané de Patricia.

– Comment s'appellent vos parents ? Quel âge avez-vous ? lui demande-t-il.

Elle répond convenablement. Nous reprenons alors la tâche de dénomination, pendant que Patricia effectue régulièrement un mouvement du bras et de la main.

Au fond de la cavité apparue suite à cette première ablation, je sais que je vais bientôt me rapprocher des fibres blanches, et que dans peu de temps je vais commencer à utiliser les stimulations sous-corticales pour identifier ces câbles entrecroisés qui sillonnent le cerveau en profondeur.

– Patricia, nous allons maintenant tester les fonctions du jugement, mais aussi de la reconnaissance des émotions...

– Allez, c'est parti, dit-elle.

Guillaume fait apparaître une nouvelle image sur l'écran de l'ordinateur : une paire de lunettes, un œil, une oreille.

– Vous vous souvenez de ce test, Patricia ?

Je pose mon stimulateur sur un des bords de la cavité chirurgicale.

– Quel est le bon mot que vous devez associer à la paire de lunettes ? interroge Guillaume.

Patricia donne une mauvaise réponse : « Oreille. »

Je lui demande si elle pense avoir donné la bonne réponse. Elle ne sait pas répondre : je suspends la stimulation et je répète ma question.

– J’ai dit oreille, comme votre patient centralien. Mais moi, je sais reconnaître mon erreur : une paire de lunettes sert à mieux voir et non à mieux entendre, donc l’intrus, c’est le mot oreille.

– C’est bien, Patricia, vous travaillez bien. On va continuer.

Je suis impressionné qu’elle trouve la force de plaisanter. À présent, je sais que je ne peux pas pousser plus avant l’ablation du cerveau infiltré dans cette direction, car je suis arrivé au contact des réseaux qui sont impliqués dans la compréhension.

Je teste une autre partie, et cette fois-ci elle répond juste à ce même test, donc je sais que je vais pouvoir retirer un peu de tissus infiltrés dans cette partie du cerveau qui n’intervient pas dans la fonction. Mais, auparavant, je dois tester le réseau de la mentalisation, cette fameuse « théorie de l’esprit »...

Guillaume m’alerte : Patricia commence à s’assoupir, ses forces s’amenuisent de plus en plus rapidement, ce qui est normal puisque voilà un peu plus d’une heure qu’elle est active.

– Patricia, vous m’entendez ?

– Oui, je vous entends, je reste avec vous...

– Vous pensez que l’on peut continuer ? Il faut que l’on teste votre capacité à reconnaître les émotions.

– Ça ira...

Sa voix est faible. Je prends le pari de poursuivre.

– Encore un quart d’heure, d’accord ?

– D’accord.

Guillaume lui montre un ensemble d’images représentant des visages. Patricia doit reconnaître leurs expressions : colère, joie, tristesse... Je déclenche les stimulations, elle hésite, mais finalement elle parvient à lire les visages sur l’écran.

– C’est parfait, lui dis-je. Vous voyez, je commence à bien connaître votre cerveau. Là, je sais que je peux en retirer encore un peu, c’est sans risque si vous continuez à m’aider.

Puis je déclenche une nouvelle série de tests et là, « attention, Patricia bloque », me signale Guillaume. Elle ne sait plus à quoi correspondent les expressions sur les visages. Donc, de ce côté-ci des fibres, il faut également que je m’arrête.

– Nous allons refaire une dernière séance de dénomination, je vais gagner un peu plus vers l’avant et en profondeur, il reste de la tumeur que nous devrions pouvoir retirer : vous êtes toujours avec moi ?

– Je suis fatiguée mais je vous avais promis d’aller jusqu’au bout : je vais faire le dernier test que vous me demandez.

J’enlève une dernière partie, je suis à six centimètres de profondeur, il faut que je stimule à nouveau, car je sais que je suis au contact d’un faisceau crucial. Cette fois, Patricia ne peut plus du tout parler, nous sommes à la limite de cette fameuse connectivité.

Je m’arrête alors d’opérer, je demande à Guillaume d’interrompre les tests, et je m’adresse à Patricia :

– Patricia, vous avez bien conscience du fait que vous avez de plus en plus de difficultés, et ce pour tous les tests ?

– Oui.

– Cela est dû aux stimulations que j’effectue, notamment en profondeur : dès que je touche les fibres avec la sonde, vous bloquez. Cela veut dire que je n’ai pas le droit d’aller plus loin, sinon, vous en

garderiez des séquelles. Cela veut également dire que nous sommes allés au maximum, comme nous nous l'étions fixé, et tout cela grâce à vous : félicitations !

– Merci. Vous êtes certain que je vais tout récupérer ?

– Vous allez le vérifier par vous-même, en effectuant pour la dernière fois les tests, mais pour vous : moi, je ne fais plus rien.

Patricia compte ses mouvements de bras jusqu'à dix, elle nomme une dizaine d'objets à l'écran, et enfin elle reconnaît l'image de la joie sur un visage. Les fonctions ont été vérifiées, tout est en ordre. Voilà, c'est un mélange de jubilation froide et d'intensité extrême. L'enchaînement des étapes m'a conduit à ce geste d'une totale évidence : nous avons enlevé cette tumeur supposée « inopérable » dans l'aire de Broca, et Patricia va reprendre une vie normale.

– Patricia, vous voyez, on a réussi, j'ai retiré plus de 95 %¹ de la tumeur, nous vérifierons le pourcentage précis sur l'IRM de contrôle après l'intervention, mais dans tous les cas, il faut désormais s'en tenir là.

– C'est super ! me dit-elle avec une émotion indéfinissable dans la voix.

Le cerveau de Patricia a été enlevé jusque dans les limites des fonctions, il va maintenant se réorganiser après une période de troubles transitoires, il saura trouver les ressources pour cela. Patricia l'aidera grâce à une rééducation orthophonique qu'elle commencera à domicile dès la semaine prochaine.

Elle s'est battue avec l'énergie de ses espoirs de jeune femme qui désire vivre plus que tout.

Les membres de l'équipe autour de moi restent impassibles, ils attendent ma réponse.

– Patricia, vous avez bien travaillé, bravo ! On est tous fiers de vous ici !

À son tour, Guillaume la congratule.

– Maintenant, on va vous rendormir. Une nouvelle vie commence pour vous, Patricia.

Patricia cligne des yeux, emportée par les drogues de l'anesthésiste.

Aussi gros qu'une balle de tennis, le morceau de cerveau infiltré par la tumeur a été envoyé au laboratoire. Cette fois-ci, je crois qu'une nouvelle partie vient de s'achever, la maladie va être contrôlée pour un temps.

Je commence à refermer la méninge, puis le crâne, en repositionnant le volet osseux, puis la peau.

On emmène Patricia en salle de réveil...

Je remercie les membres de mon équipe avant de quitter la salle d'opération.

J'ai rejoint mon bureau. La matinée a été prenante, mais elle ne ressemblait à aucune autre, sans être pour autant tout à fait si différente. Probablement quelque chose de nouveau sur le cerveau m'apparaîtra quand j'aurai visualisé l'IRM postopératoire de Patricia, et qu'elle aura bénéficié de son premier bilan neuropsychologique de contrôle. Aujourd'hui, j'ai en effet été interloqué par l'organisation des réseaux impliqués dans la compréhension, par rapport à ceux qui sous-tendaient l'empathie (la mentalisation). J'ai encore tellement de choses à découvrir, à maîtriser pour améliorer mes résultats, puis à enseigner. Cette perspective m'encourage, me donne la force de continuer. Demain, ma discussion avec le cerveau se poursuivra ; lui et moi, nous avons un ennemi commun : la tumeur.

L'après-midi, je rends visite à Patricia. Son visage est légèrement tuméfié à cause de l'hématome lié à la cicatrice, c'est normal. Mais cela va vite se résorber. Elle éprouve quelque difficulté à parler et à se concentrer. Là encore, rien de plus normal. Je lui dis qu'elle va rester

en observation à l'hôpital pendant quatre ou cinq jours. Demain on effectuera une IRM de contrôle pour vérifier objectivement la qualité de l'ablation tumorale. Puis, quand on aura reçu les résultats histologiques (analyse de la tumeur en laboratoire), on verra s'il convient ou non de compléter l'acte opératoire ou si une simple surveillance suffira. Dans trois ou quatre jours, Patricia aura droit à un nouvel examen neuropsychologique. Si cet examen confirme une bonne récupération de l'activité cérébrale, et je n'en doute pas, elle pourra ensuite retourner chez elle et commencer la rééducation cognitive avec l'aide de l'orthophoniste (en particulier concernant le langage et l'attention) et enfin retrouver une qualité de vie optimale au bout de quelques semaines.

Pendant le traitement de Patricia, tous les intervenants au sein de l'hôpital ont été sollicités, mis en connexion comme dans un cerveau ultraperformant : neuropsychologues/orthophonistes, anesthésistes, neuroradiologues, neuropathologistes et, bien sûr, le staff des infirmières. Une équipe pluridisciplinaire, c'est la clé de la réussite.

– Merci, monsieur Duffau, me dit-elle. Sans vous...

Les mots de Patricia me touchent même si je ne le montre pas trop, un sourire m'échappe.

– Mais c'est vous qui avez fait tout le travail ! Vous avez été formidable, Patricia. Et vous vous souvenez que nous avons passé un pacte ?

– Oui, je reviendrai vous voir tous les ans pour surveiller ce qui se passe là-dedans, dit-elle en pointant son index vers son front.

– Vous avez tout compris, Patricia.

– C'est nous... On est les plus forts, dit-elle encore d'une voix pleine d'espoir malgré la fatigue.

Six mois après l'opération, les nouvelles de Patricia sont bonnes. Elle n'a pas eu besoin de chimiothérapie. Elle a bien suivi les

exercices de rééducation postopératoire et, surtout, elle a retrouvé complètement sa joie de vivre, elle prépare son concours pour être juge. Elle m'annonce qu'elle voudrait faire un enfant. L'été prochain, elle va se marier avec Vincent.

Quelques années plus tard, elle me dira qu'une des meilleures choses qui lui soit arrivée dans la vie a été d'avoir eu une tumeur au cerveau. Depuis, elle a confiance en elle, elle sait qu'elle a participé activement à cette intervention, à sa récupération, mais, surtout, elle sait désormais aller à l'essentiel dans la vie, ce qu'elle était dans l'impossibilité de faire avant cette aventure. L'être humain est toujours capable de plus.

1. Il m'arrive souvent d'ôter jusqu'à 98-99 % de la tumeur, voire parfois plus de 100 % en prenant de la marge autour de l'anomalie visible sur l'IRM quand il n'y a pas d'aires fonctionnelles à proximité.

Le cerveau de l'organisation humaine

*La vie s'offre à nous comme une situation
exceptionnelle à embrasser de front, alors
pourquoi donc la société fabrique-t-elle
des êtres apeurés et inhibés ?*

Mon travail de chercheur me conduit à voyager beaucoup dans le monde pour donner des conférences sur le cerveau : en Europe, en Asie, aux États-Unis, en Amérique latine, en Afrique... Je quitte le rythme intense des consultations, des opérations, de la gestion du service de neurochirurgie, de la formation des jeunes internes ou des neurochirurgiens résidents venus de l'étranger pour apprendre ici la chirurgie éveillée, Japonais, Brésiliens, Chinois, Américains, Canadiens, Saoudiens, Européens, Russes..., puis, une fois les tâches planifiées et déléguées aux membres de mon équipe, je m'envole vers d'autres destinations. Ces déplacements dans les autres capitales ne sont pas motivés par un désir de dépaysement. Tout d'abord, je mets un point d'honneur à répondre du mieux possible aux invitations de mes collègues ou de mes correspondants. Ensuite, j'espère toujours être ému ou enrichi par les nouvelles rencontres, et surtout je mise beaucoup sur le développement du réseau de la recherche à l'échelle

internationale, sans recourir obligatoirement aux institutions trop souvent sclérosantes. Pour espérer changer les cartes de notre société figée, il faut avant tout connecter les individus, en particulier les plus jeunes...

Il y a peu, j'ai donné une conférence dans une grande université américaine. Un peu plus rassuré à présent par mes années d'expérience, je me suis permis de déclarer haut et fort : « *You are not in a church.* » (Vous n'êtes pas dans une église.) Non, en effet, nous étions alors réunis dans le temple de la rationalité scientifique, et pourtant... certains des professeurs présents continuaient à y enseigner l'aire de Broca et le localisationnisme. Sachez que cette approche largement battue en brèche par les découvertes de l'observation au bloc opératoire reste encore inscrite aux programmes de nombreuses universités dans le monde. En outre, il est fréquent d'entendre comme seul argumentaire dans ce type de congrès ceci : « Je crois... » ou « Je ne crois pas... » Pour ma part, je me contente alors de dire : « Je vous ai montré mes chiffres, basés sur un grand nombre de patients, qui tous ont bénéficié de tests objectifs après les interventions, et cela après désormais presque vingt ans de recul : je ne crois qu'aux faits. Maintenant, je voudrais voir vos résultats à vous. » Généralement, ma tirade coupe court à toute discussion superflue, mais elle reste perçue comme trop agressive, et en tous les cas politiquement incorrecte. Comme si le but des sociétés savantes était la politique du conservatisme et le culte des traditions, si dépassées soient-elles...

Dorénavant, je commence systématiquement mes exposés de cette même façon, en disant que nous sommes avant tout des scientifiques et non les croyants d'une religion immuable. Pour moi, c'est une manière de contrer par anticipation les arguments qu'on m'oppose régulièrement lors de ces conférences : « Vous n'avez pas encore assez

de preuves vous autorisant à avancer de tels propos, vous allez à l'encontre des normes établies depuis longtemps, comment osez-vous nier cent cinquante ans d'histoire ? »

L'anéantissement des dogmes réclame de longs et laborieux efforts. Parfois plusieurs générations n'y suffisent pas. Les nouveaux conquérants du connexionisme parviendront-ils un jour à imposer selon les critères académiques les modèles dynamiques du fonctionnement cérébral, tel que je viens de le décrire (réseaux délocalisés, parallèles et interactifs), afin d'atteindre un palier supplémentaire dans la compréhension du système nerveux, et puis enfin se poser d'autres questions plus abouties, reposant sur une base scientifique solide et non pas sur des « croyances » ? C'est mon vœu le plus cher...

Dans certaines universités, l'enseignement de la plasticité cérébrale débute timidement : elle est principalement enseignée du point de vue des cellules et des synapses (au plan microscopique), plus rarement élargie aux fonctions cérébrales et à leurs connexions dans une vision d'ensemble. L'idéal pour la promotion de la plasticité et de la connectivité cérébrale serait de publier davantage d'articles à ce sujet dans les grandes revues scientifiques, telles que *Nature* ou *Science*, par exemple. J'ai eu cette chance avec mon équipe et mes collaborateurs. Malheureusement, les articles qui se voient retenus dans ces prestigieux et influents journaux portent généralement sur des sujets extrêmement fondamentaux et pointus, comme la génétique des drosophiles ou l'électrophysiologie dans le cerveau d'un rat. Même si cela reste possible, les articles traitant par exemple des bases neuronales d'une ou de plusieurs fonctions dans le cerveau humain ont beaucoup moins de chances d'y être publiés. Dans cet état d'esprit, par souci de confort, de nombreux chercheurs limitent leurs travaux à la recherche fondamentale, même si beaucoup

prétendent travailler de concert avec les médecins pour développer des applications cliniques.

Vous pensez que les scientifiques, chercheurs ou cliniciens des différentes disciplines échangent beaucoup entre eux : leurs savoirs, leurs techniques ? Détrompez-vous ! Par exemple, dans les congrès de neuro-oncologie internationaux auxquels je participe, les intervenants parlent aisément d'espérance de vie (médianes de survie), de cellules souches et de leur faculté autogénératrice, de leur possible rôle dans la genèse des gliomes, des nouvelles molécules anticancéreuses et de leur mode d'action à l'échelon cellulaire, mais ils n'évoquent quasiment jamais les fonctions cérébrales, les mécanismes de neuroplasticité et leurs influences dans la qualité de vie des patients porteurs de tumeurs du système nerveux. À l'inverse, dans les autres congrès de neurosciences où je suis également invité, les intervenants se succèdent allègrement à la tribune pour parler des réseaux des neurones, des bases neuronales du langage ou de la « théorie de l'esprit », mais aussi bien sûr de la neuro-imagerie et des progrès en ce domaine, comme l'état de repos, la connectomique (cartographie des réseaux), mais pratiquement aucun de ces thèmes n'est mis en relation avec... le traitement des pathologies !

Autrement dit, les communautés de la recherche vivent cloisonnées à l'intérieur des lieux de pouvoir où elles ont émergé. La science transdisciplinaire n'existe que très peu dans les faits. Ce constat vaut pour tous les pays du monde. Pour le chercheur, il est bien sûr plus sécurisant de creuser un sillon dans le domaine de spécialité où il a été reconnu, plutôt que de tisser des liens avec un monde voisin et prendre le risque de perdre pied. De même que pour le clinicien, et notamment pour le chirurgien, il est plus rassurant de rester dans son bloc opératoire plutôt que de s'ouvrir aux sciences plus fondamentales, qui pourtant sont incontournables si l'on

souhaite continuer à progresser tout au long de la vie, en particulier quand on opère le cerveau, organe où tant de découvertes restent à faire pour améliorer les résultats chez nos patients. On retrouve ici encore le vieux démon des humains : la peur de l'inconnu, mais aussi peut-être l'éternel système réflexe qui pousse à l'économie et freine nos décisions, commandé par notre cerveau autodidacte comme expliqué précédemment. Ainsi, la plasticité cérébrale et le cerveau autodidacte seraient à la fois antagonistes et pourtant complémentaires : autrement dit, le but profond de l'être ne serait-il pas d'atteindre régulièrement un nouvel équilibre, instable et donc dynamique, ballotté entre ces « points cardinaux de l'esprit », et cela afin de conserver son état de questionnement permanent et de continuer à évoluer au sein d'une construction mentale singulière ?

À la fin de la conférence où j'avais lancé le slogan de guerre des scientifiques contre les croyants, une jeune femme se présenta à moi. Julianne était étudiante en master de neurosciences et passionnée par la sociologie. Elle préparait un mémoire sur les comportements sociaux au sein des entreprises. Dans le cadre de cette recherche, elle voulait savoir si j'avais découvert dans le cerveau des fonctions spécifiques aux interactions sociales. Comme elle paraissait hantée par son sujet, j'acceptai de m'entretenir avec elle. Je ne manque jamais une occasion d'aider les étudiants de bonne volonté. Outre la transmission d'un savoir, j'essaie en général de leur ouvrir les yeux sur les dimensions philosophiques de la médecine et de la science : justement la question de l'abolition du dogmatisme et du prêt-à-penser. Voilà en résumé les propos que je leur tiens : « Vous avez vu ce qu'il est possible de faire, maintenant c'est à vous de placer la barre où vous le souhaitez, l'important est d'y croire, d'oser, de travailler, de concrétiser et de valider vos résultats pour continuer à évoluer. » En somme, je leur inculque une façon d'être à l'égard du

patient et/ou de la recherche plutôt qu'une formation technique, autrement dit, un style. Et d'ailleurs je ne saurais dire comment cette relation à la médecine s'est imposée à moi. Il y a eu comme une sorte d'harmonisation entre tous mes désirs, une symbiose de plusieurs éléments, un équilibre qui me semble être une évidence mais que jamais je ne chercherai à imposer à mes étudiants. À eux de trouver leur propre musique...

Bref, ma porte est toujours ouverte. Cela doit sans doute se savoir, c'est pourquoi Julianne n'a pas hésité à me solliciter. On s'est retrouvés en fin d'après-midi à la cafétéria du campus. Vive, audacieuse, obsédée par la question des utopies de l'organisation sociale, elle voulait savoir si notre cerveau proposait des modes de fonctionnement inédits, susceptibles de servir de modèle pour l'établissement d'une nouvelle forme de société. En plein dans mon sujet de réflexion.

Tout d'abord, je lui ai expliqué que le fonctionnement du cerveau et celui de la société ne se ressemblent pas. Pire encore, les qualités des individus se diluent à mesure qu'ils gravissent les échelons de la pyramide sociale. En effet, à l'échelon individuel, le cerveau fait preuve de plasticité : il se remodèle, il s'adapte, il contourne les obstacles. Malgré nos différences culturelles, il existe un cerveau minimum commun. Cette base est universelle. Mais ensuite on se construit chacun à sa manière, car plus on s'éloigne de ce cerveau commun, plus il existe une variabilité anatomique et fonctionnelle entre les individus, autre aspect de cette plasticité cérébrale : tout l'inverse de ce qu'on m'avait expliqué pendant mes années d'études de médecine. Donc, non seulement chaque individu est différent, mais en plus cela se reflète dans les cartes du cerveau. L'organisation sociale, elle, reste étrangement figée... Voilà ce qui différencie la vie en groupe des individus. Julianne voulait que je lui explique

pourquoi, persuadée que ma connaissance de la connectivité cérébrale m'avait livré les secrets de l'univers. J'ai dû freiner ses ardeurs en lui répondant que je n'avais pas réponse à tout. Pour reprendre la formule bien connue de Socrate : « Tout ce que je sais, c'est que je ne sais rien. » Mais j'avais toutefois relevé certains éléments, que vous connaissez déjà, vous, cher lecteur. Je lui ai surtout fait remarquer que le modèle rassurant du localisationnisme avait été étendu à l'échelon sociétal. Et ce modèle porte un nom terrible : la hiérarchie, qui établit des cases et des castes, du haut vers le bas, pour contraindre les individus à l'immobilisme, ce pouvoir pyramidal qui ôte aux individus leur désir de faire et de créer. Ce que j'appelle le cancer social.

Je lui rappelai mon impression persistante : la sensation que nous vivons dans une société telle que l'avait anticipée Franz Kafka, une société absurde, écrasée par le poids de la hiérarchie justement, des lois aveugles tombées du haut des institutions pour broyer les individus. Nous sommes entourés de machines qui nous déchiquent les uns après les autres, comme dans la nouvelle de ce grand auteur intitulée « La Colonie pénitentiaire ». Julianne l'avait lu elle aussi, elle comprenait ce que je ressentais, me dit-elle.

Oui, je le cite souvent, lui ai-je répondu. Les artistes sont souvent des visionnaires, car ils savent sortir des normes pour regarder et penser le monde autrement. La fonction créative est une des façons de combattre la dictature de la hiérarchie et de notre cerveau autodidacte, qui préfère la répétition de gestes sécurisés plutôt qu'un abandon à l'improvisation, pourtant vitale pour explorer de nouveaux territoires. Il faut donc apprendre à rompre avec ces réflexes. Et pour cela, la création, considérée à tort comme une fonction futile, deviendra très utile pour chacun d'entre nous : pour se donner le pouvoir d'abolir la hiérarchie, de transformer un destin pris dans

l'engrenage de ce déterminisme mortifère en un projet de vie original. Grâce au pouvoir de la création, chacun peut décider de se soustraire à la puissance de ce formatage et redevenir pleinement un individu. Ce qu'on appelle « l'âme humaine », c'est tout simplement la conscience de soi-même, l'identité personnelle, la conscience de ce qu'on voudrait produire pour soi ou pour les autres, en tous les cas hors des sentiers battus. Personnellement, loin de vouloir ériger mon cas en exemple à suivre, j'ai besoin d'être connecté aux autres pour progresser. Là où je me trouve aujourd'hui sur le plan professionnel, cela paraîtra un peu vaniteux de ma part, mais je pourrais très bien vivre sur mes acquis, me laisser embrigader par la société, endormir par elle... Mais justement je fais tout pour continuer à me remettre en question, toujours à travers les mêmes valeurs : la motivation, l'énergie, la créativité, et aussi en me connectant aux personnes avec lesquelles je peux interagir efficacement dans un esprit collaboratif, en essayant de me libérer de toutes les contraintes administratives, économiques, sociales ou politiques. Jamais je n'accepterai de me laisser emprisonner dans une case. Beaucoup de personnes vivent dans la peur et acceptent d'être aliénées par les institutions. Pourquoi ? C'est une vraie question, à laquelle je n'ai pas encore toutes les réponses. Donc, la conception d'un cerveau organisé en régions soutenue par les idéologues de la neurologie à la fin du XIX^e siècle semble avoir été contaminée par l'inefficacité de l'organisation humaine occidentale. Si bien que la société n'a cessé de fabriquer des êtres ligotés dans la reproduction des mêmes gestes et des mêmes comportements : ne pas apprendre à penser, vivre séparés les uns des autres, tout en se donnant l'illusion d'être connectés, par le biais des règles de bienséance sociale. Il n'y a rien de plus nocif que la société hiérarchisée, une cellule ultracancérogène nichée à tous les étages de l'organisation humaine.

– Supprimer le système de la hiérarchie ! s’est exclamée Julianne. Vous aussi, vous rêvez d’utopie, alors...

– Jusqu’au jour où l’utopie devient réalité, comme pour les autres rêves, qu’il s’agisse de voler dans les airs, de conquérir l’espace ou d’opérer le cerveau.

– Vous n’avez pas peur qu’on vous coupe la tête ?

– On a déjà essayé, mais je suis toujours là. La peur, on y revient toujours, comme une vague qui s’écrase sur le même rocher à chaque nouvelle marée. La peur fait elle aussi partie de ce cancer social dont je viens de vous parler. Elle se trouve sans doute inscrite dans notre cerveau primitif : sans elle, les premiers hommes auraient été pétrifiés devant l’apparition soudaine d’une bête féroce, incapables de fuir et aussitôt dévorés. Au début de l’humanité, elle était bien utile. Mais peu à peu, cette émotion instinctive a été mise en scène par les institutions pour priver les individus de leur capacité à créer et les dresser les uns contre les autres. La peur contemporaine, plus diffuse, à l’origine d’un grand nombre de blocages mentaux, cesse parfois de jouer son rôle d’alerte face au danger, car celui-ci a tout simplement changé de nature et est lui aussi devenu diffus, sournois, camouflé derrière des menaces sociales. Par exemple, la crainte d’un licenciement, ou encore celle d’être considéré comme un « trublion » au sein de la société, voilà une autre forme de violence physique ou morale. Alors, il faut inviter les gens à rompre définitivement avec la peur et les freins qu’elle développe dans leur cerveau.

Julianne me regardait avec de grands yeux étonnés. Peut-être me trouvait-elle un peu trop illuminé ? Ou alors espérait-elle un discours plus conventionnel de ma part ? Elle réitéra sa question :

– La hiérarchie est donc un mode qui vous paraît obsolète, sinon inapproprié à la nature humaine ?

– J'en suis intimement convaincu, puisqu'elle part d'un principe qui n'est pas en adéquation avec le fonctionnement réel du cerveau mais est issu de la philosophie rigide et étreinée du localisationnisme qui nous a été enseignée, comme pour occulter d'autres modèles. Je pense bien sûr à celui de l'architecture en réseaux soutenu par quelques visionnaires, malheureusement aussitôt rejetée par les institutions. Pourquoi ? Tout simplement parce que son modèle déstabilisait l'ordre établi. En outre, il n'est pas vraiment prouvé que le système de la hiérarchie soit le plus efficace en matière de production. Il existe une grande déperdition de la productivité à l'échelon individuel, en raison justement de la pression exercée par les responsables de la direction et des multiples rouages intermédiaires et stériles dans ce système de formatage.

– Je suis d'accord avec vous, et cela d'autant plus que ce modèle n'est plus adapté à la sensibilité des jeunes générations, habituées à l'esprit collaboratif des réseaux sociaux ou de l'économie Internet. C'est pourquoi d'ailleurs on voit aujourd'hui se développer de nouvelles formes d'échanges économiques avec le développement des fab labs initié par le Massachusetts Institute of Technology (MIT), des ateliers de fabrication qui mettent à la disposition du public des outils et des technologies pour aider les créateurs à développer de nouveaux concepts. Ces ateliers technologiques défendent une autre approche du travail et de la production, basée justement sur le partage des savoirs.

Elle avait raison de préciser ce point. Probablement que ce type d'expérience participe en effet à une sorte de révolution dans le domaine de l'organisation sociale. Tout dépendra par la suite de la rapacité des grands groupes toujours prêts à absorber ces initiatives et à les détourner de leur objet initial. Comme pour beaucoup d'idées novatrices, le concept qui y préside peut être légitime, mais

l'application qui en résulte s'avère souvent galvaudée au contact des agents économiques.

Julianne voulait en savoir plus au sujet de la connectivité cérébrale.

– Mais alors, si la hiérarchie n'a plus sa place, quelle autre forme d'organisation existe-t-il dans le cerveau et dont on pourrait s'inspirer ?

– Vous avez assisté à la conférence, n'est-ce pas ? Alors vous souvenez-vous du mécanisme de la mise en connexion simultanée et transitoire de plusieurs épices cérébraux en lien avec les fonctions ?

– Oui, je pense avoir compris votre raisonnement. Ce que vous appelez la synchronie provisoire des réseaux ?

– Exact ! Comme vous le savez, il existe dans le cerveau une sorte de mouvement perpétuel : des épices distants les uns des autres se connectent en permanence pour assurer telle ou telle fonction ; ces sous-réseaux sont eux-mêmes capables d'interagir à loisir pour fabriquer une pensée unique de chaque instant, dynamique donc, symbiotique, conceptuelle, capable de s'ajuster en fonction des modifications de l'environnement. Ici, dans le schéma d'organisation proposé, il ne s'agit plus de subir aveuglément des décisions tombées d'en haut, mais de s'organiser par petits groupes interdépendants, qui communiquent entre eux, non pas de façon verticale comme dans le modèle hiérarchique, mais sur un plan horizontal, en circuits à la fois parallèles et interconnectés. Autrement dit, l'information circule librement en réseaux, selon des rythmes et des associations qui varient au cours du temps. Ces groupes situés à des points différents de la carte économique et sociale, non supérieurs aux autres, œuvrent dans le cadre d'une mission à mener dans un temps donné. D'autres ensuite peuvent se substituer à eux avec de nouvelles compétences.

Comme dans le cerveau avec la connexion provisoire des épices centres nerveux, ici certains de ces groupes de travail deviennent cruciaux à un moment précis de la chaîne de production d'une tâche, assurant leur rôle de catalyseur, puis se mettent en retrait au profit d'un autre quand il s'agit d'activer un nouveau volet des compétences ou de la mission en cours. Ainsi la production des biens et des services se fabrique et se valide à proportion des besoins humains et de la répartition des ressources. Évidemment, je ne suis pas aussi naïf, je sais que si on venait à proposer aux pouvoirs publics un tel mode d'organisation sociale, celui-ci serait aussitôt taxé de pure élucubration et discrédité. Mais en réalité, je n'ai rien inventé, ce système d'organisation existe dans la nature, c'est justement le principe des voies de circulation.

– Et vous avez déjà mis en pratique ce modèle ? Vous paraît-il si viable dans les faits ?

– J'essaie en effet de l'appliquer avec mon équipe en développant un réseau de recherche pluridisciplinaire à l'échelon international. Nous avons mis en relation plus de 350 centres dans plus de 50 pays, dont les responsables sont venus dans notre département et peuvent désormais communiquer entre eux par notre intermédiaire ou de façon directe. À l'instar des *hubs* cérébraux évoqués pendant la conférence, ces centres collaborent de différentes manières. Parfois ils s'associent autour d'une même modalité, par exemple plusieurs services de neurochirurgie partagent leurs données afin d'augmenter le pouvoir statistique sur de plus grands nombres de patients opérés. Ou parfois encore ces centres combinent diverses compétences (multimodales) délocalisées. Par exemple, un centre de neuropsychologie dans un premier pays crée un lien avec un centre de biologie moléculaire dans un second pays. Ce lien est établi directement entre les deux unités ou bien par l'intermédiaire d'un

centre de neurochirurgie situé, lui, dans un troisième pays. Je suis à peu près certain que cette « synchronie » entre neurosciences cognitives et génétiques des tumeurs n'aurait pas été autorisée dans ce système si conventionnel de la recherche actuelle.

– Et cela est efficace ? poursuit Julianne.

– Les premiers résultats le prouvent, puisque nous avons plus que doublé l'espérance de vie chez les patients porteurs d'un gliome de bas grade, tout en préservant leur qualité de vie, voire en l'améliorant. En tous les cas, il me plaît de voir certaines de ces équipes, dans leur pays ou leur cercle culturel, commencer à s'accaparer ce nouveau modèle pour l'essaimer autour d'elles, tout en restant connectées à la structure (anatomie) et à la philosophie (fonction) de ce maillage inspiré du connexionnisme cérébral. Bien sûr, cette interactivité n'est valable que si elle repose sur un objectif clair. Chacune de ces équipes profite des retours (*feed-back*) en provenance des autres centres de recherche : l'information circule donc bien dans tous les sens. De là surgiront des découvertes importantes, des actions concrètes, du moins je l'espère. C'est ma façon de lutter contre le vieux système de la hiérarchie (fixe et localisé) et de tester l'organisation en réseaux (synchronique et délocalisée), mon objectif étant d'instaurer une vraie rupture, une vraie révolution conceptuelle. Oui, j'espère bien que cela déclenchera un changement, du moins dans le monde professionnel dans lequel j'évolue, dédié à la compréhension du cerveau et au traitement de ses pathologies. Alors, bien sûr, mon rêve le plus insensé serait de voir ce modèle influencer peu à peu l'organisation sociale, comme par capillarité, de place en place, et pourquoi pas, dans un second temps, changer de « paradigme sociétal » et faire surgir d'autres formes d'échanges, même si cela relève effectivement davantage de l'utopie... Je crois qu'on aurait tort de cracher sur l'exemple si

intelligent donné par notre propre fonctionnement mental interne : sa justesse, sa poésie, sa fluidité, et aussi son efficacité. Mais, face à l'inertie immense entretenue par les institutions, je me dis parfois que ce combat est perdu d'avance. Seulement, je ne m'avoue pas vaincu, dans le sens où je continuerai à utiliser le cerveau comme modèle.

Julianne me fixait avec un air enjoué, tout en étant déconcertée, comme si elle avait soudain aperçu l'étendue de la tâche à accomplir pour elle et toutes les personnes de sa génération. Elle était d'accord pour dire que l'organisation sociale devait modifier radicalement sa façon de fonctionner en s'inspirant de ce que le cerveau fait de mieux. Du haut de sa belle jeunesse, elle déclara que jamais elle n'abandonnerait, elle, son désir de briser cette fatalité. Il y avait quelque chose de péremptoire dans cette promesse, mais aussi de profondément généreux.

Julianne me remercia, puis elle me proposa d'achever notre entretien. Mais avant de me quitter, elle me demanda :

– Puis-je vous poser une dernière question ?

– Je vous écoute.

– Vous allez continuer à explorer le cerveau ?

– Oui, tant que mes forces me le permettront.

– Imaginons que vous parveniez un jour à trouver l'équation absolue qui explique le fonctionnement du cerveau, que feriez-vous dans ce cas ?

Je réfléchis un moment, avant d'ajouter :

– Je ne peux pas répondre à cette question pour l'instant. Une autre fois peut-être...

Elle se leva et me remercia. Je lui dis que moi aussi j'avais été ravi d'échanger des idées avec elle. Je lui tendis ma carte de visite :

– Surtout, n'hésitez pas à me contacter si vous avez des éléments complémentaires à me demander pour votre mémoire.

Le soir, dans ma chambre d'hôtel, je tardai à m'endormir. Tous les temps forts de cette journée revenaient se ficher dans ma mémoire. Influencé sans doute par ma discussion avec Julianne, je fis un bilan traduit en images mentales. Je revis les moments décisifs de ma vie, lorsque j'ai renoncé à la musique pour m'inscrire à la faculté de médecine : ce fut le début d'une longue histoire d'amour avec le cerveau. J'en percevais subitement l'étrange densité, le chemin que cette histoire m'avait fait parcourir jusqu'ici, frappé par les soubresauts de l'adversité, les joies et les peines si nécessaires quand on a la chance d'imaginer, de penser, de créer. L'émotion m'étreignait, je pouvais à présent mieux comprendre comment cette sensation se produisait dans les méandres de ma conscience et de ma mémoire. J'aurais voulu m'installer devant un piano et jouer du Satie ou improviser quelque chose qui puisse traduire en musique ce que je ressentais. Tout au long de ce parcours, j'avais toujours décidé selon mes choix en dépit de la pression sociale, car je savais dans quelle voie je voulais me diriger. Je m'y étais engagé en sachant que j'allais me découvrir en route et saisir chaque nouvelle opportunité. Demain, peut-être ferai-je une découverte fondamentale sur le cerveau, ce qui me conduira à changer de direction : le plaisir de me surprendre, d'atteindre un niveau de conscience supérieur, de prétendre à une forme de sagesse.

Et dans les semaines à venir, les mois, les années, quoi d'autre ? Continuer mon travail de chercheur en neurosciences et de neurochirurgien, mais aussi et surtout de médecin de famille, car je connais la vie de chacun de mes patients avant et après les avoir opérés, trésor inestimable. Je connais leurs proches, ce qu'ils ont enduré eux aussi, j'ai recueilli parfois leurs confidences. Et la grande leçon que j'en tire, je le répète, c'est l'extraordinaire force morale dont les patients font preuve face à la maladie. Quand ils découvrent

la tumeur, ils se pensent condamnés, et puis peu à peu ils parviennent à puiser en eux des ressources inouïes, jusqu'à accepter d'avoir le crâne ouvert et de travailler avec des stimulations électriques dans le cerveau. Beaucoup de mes étudiants présents au bloc opératoire se demandent comment mes patients réussissent à surmonter leur peur. La réponse est donnée par les patients eux-mêmes : « Regardez-moi, je suis en vie, je l'ai fait. J'ai des projets. » J'évoque de nouveau cette force morale pour préciser qu'on devrait à tout prix l'enseigner aux enfants dans les écoles. Mais je ne suis pas sûr que cela se déroule ainsi. Ce défaut de l'enseignement fait aussi partie de ce fameux cancer social dont les lignes à présent apparaissent plus clairement : taire l'information, empêcher qu'elle circule, car, attention ! cela pourrait éveiller les consciences et conduire à la déstabilisation des administrations et des institutions politiques... Entendons-nous bien, je ne prône pas une révolution éducative et sociale au sens littéral, je cherche seulement à potentialiser l'esprit de l'homme pour l'encourager à se révéler à lui-même, et surtout à se libérer du carcan de sa propre inhibition, malheureusement souvent accentuée par la pression de l'environnement social.

Assez vite j'ai remarqué la présence de cette liberté et de cette capacité d'affranchissement moral chez tous mes patients, alors que bien souvent, elle avait été bridée par la machine sociétale. Ce constat m'a aussitôt encouragé à m'intéresser au système nerveux central pour comprendre pourquoi ces freins se déclenchent chez les individus. À l'avenir, je compte étudier davantage les bases neuronales de la mentalisation, des interactions entre les différents niveaux de conscience, de la cognition sociale. Outre l'accès au processus de la création, j'espère que cette recherche me permettra aussi de comprendre comment déverrouiller d'un point de vue cognitif les blocages développés par la peur, l'inhibition, qui

empêchent les individus d'utiliser naturellement le pouvoir d'invention, et pas seulement par instinct de survie, quand la maladie frappe, parfois même alors qu'il est déjà trop tard...

Mon autre vœu, c'est bien sûr de partager avec le plus grand nombre tout ce que j'ai appris sur le fonctionnement du cerveau et l'application de cette connaissance au traitement des tumeurs cérébrales. Après toutes ces années d'observation, j'ai à présent la certitude que plus tôt on détecte une tumeur, mieux on la soigne. Les instances de la médecine auraient donc intérêt à développer auprès de la population un dépistage systématique (via une imagerie cérébrale non invasive), comme je l'ai récemment proposé. Et cela pour se diriger vers des traitements préventifs basés sur ce que j'appelle la neurochirurgie oncologique fonctionnelle, terme que j'ai inventé à cet effet. Cette proposition a d'ailleurs créé une petite révolution sociale et philosophique au sein du monde médical : de quel droit diagnostiquer une tumeur cérébrale chez un patient encore asymptomatique, et cela pour lui proposer de l'opérer alors qu'il mène une vie normale ? S'il ne s'agit en aucun cas d'imposer un tel dépistage à quiconque n'aurait pas déclaré le moindre symptôme, il semblerait toutefois légitime de lui en laisser le choix. Et ce d'autant que l'on connaît les bénéfices incontestables et spectaculaires de la chirurgie préventive des gliomes de bas grade. L'autre volet neuro-oncologique, c'est bien entendu la poursuite de la recherche pour comprendre l'origine du développement des gliomes, afin là encore d'arriver plus tôt dans l'histoire naturelle de la maladie. Mieux appréhender son origine pour mieux soigner.

Dans le prolongement de cette recherche, il s'agit également de mieux comprendre les mécanismes précis qui sous-tendent la plasticité cérébrale, de manière à pouvoir ensuite la stimuler, voire la « canaliser ». Je voudrais utiliser son potentiel encore sous-estimé, en

particulier chez l'adulte, pour traiter des pathologies autres que la tumeur cérébrale, pour tenter de restaurer la fonction endommagée suite à une lésion du système nerveux et, bien sûr, améliorer le confort des patients, leur qualité de vie. Les progrès de la science vont dans ce sens. En s'appuyant sur une connaissance optimisée du fonctionnement des circuits neuronaux, la meilleure promesse de la recherche en ce domaine serait la restauration des réseaux assistée par ordinateur, envisageable dans quelques décennies. À l'aide d'électrodes posées sur les parties du cerveau correspondant aux épices d'un réseau « déconnecté » par une lésion cérébrale profonde, et d'un programme informatique bien renseigné sur la carte fonctionnelle de ce même cerveau, le praticien pourrait ainsi remettre en connexion (resynchroniser) les réseaux défaillants. Encore une fois, même si un tel projet faisant appel à des compétences pluridisciplinaires doit bien entendu s'appuyer notamment sur les progrès de la bio-informatique, l'objectif premier de cette recherche – *primum movens* – ne serait pas l'essor technologique en lui-même, qui ne resterait qu'un outil (aussi brillantissime soit-il), mais la connaissance de l'organisation dynamique réelle du cerveau. Pour cela, il faudrait enfin écarter définitivement le modèle localisationniste de Broca qui, par définition, ne peut que représenter un frein à la neurochirurgie de restauration fonctionnelle du futur.

Mais, comme toute recherche est susceptible d'être galvaudée, son utilisation déviante s'annonce inquiétante... Aujourd'hui, certains apprentis sorciers, qu'on appelle transhumanistes, projettent de remplacer l'homme par un double doté d'une intelligence artificielle, comme les robots intelligents. Curieux projet. Assez pauvre en réalité du point de vue de la compréhension philosophique de notre monde vivant, de sa finalité. Aidés par de puissants fonds d'investissement,

ils ambitionnent d'utiliser les découvertes des neurosciences et de la biologie moléculaire pour parvenir à leurs fins. Certes, nos connaissances sur le cerveau se sont considérablement enrichies, mais il reste encore beaucoup à découvrir. Alors, fabriquer un double supérieurement intelligent à partir de quelque chose que nous ne connaissons pas entièrement paraît insensé, sinon prétentieux, et en tous les cas peu cohérent.

La technologie réduite à un concept, ce qu'on appelle la singularité, c'est le refuge de toutes les incompétences : la machine deviendra, paraît-il, bientôt tellement intelligente qu'elle va nous surpasser. Cela n'est pas près de se produire... Dans le meilleur des cas, elle pourra améliorer ses capacités dans les limites de ce qui aura été programmé. Fort heureusement, jamais elle ne sera capable de se « conscientiser » en interprétant l'irrationnel des émotions, leur imprévisibilité, celles-ci étant définitivement non codifiables, non modélisables. Toutefois, le plus grand risque serait de se laisser convaincre par le pseudolangage de la machine. À force d'être assistés par elle, à force de se réfugier dans le confort de ses régularités techniques, les individus finiront par devenir passifs, ce qui réduira irrémédiablement le nombre et la qualité de leurs connexions cérébrales à l'origine d'une involution cérébrale. Au bout du compte, on aura tellement oublié de réfléchir que... oui, la machine pourrait bien s'imposer comme le maître des lieux au milieu d'un peuple « d'hommes diminués ». Bien sûr, j'utilise moi-même la technologie. Par exemple je défends l'amélioration de l'imagerie fonctionnelle, mais à chaque fois plutôt comme un simple outil, jamais pour déclencher le *final cut* dans ma tête, qui restera toujours sous la responsabilité de mon libre arbitre. Malheureusement, j'observe chaque jour davantage ce phénomène d'amoindrissement de la réflexion chez les jeunes neurochirurgiens qui font un usage

inconsidéré de la technologie, avec imagerie médicale au bloc opératoire et chirurgie assistée par ordinateur. Peu à peu, ils adaptent leur façon d'opérer et de penser à la machine et à son fonctionnement et non plus aux patients et, bientôt, ils deviendront les automates de leurs propres machines.

Le rêve des machines toutes-puissantes me semble bien dangereux. Si, en effet, à cause de notre paresse intellectuelle finalement érigée en modèle social, les machines parviennent à nous ôter le pouvoir de création, alors elles nous auront aussi ôté la vie, tout simplement. Et la vie est une idée bien supérieure à tous les humains réunis : ce n'est pas seulement l'esprit humain, mais une forme d'énergie indéfinissable, la capacité à s'adapter, à se remodeler, à produire des fictions, des utopies, des œuvres d'art, à imaginer à l'infini. Cette puissance de création et de dépassement de soi est sans limites, encore difficile à appréhender par la conscience. Au lieu de ce désir brumeux de vouloir remplacer le cerveau des humains par un clone, on aurait plutôt intérêt à tous les connecter les uns aux autres, tout en préservant chaque être unique comme un *hub* tel que je l'ai décrit, c'est-à-dire capable de moduler par lui-même l'ensemble des forces qui agissent en lui et autour de lui, pour atteindre un équilibre dans une sorte de mouvement perpétuel. Ce qui conduirait les uns et les autres à prendre davantage conscience de leur présence, de leur responsabilité et de leur utilité dans le monde. Alors nous assisterions à une véritable révolution à la fois de la pensée humaine à l'échelon individuel et de notre organisation sociale, tel le fonctionnement cérébral qui trouve en permanence une balance entre l'effacement et l'intégration des épices en réseaux. L'autoréparation deviendrait une pratique viable et accessible à tous, à l'image de l'écosystème de la Terre : si tous les volcans n'explorent pas d'un coup, si tous les raz-de-marée ne se déclenchent pas simultanément, alors la Terre

parvient à se réparer elle-même. C'est le même processus à l'œuvre dans le cerveau.

De retour à Montpellier quelques jours plus tard, tandis que je travaille sur mon ordinateur, un mail s'affiche dans ma messagerie : c'est Julianne, l'étudiante en sociologie. Elle me rappelle notre échange avant de conclure : « Avez-vous trouvé l'équation secrète du cerveau ? » Cette fois-ci, j'ai assez réfléchi. Je me souviens de tous ces apprentis sorciers, transhumanistes et autres pseudoscientifiques prêts à vendre n'importe quel brevet pour s'enrichir au péril de l'humanité. Alors, aussi étrange que cela puisse paraître pour le chercheur que je suis, après tant d'années d'effort consacrées à la compréhension du cerveau, à la mise en évidence progressive de la complexité de l'être humain, son ambiguïté et ses paradoxes infinis, je lui réponds ceci : « Chère Julianne, si je trouve cette équation, je la brûle aussitôt ! »

REMERCIEMENTS

Mes remerciements à Christophe Duchatelet pour son aide sans laquelle ce livre n'aurait pas vu le jour.

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction réservés pour tous pays.

© Éditions Michel Lafon, 2016
118, avenue Achille Peretti – CS 70024
92521 Neuilly-sur-Seine Cedex
www.michel-lafon.com

ILLUSTRATION DE COUVERTURE © FRAZER HUDSON/IKON IMAGES / PHOTONONSTOP

ISBN : 978-2-7499-2868-5