Affordance et Précurrence

Benoît Virole

1989 - 2021

Résumé

À partir de l'exposé des deux grands paradigmes explicatifs de la perception, nous analysons quelques problèmes posés par les implants cochléaires et proposons l'apport de deux concepts fondamentaux issus de la psychologie contemporaine. L'*affordance* nous permet de mieux comprendre pourquoi et comment la perception est orientée vers la recherche de significations écologiquement pertinentes et la notion de *précurrence* réévalue la fonction dite d'« alerte ». Le dogme du codage « verbal » et la notion d'échec sont discutés, de même que l'intérêt des implantations bilatérales.

Mots-clefs

Affordance précurrence implants cochléaires perception

Introduction

En 2008, le succès des implants cochléaires est devenue une évidence incontestable. Chez les devenus sourds, les implantations cochléaires permettent une restitution d'une grande partie des compétences perceptives et le maintien d'une insertion sociale dont la qualité était hors de portée avec les prothèses conventionnelles. Chez l'enfant sourd congénital, les implantations permettent dans la grande majorité des cas, une amélioration considérable de la perception de l'environnement acoustique, favorisant une dynamique relationnelle et de communication remarquable. Et ceci d'autant plus que l'implantation est précoce. Toutefois, la précocité d'implantation est un objectif théorique contraint par la plus grande plasticité corticale dans les premiers mois de vie mais elle doit aussi respecter les étapes du développement de l'enfant et les autres critères cliniques. L'observation au long cours de ces enfants nous apprend que les implants favorisent la compréhension et la production de parole, même si - et c'est là un fait clinique majeur qui ne doit pas être passé sous silence - beaucoup de ces enfants continuent à avoir besoin de la langue des signes. Les implants cochléaires ont donc modifié en profondeur l'éducation des enfants sourds mais n'ont pas annulé ses caractéristiques essentielles (nécessité

de prendre en compte la différence entre parole et langage, problème de la construction du sens, etc.). Les conditions d'établissement du succès des implants n'ont pas été exemptes d'interrogations, en particulier pendant la période courant entre 1970 et 1985 où les indications se faisaient dans des conditions quasi « expérimentales » et parfois désastreuses. La saisine en 1994 du comité consultatif national d'éthique a été réalisée dans le prolongement des inquiétudes de nombreux professionnels de la surdité. Aujourd'hui, les progrès des techniques, l'expérience clinique, la meilleure connaissance du monde de la surdité, ont éclairci en profondeur l'environnement éthique autour des implants cochléaires¹. L'interdisciplinarité à l'oeuvre dans la plupart des services d'implantation a joué également un rôle considérable grâce à l'apport des avis des orthophonistes et des médecins audiophonologistes. L'apport du psychologue dans ces équipes d'implantations est plus difficile à saisir du fait de la méconnaissance habituelle de son champ d'action. Souvent, la fonction du psychologue dans les équipes d'implantation cochléaire est définie comme

1. Le « mouvement sourd » a contribué à la prise de conscience de la complexité des dimensions impliquées par la surdité (biologique, sociale, psychologique, culturelle). Cf. www.ccne-ethique.fr/docs/fr/avis044.pdf

celle d'assurer un « soutien » pour le patient². Cette définition est réductrice. Le psychologue contribue activement à toutes les étapes préparatoires à l'implantation cochléaire et en particulier aux entretiens individuels avec le patient. L'évaluation du sens subjectif de l'implantation pour le patient, puis celle de sa dimension identitaire, de ses conséquences sociales et affectives, et enfin de ses possibilités d'adaptation permettent au psychologue de donner son avis sur la légitimité d'une implantation avant que celle-ci soit réellement programmée. Ce n'est que dans un second temps, après la décision, que la notion de soutien prend son sens. En matière de psychologie clinique, l'idée de soutenir le patient n'est pas hors champ, encore est-il nécessaire de définir ce que peut être ce « soutien ». Il ne peut exister de possibilité de soutien d'un patient que si d'une certaine façon, certes toujours imparfaite, nous comprenons son vécu. Soutenir implique comprendre. Or, c'est là où le bât blesse, le vécu perceptif d'un patient au travers d'un implant cochléaire pose la question de l'*énigme* de la perception. Question profonde dont il est fort naïf de penser qu'elle est résolue par la neurophysiologie, et donc *a fortiori* par une pratique applicative telle celle des implantations cochléaire. Pour un psychologue conscient des exigences de sa discipline, la clinique des implants cochléaires ne se résume pas à l'auxiliaire médical pour la pose d'une prothèse bionique. La clinique des implants cochléaires est avant tout *une clinique de la perception*. En d'autres termes, le problème des implants cochléaires est la version contemporaine, déplacée dans le registre de l'audition, du célèbre problème de Molyneux : comment faire percevoir le sens des couleurs à un aveugle de naissance ?³. L'objet principal de cet article sera donc

de situer la problématique des implants cochléaires dans le débat contemporain autour de la psychologie de la perception.

Deux paradigmes en concurrence

La psychologie de la perception a une très longue histoire. Elle n'est autre que celle des tentatives d'explication de l'appréhension du monde par l'homme. La nature de cette appréhension donne lieu à une problématique constante que l'on peut résumer par trois grandes questions.

1. Si l'homme s'oriente et agit dans son environnement physique, c'est qu'il est capable de prendre en lui une connaissance de ce monde. Or cette connaissance ne peut être que partielle. Comment s'effectue dès lors le choix des éléments du monde et comment l'homme peut-il en inférer une connaissance ?
2. La perception est-elle un processus purement passif, permettant la réception d'*informations* venues du monde extérieur - supposé déjà constitué - ou bien est-elle un processus actif dépendant du sujet et aboutissant à la construction de la réalité externe ?
3. Enfin, la perception est-elle un processus subjectif, purement privé - idiosyncrasique - donc incommunicable ou bien est-elle un processus objectif - intelligible par les autres - autrement dit la madeleine de Proust est-elle vraiment partageable ?

Le problème de la perception n'est donc pas trivial. Il engage à la fois une problématique de nature psychologique - les processus de « traitement » et une ontologie - la nature du monde. Par delà des formes multiples, historiquement et épistémologiquement datées, la psychologie de la perception s'est distribuée en deux paradigmes explicatifs pour répondre à ces grandes questions. Un épistémologue des sciences humaines serait certes en droit de penser que cette assertion est trop lapidaire et qu'il existe d'autres façons de considérer le spectre très large des théories de la perception (béhaviorisme, réflexologie de l'école russe, psychophysique, gestaltisme, constructivisme piagétien, cognitivisme...), mais l'opposition paradigmatique que nous proposons ici a le mérite de rendre saillantes les distinctions fondamentales entre des théories réductionnistes et les approches holistiques.

2. Par exemple, chez Gallégo S. et L. Collet dans un article de vulgarisation (*ORL Autrement*) dont on se servira beaucoup ici, on peut lire dans la définition de son rôle dans l'équipe d'implantation : « *le psychologue pour le soutien nécessaire à apporter* ».

3. William Molyneux (1656-1698) était un physicien irlandais spécialiste d'optique. Ami du philosophe John Locke, il lui soumit le problème suivant. Que verrait un aveugle de naissance s'il retrouvait subitement la vue ? Pourrait-il par exemple distinguer la forme d'un cube ou d'une sphère qu'il n'a connue jusque-là que par le toucher ? Locke a répondu par la négative comme tous les sensualistes de l'époque. Sur les rapports entre l'histoire des idées et la surdité, cf. Virole B., *Psychologie de la surdité*, troisième édition, DeBoeck, 2006.

Le paradigme ascendant

Pour le premier paradigme, qui prend source dans la philosophie sensualiste des encyclopédistes, l'appréhension des objets du monde se réalise par la concaténation progressive des sensations élémentaires issues des captations primaires effectuées par les organes sensoriels. Le réel est l'objet d'une saisie analytique opérée par les sens. Puis, le produit de cette opération est l'objet d'une synthèse par « l'esprit », et ceci selon les mentalistes, ou par le « cerveau », selon les matérialistes. Ce paradigme a nourri les investigations scientifiques des processus sensoriels et perceptifs. Il est à la source des grandes découvertes et avancées en matière de psychophysologie sensorielle tant dans le champ de la vision, de celui de l'audition et des autres sens. Forme contemporaine de ce paradigme, le courant dit *fonctionnaliste* (modulariste, instructionniste) considère la perception comme une intégration d'informations qui ont été mises au format des signaux électrophysiologiques par les capteurs sensoriels et ensuite véhiculées jusqu'aux assemblées neuronales des cortex primaires et associatifs où s'effectuent des opérations de décodage. Les concepts de *signaux*, de *format*, de *code* et d'*information* sont centraux dans ce paradigme. Les approches neurophysiologiques de l'audition, présupposent que l'audition fonctionne comme un système d'intégration d'informations, selon un processus *bottom - up*, comparable à une agrégation progressive d'éléments sensoriels minimaux (pics de spectres, indices temporels, etc.) pris sur la réalité extérieure et décodés par le cerveau. Après leur réception par le cortex primaire puis leur projection sur les cortex associatifs, le neurophysiologiste de l'audition passe la main. Son domaine de compétence, ou plutôt l'espace où son réductionnisme permet l'objectivité, s'arrête à ce seuil. Au-delà commence le domaine des motivations, des intentions, de la conscience pour lequel il n'existe pas (encore) d'objectivité. La rationalité du paradigme ascendant est donc purement locale et dépendante d'une découpe artificielle, réductrice, de la perception. Dominant sociologiquement dans les laboratoires de recherche et les universités, ce paradigme a fait ses preuves dans les découvertes des processus de fonctionnement et rares sont ceux

qui sont conscients de l'aspect métaphorique de ses concepts fondamentaux. La notion de décodage implique en effet celle d'un interpréteur possédant le « code ». Mais d'où vient le code, comment l'interpréteur l'a-t-il appris? Qui interprète le code à l'intérieur de l'interpréteur? Ce problème de mise en abîme est connu des épistémologues depuis les théories du XVII^{ème} siècle de l'*homonculus*, petit homme en miniature présent dans la tête et contemplant le monde. Consistant sur le plan scientifique par l'explicitation des phénomènes observables dans les substrats (corrélats électrophysiologiques des sensations primaires), ce paradigme est faible sur le plan de l'intelligibilité de l'ensemble de la perception. De plus, il reste en contradiction, avec de nombreux faits observables tels, les illusions perceptives en vision⁴, les effets de primauté de source en audition⁵, les problèmes de constance perceptive⁶ (etc.).

Le paradigme holistique

Présent également depuis la réflexion philosophique sur l'origine des connaissances, le second paradigme a mis l'accent sur la relation dynamique entre le sujet percevant et la nature des choses. La perception résulte, non plus d'une montée des données périphériques vers un centre interprétatif, dont on sait qu'il est une abstraction théorique, mais d'une

-
4. Par exemple, les illusions des figures de Muller-Lyer où le sens des flèches modifie l'impression de longueur de segments pourtant de taille rigoureusement égale. La *Gestalt Théorie* a longuement débattu de ces illusions en montrant qu'une théorie perceptive purement agrégative ne pouvait les expliquer.
 5. En situation binaurale (stéréophonique), la perception auditive va privilégier la source sonore qui a été la première localisée (effet de préséance). Lorsqu'un même signal est émis par deux ou plusieurs sources, avec un léger décalage temporel entre les sources, l'oreille fusionne l'ensemble, ne perçoit qu'un signal et le localise dans la direction de la source alimentée la première (effet de Cremer, 1948, pour les sons de parole, effet de Haas, 1951). Cf. Botte M.C., Canévet G., Demany L., Sorin C., *Psychoacoustique et perception auditive*, Inserm / CFA / CNT, 1988.
 6. Dans un monde en perpétuel mouvement, la perception établit des structures invariantes. Comment cette extraction d'invariance peut-elle se réaliser en l'absence d'un savoir préconçu sur l'objet? C'est là une question princeps à laquelle doivent répondre les différentes théories de la perception.

construction active, prenant source dans la dotation par le sujet de *significations* sur la réalité du monde. La sensation n'est pas première, ni antérieure à la perception mais des structures de perception informent tout notre inventaire sensoriel. La psychologie de la forme (Gestalt) mais également la phénoménologie de Merleau-Ponty⁷, voire le constructivisme de Piaget, ont permis de dépasser les anciennes antinomies séparant l'intérieur de l'extérieur, le mentalisme du matérialisme. Ce second paradigme a permis des approches concrètes très importantes du fait perceptif, comme les lois de son organisation (complétude, bonne forme), a permis d'interpréter correctement les illusions perceptives et a facilité des liens utiles avec les autres secteurs de la psychologie (psychologie de la connaissance, psychologie projective, psychanalyse etc.). Selon ce second paradigme (*holistique*), il n'existe de fait perceptif qu'au travers de l'action de l'organisme sur le monde. Plus exactement, perception et action sont indissociablement liées et toute tentative d'étudier la perception en dehors du couplage actif entre le sujet et monde est vouée à la trivialité ou à l'insignifiance. Théorie de l'énaction chez F. Varela, théorie écologique chez J. J. Gibson, modèles de l'auto-organisation, toutes ces approches ont en commun de dépasser l'opposition réel / cerveau en lui substituant la notion de couplage sujet / monde. Ce n'est pas là un simple jeu conceptuel mais une nouvelle approche concrète des faits perceptifs. Elle présente également des applications pratiques telles celles mise en œuvre en suppléance sensorielle (Cf. par exemple les travaux de Charles Lenay sur la suppléance sensorielle chez les aveugles⁸). Contrairement au premier paradigme, centré sur l'étude de la réception, de la transduction et les processus de codage/ décodage, le point de vue du second paradigme est centré sur l'utilisation de la perception du sujet en situation concrète et de donc de l'intégration des données des sens à son expérience de vie. Sa méthode n'est donc pas celle de la *réduction* aux processus neurophysiologiques mais la *compréhension* (par empathie, écoute participative, associations libres, *epochè* phénoménologique,

...) du vécu du sujet. La façon dont le sujet rapporte lui-même son expérience perceptive, et donc le choix de ses mots, de ses métaphores, la nature des affects et des représentations associés, sont donc centraux dans le recueil des données avec lequel le psychologue, travaillant au sein de ce paradigme, construit ses hypothèses de compréhension. Il ne faut donc en attendre ni mesure, ni statistique. La validation d'une hypothèse ne se réalise pas par une procédure statistique, mais par le gain d'intelligibilité d'un phénomène. Ce gain permet une compréhension nouvelle du comportement du patient que l'on considéra toujours comme unique et non réductible à une catégorie clinique⁹. Ces deux paradigmes s'opposent ainsi frontalement tant sur les questions de fond que de méthodes. Pour autant, les points de vue entre ces paradigmes ne sont strictement indépendants. Par exemple, le physiologiste de l'audition ne peut faire l'impasse sur ce qu'il va appeler par exemple, la *motivation* du sujet qui relève spécifiquement de la sphère « subjective ». Inversement le psychologue travaillant sur la *phénoménologie de l'expérience vécue* par un patient utilisant une prothèse sensorielle ne peut ignorer le type de codage qui a été choisi par le régleur qui détermine, en on verra que c'est simplement en partie, la nature qualitative de son « expérience » perceptive. Des emprunts mutuels sont donc inévitables et car ils sont à l'image de la nature même des choses qui ignore les découpages disciplinaires.

L'efficacité technique

Dans le domaine des implantations cochléaires, le premier paradigme règne en maître absolu. La première raison a trait au réductionnisme nécessaire lorsqu'on veut stimuler les processus physiologiques associés à la perception. Pour générer une sensation auditive, il faut bien mettre en entrée du nerf auditif une stimulation destinée à remonter le long des voies auditives. Un implant cochléaire est considéré

7. Merleau-Ponty M., *Phénoménologie de la perception*, Gallimard, 1945.

8. Lenay Ch., Énaction, Externalisme et Suppléance Perceptive, *Intellectica*, 2006/1, 43, pp. 27-52.

9. En pratique, le recours aux catégories nosographiques est inévitable mais il doit être constamment remis en cause par l'impératif d'intersubjectivité propre à la psychologie clinique.

comme un système bionique permettant de *shunter*¹⁰ l'épithélium sensoriel (cellules ciliées de la cochlée), défectueux, altéré par la pathologie ou malformation, en stimulant électriquement les fibres du nerf cochléaire (avant les ganglions spiraux) pour déclencher des potentiels de stimulation puis des volées de potentiels d'action dans les fibres du nerf auditif. Capté par le microphone externe de l'implant, le son est d'abord pré-amplifié. Le gain est contrôlé par un système automatique de contrôle de gain, asservissant le niveau d'entrée et le maintenant ainsi entre des limites fixées¹¹. Le signal est ensuite traité par le processeur de signal où il est transformé en séquences d'impulsions qui seront distribuées sur les différentes électrodes par un séquenceur. Les volées de potentiels d'actions, issues des stimulations électriques sur les électrodes, vont remonter le long des voies auditives ascendantes, passer les différents relais intégratifs, et vont être à leur arrivée au cortex auditive primaire à la source de sensations, puis de perceptions complexes interprétées par le « cerveau ». Un des problèmes posés aux concepteurs est celui de la forme de la stimulation artificielle. Elle doit être nécessairement électrique, puisque c'est la seule possibilité de déclencher des potentiels dans le nerf. Son intensité est fortement contrainte par la dynamique du nerf (de 2 à 12 dB) et sa cadence est limitée par la période réfractaire du nerf auditif. Par contre, l'introduction d'un porte électrodes à l'intérieur de la cochlée permet de disposer de plusieurs électrodes disposées spatialement et donc de simuler une certaine distribution fréquentielle tonotopique. Ensuite, les objets sonores étant tridimensionnels, - (ils ont une durée, une intensité et un timbre), - la stimulation artificielle doit encoder ces dimensions tout en suivant des contraintes imposées. Chez le sujet normo-entendant, le *codage de l'intensité* d'un stimulus sonore se réalise par un accroissement du taux de décharge des fibres lorsque l'intensité de stimulation

augmente. Un autre processus consiste dans le recrutement de fibres supplémentaires lorsque l'intensité de la stimulation s'accroît. L'implant simule ce processus en modifiant le débit en charges électriques injectées sur l'épithélium résiduel de la cochlée altérée. Cette quantité de charges est le produit de l'amplitude de l'impulsion de la stimulation électrique et de sa largeur de « *pulse* », donc sa durée. La quantité de charge est contrainte par les seuils de détection, de confort et d'intolérance. Chez le sujet normo-entendant, le *codage temporel* est caractérisé par la synchronisation des patterns de décharge des cellules cochléaires sur la périodicité du son (phénomène de *phase-locking*). Ce phénomène est limité aux basses fréquences et diminue au fur et à mesure que l'on remonte le long des voies auditives. Il permet la discrimination (résolution) des variations temporelles fines, si importantes à la fois pour la reconnaissance de la parole (indices phonétiques de transition, V.O.T, ...) et pour la construction des scènes auditives. L'implant code la durée d'un stimulus sonore par la durée concomitante de la stimulation. Les fluctuations rapides d'énergie transmettent la durée d'existence des objets acoustiques et elles sont généralement très bien détectées par les sujets implantés. Enfin, on sait que la disposition spatiale des cellules et fibres le long de la membrane basilaire de la base à l'apex correspond à une disposition tonotopique en *fréquence* (respectivement des aigus au graves). Cette tonotopie cochléaire peut être retrouvée, du moins isomorphiquement, sur la surface du cortex auditive primaire¹². La disposition spatiale des électrodes le long de la rampe enfilée dans la cochlée simule cette répartition. Elle permet l'établissement d'une tonotopie périphérique artificielle participant au *codage fréquentiel*. Toutefois, les variations de cadence de stimulation sur chaque électrode fournissent également une variation de sensation de hauteur, montrant ainsi que les anciens débats sur la fonction réelle de la tonotopie n'étaient pas si vains¹³. Aujourd'hui, on pourrait définir la tonotopie comme la trace

10. Terme hautement préférable à celui de « court-circuiter » souvent employé et qui présente des connotations négatives imaginaires malheureuses (électrodes, électricité, court-circuit, ... torture...).

11. Le système d'asservissement dynamique remplit ainsi la fonction de protection de l'oreille devant les énergies acoustiques trop fortes. De la même façon, la loi de Fechner selon laquelle la sensation croît comme le logarithme de l'excitation est simulée par les processus numériques de codage.

12. Eggemont J., Between sound and perception : reviewing the search of a neural code, *Hear. Res.* 157(1-2), 1 - 42, 2001.

13. Cf. les débats dans les années 1970 et 1980 autour des théories impulsionnelles temporelles de J. C. Lafon ou encore les modèles « digitaux » de R. Carrat, *Théorie de l'échantillonnage cochléaire*, Arnette, 1986.

des corrélations neuronales entre un intégrateur spatio temporelle, (la cochlée) et les assemblées neuronales corticales. Les paramètres de stimulation correspondent à l'objectif de mettre le signal physique au *format* des signaux électrophysiologiques. Ils relèvent donc d'une contrainte d'interface entre milieu extérieur (les énergies physiques acoustiques) et le monde intérieur (les volées de potentiel d'action dans les fibres nerveuses sensibles). Mais cette mise au format n'est pas la seule contrainte. Le processeur numérique de signal doit aussi assurer une mise en forme des signaux qui doit se substituer au codage cochléaire. Car la cochlée n'est pas un simple système linéaire traduisant les énergies physiques en potentiels d'action. Ces potentiels sont contraints par des propriétés sélectives de la cochlée. Ces propriétés doivent donc être en partie assumées ou simulées par des stratégies de codage intégrées dans le traitement de signal du processeur numérique de l'implant.

Les codages

Les codages ont évolué depuis les premières stimulations mono électrodes jusqu'aux systèmes actuels multi électrodes permettant de multiples combinaisons. Parmi ses codages, on peut citer MPEAK permettant l'extraction d'indices vocaux (le fondamental et les deux premiers formants des voyelles F1, F2), SPEAK qui malgré son nom n'est pas orienté vers les signaux de parole, mais vers un filtrage large fonctionnant par estimation spectrale (transformée de Fourier). Le problème des interférences entre électrodes a entraîné la nécessité d'une séquentialisation des stimulations avec une cadence élevée (4000pps). Dans le codage CIS (1991), toutes les électrodes sont stimulées les unes après les autres. Mais on s'est aussi rendu compte que le chevauchement partiel des dipôles électriques générés par les électrodes n'était pas toujours négatif et qu'il permet parfois une meilleure réponse du nerf. Le codage ACE (2000) assume le chevauchement partiel des électrodes associé avec une estimation spectrale large. D'autres stratégies combinent SPEAK et CIS. Enfin, les régleurs peuvent aussi jouer sur le choix entre des stimulations en courant ou en tension selon les configurations cliniques (état des fibres et de l'épithélium résiduel). De façon générale, ces stratégies se divisent

en (1) un codage centré sur l'extraction des indices vocaux – se pose alors la question de leur choix et de leur rôle réel dans la discrimination phonétique – ou (2) un codage simulant le fonctionnement cochléaire sans préconception « phonétique ». Tous ces codages sont confrontés à la contrainte de stimuler les fibres nerveuses afférentes au nerf auditif sans dépasser sa période réfractaire.

L'obstacle de l'objectivation

Une implantation cochléaire engage ainsi différents niveaux d'analyse que l'on peut appréhender que dans leur réduction aux phénomènes élémentaires. On distingue un premier niveau physique (signal acoustique et son traitement), un niveau neurophysiologique (« pulses », corrélats neuronaux des spectres acoustiques), un niveau cognitif (construction scènes par intégration d'indices simultanés et temporels), un niveau phonétique (indices, formants traits) et enfin un niveau psychique (construction de significations). Or, plus on monte en niveau moins l'objectivation est facile. Pour le dernier niveau, elle est impossible car le vécu psychique d'une implantation renvoie à des vécus immanents, non réductibles à des éléments élémentaires, et non incommunicables. Pourtant, c'est bien ce dernier niveau qui draine l'ensemble du processus perceptif. L'objectivation et le réductionnisme fonctionnent ainsi à l'envers de la hiérarchie des processus et contribuent à renverser sociologiquement l'importance des disciplines professionnelles engagées dans les implants. C'est là un premier obstacle à la compréhension profonde de la nature même du processus perceptif. La mesure d'un signal électrique à la sortie d'une électrode implantée devient plus importante que la constitution d'un vécu perceptif engageant pourtant un nouveau rapport au monde.

L'obstacle utilitaire

D'autres raisons, relevant de la sociologie des disciplines et de l'épistémologie de la connaissance scientifique expliquent la dominance du paradigme ascendant dans le domaine des implantations cochléaires. Les pionniers des implants sont des chi-

rurgiens ORL, peu au fait - et ce n'est pas là une critique *ad hominem* - de la problématique « psychologique » de la perception. Ensuite, les concepteurs des systèmes de codage se sont inspirés - légitimement - des travaux des neurophysiologistes et des électrophysiologistes. Leurs données sont directement *utiles* à la conception des modes de stimulation cochléaire. Les régleurs d'implants cochléaires sont généralement des audioprothésistes, des orthophonistes, des médecins audiophonologistes. Toutes ces professions sont guidées par des contraintes *pragmatiques* ainsi que des savoirs faire empiriques. Le réglage d'implant est donc une technique. En cela, il ouvre à une certaine connaissance partielle du réel mais aussi à sa méconnaissance, en sélectionnant les recettes qui « *marchent* » et non celles qui permettent de « *comprendre* ». Ainsi, la poussée utilitariste, pragmatique, conditionne le maintien et l'absence d'interrogations critiques sur la validité du paradigme dominant, dévoilant ainsi les effets d'un des obstacles épistémologiques majeurs, découverts par Gaston Bachelard, celui de l'*utilitaire*¹⁴.

Vers un changement de paradigme ?

Le succès des implants cochléaires ne signifie pas que l'ensemble des problèmes cliniques et théoriques soit éclairci. Au contraire, nous nous trouvons en face de faits nouveaux, émergents du fait du volume statistique des implantations, et qui nous mettent devant une exigence de compréhension. Parmi l'ensemble de ces faits, plusieurs nous paraissent particulièrement significatifs :

1. Il semble exister un rapport non linéaire entre la qualité globale d'une stimulation cochléaire et les résultats en adaptation du sujet à son environnement. En d'autres termes, la qualité de transmission à l'entrée des fibres du nerf auditif - résultante de l'ensemble du système d'interface bionique - n'est pas prédictible de la qualité de l'utilisation de l'implant par le sujet dans sa vie courante. Ce fait a un corrélat technique : on s'est rendu assez vite compte

qu'il ne servait à rien de multiplier le nombre de canaux ou de complexifier les algorithmes d'extractions d'indices acoustiques, car de bons résultats perceptifs peuvent être obtenus avec des codages simples et peu de canaux. Ainsi, malgré que les dimensions des patterns encodés au travers des implants soient largement inférieures à celles de ceux existant chez le sujet entendant, (10 fréquences différenciées au lieu de 600, 20 niveaux d'intensité au lieu de 150), le signal de parole est remarquablement bien perçu, du moins chez les devenus sourds. Ce fait est généralement interprété comme (1) l'effet de la redondance du signal de parole, (2) le renforcement par les stratégies de codage des processeurs dits « vocaux » et (3) l'orientation privilégiée de l'audition pour les sons de parole. Mais il peut exister aussi une autre hypothèse, à savoir que l'existence de processus de compréhension de nature holistique et indépendants (relativement) de l'intégration des composants élémentaires de la parole.

2. Chez l'enfant sourd congénital, il existe un hiatus important entre les résultats de tests vocaux (intelligibilité, discrimination) et la compréhension réelle du langage oral en situation, même dans le calme. Autrement dit, les résultats d'audiométrie vocale (répétition de mots en listes ouvertes ou fermées) ne sont pas prédictifs de la compréhension réelle de la parole en situation. Ce fait, connu en audiométrie prothétique conventionnelle, est plus saillant encore dans la clinique des implants.
3. Pour certains sujets, la compréhension de la parole reste « monolocutrice » (ou limitée à un petit nombre de locuteurs). Le sujet peut comprendre la parole à la condition qu'elle soit émise par une personne particulière, présentant donc une signature vocale unique. Or, une des propriétés fondamentales de la compréhension naturelle de la parole est son adaptation aux anamorphoses du signal. Dans des conditions normales, le fondamental de la voix peut être déplacé en fréquence sans que l'intelligibilité en pâtisse. Pourquoi dans le cas des implants, assiste-t-on à une telle limitation, si éloignée des processus de compréhension naturelle de la parole ?
4. De nombreux enfants sourds profonds congénitaux implantés ne développent pas d'expression en langage verbal et leur compréhension reste très fragmentaire. Pourtant, fait remarquable, la plupart de ces enfants souhaitent conserver leur implant. Le développement visuo-gestuel de leur langage s'harmonise ainsi avec une utilisation purement perceptive de leur implant. Comment comprendre ce pa-

14. Bachelard G., *La formation de l'esprit scientifique, contribution à une psychanalyse de la connaissance*, 1938, J. Vrin, 1993. (p. 82). « Tout pragmatisme, par le seul fait qu'il est une pensée mutilée, s'exagère fatalement » (p. 91).

radoxe d'un implant conçu, selon le dogme de la préférence verbale, qui ne donne pas de résultats tangibles en parole et qui pourtant est investi massivement par l'enfant ?

Tous ces faits ne concordent pas avec le paradigme ascendant. La quantité et la qualité des informations fournies en entrée du nerf auditif ne garantissent pas leur utilisation dans les processus cognitifs de la perception. Bien sûr, dans un certain nombre de cas, l'altération du nerf auditif, la médiocre qualité des fibres et de l'épithélium résiduel de la cochlée, le mauvais positionnement des électrodes après le geste chirurgical, peuvent être légitimement mis en avant pour expliquer ces résultats. Mais, ce n'est pas toujours le cas. Il nous paraît plus juste d'interpréter ces faits comme étant des manifestations de la complexité de la perception, impliquant non plus une simple intégration ascendante mais bien une construction perceptive globale impliquant la mise en signification. Dès lors, le recours au second paradigme s'impose et nous proposons l'application de deux concepts issus de la psychologie de la perception pour nous aider à mieux comprendre ces faits.

Le concept d'affordance

Une des évolutions les plus importantes de la psychologie contemporaine est celle du tournant écologique. On ne peut plus considérer une fonction cognitive, ou une aptitude quelconque d'un organisme, sans inclure la structure de l'environnement dans lequel il est immergé. Épistémologiquement, un monisme associant en une seule unité le sujet et le monde se substitue au dualisme habituel où la perception est considérée comme une saisie d'« informations » venues du réel. Le concept d'*affordance* a été proposé par le psychologue J. J. Gibson pour expliquer la façon dont les organismes se couplent avec leurs environnements. Selon lui, la perception est écologiquement orientée et ne traite que des ensembles possédant une valence comportementale. En d'autres termes, les organismes perçoivent des formes qui présentent une *signification adaptative*. La constitution des objets physiques dans la perception (conscience phénoménale) est ainsi toujours le corrélat d'un acte orienté. Cette conception

se rapproche fortement de *l'énaction* définie par Varela :

« la cognition, loin d'être la représentation d'un monde pré-donné est l'avènement conjoint d'un monde et d'un esprit à partir de l'histoire des diverses actions qu'accomplit un être dans le monde »¹⁵

La notion d'une perception nécessairement orientée vers la réalisation d'action a été aussi avancée par les travaux d'Harry Blum, cités à de nombreuses reprises par René Thom, qui a montré que le regard sur un objet était déterminé par la recherche (cognitivement inconsciente) d'une prise manuelle sur cet objet. En d'autres termes, le regard est une main virtuelle ! Elle est donc indépendante des propriétés qualitatives des objets et ne résulte pas d'une intégration de leurs composants élémentaires. Elle est orientée vers la réponse adaptative à la signification d'un objet. Prenons par exemple un passant voulant traverser une route : il n'effectue pas de calcul de trajectoires des véhicules mais évalue globalement la faisabilité de sa traversée. De même, et cette fois-ci dans le monde des objets sonores, une sonnerie de récréation n'est pas analysée dans son timbre, ou dans ses transitoires d'attaque du son, mais dans sa signification. Lorsqu'on entend les pas de ses parents dans le salon, l'enfant en acquiert la certitude de leur présence mais n'analyse pas le spectre des impacts. Il perçoit ce que ce son lui donne, lui fournit, comme *sens* dans une situation vécue. Le concept d'affordance décrit ainsi cette relation structurelle entre la perception et *l'offre de sens* de l'objet. Pour Wells, l'affordance présente sept propriétés fondamentales. Elle est un concept écologique, proposant une ontologie naïve regroupant l'ensemble des objets et des événements ordinaires (le vécu). Les affordances mettent en relation l'organisme avec son environnement. Les affordances sont des faits objectifs de comportement. Les affordances s'assemblent en niches. La niche est l'ensemble des situations dans lesquelles l'organisme exerce ses capacités. Les affordances sont des *significations*. Percevoir, c'est donc toujours percevoir ce qu'un objet fournit (« *to afford* »). Les affordances sont des com-

15. Varela F.J., Thompson E., Rosch E., *L'inscription corporelle de l'esprit : sciences cognitives et expérience humaine*, Paris, Seuil, 1993.

binaisons invariantes de variables. Ainsi, la perception peut être constante sans introduire d'opérations internes par le sujet percevant. Nous ne discriminons pas constamment l'ensemble des qualités et des variables qui constituent l'objet perçu mais nous en percevons l'unité invariante. Les affordances sont directement perçues. Enfin, les affordances des choses pour un observateur sont spécifiées dans l'information du stimulus¹⁶. Cette offre de sens diffère de la notion d'« information », centrale dans le paradigme ascendant, en ce qu'elle n'implique pas une « intentionnalité » supposée du réel mais un couplage entre une nécessité d'action du sujet et les saillances des objets. La perception est donc organisée par des formes écologiquement prégnantes, c'est-à-dire couplées avec l'action en situation concrète.

L'écoute comme acte intentionnel

La perception ne peut plus être considérée comme une réception passive d'informations, mais comme une transformation subjective des données de la sensorialité au travers d'un *acte moteur intentionnel*. Dans le domaine de la vision, cet acte est celui du regard. Dans le domaine de l'audition, cet acte est celui de *l'écoute*¹⁷. On peut considérer l'écoute comme étant comparable aux *rayons intentionnels* du regard dans la phénoménologie de Husserl¹⁸. Elle opère le recollement des esquisses primaires (indices temporels, fréquentiels et énergétiques) et transforme le

bruit en scène significative. Or, cette écoute est subjective - donc non objectivable - idiosyncrasique - donc non partageable - et renvoie à la complexité de l'expérience vécue. Pourtant, et c'est là une des dimensions paradoxales de la perception, les parents d'enfants sourds implantés expriment tous le sentiment de sécurité interne qu'ils ressentent à l'idée que leur enfant sourd partage le même monde perceptif qu'eux. Bien qu'ils soient bien en peine de pouvoir le décrire et d'expliquer ce que perçoit leur enfant, la simple observation que leur enfant modifie son comportement en s'orientant vers des affordances auditives (« se tendre vers ») contribue à faire naître chez eux la pensée qu'ils partagent avec leur enfant la même perception. C'est là un processus non trivial, très profond, qui prend ses sources sans *l'attention partagée*, phase fondamentale du développement psychologique du tout petit, et qui conserve ses prérogatives toute la vie durant. L'écoute est donc un acte intentionnel et en tant que tel elle engage une forme de mouvement, une implication du corps. Bien sûr, considérer l'écoute comme un acte moteur est contre intuitif. Il y a bien longtemps, phylogénétiquement parlant, que les pavillons des oreilles des hommes ont perdu leur capacités mobiles et rien dans le comportement apparent d'un sujet qui écoute ne laisse percevoir qu'il réalise une action. Et pourtant c'est bien le cas. Le sujet qui écoute met en place une stratégie prévisionnelle qui va modifier activement les processus réceptifs : *adaptation* d'impédance à l'entrée de l'oreille moyenne par l'intermédiaire du système tympano-ossiculaire, *ajustement* de la sélectivité fréquentielle au travers du système efférent de l'oreille interne, *focalisation* au niveau central pour extraire du signal sonore les éléments significatifs pour le sujet, *activation* de processus de mémoire à court terme... Bref, l'écoute est une action intériorisée orientée vers la recherche d'un sens. L'intention de l'écoute est donc au fondement de l'acte perceptif, non seulement en lui donnant sa finalité, ou sa motivation, mais dans son processus intégratif. Sans écoute, le signal reste bruit, lorsqu'il est écouté le signal devient signe.

16. Cf. Wells A.J., Gibson's Affordance and Turing's Theory of Computation, *Ecological Psychology*, 14 (3), pp. 141-180, 2002.

17. L'un des auteurs qui est allé le plus loin dans la définition de l'écoute est le musicien et musicologue Pierre Schaeffer.

18. Selon Husserl, l'objet *s'esquisse* dans la perception avant d'être *reconstruit* dans la représentation. La théorie des *esquisses perceptives* a été reprise par tout un courant des sciences cognitives contemporaines. Or, point remarquable, la synthèse des esquisses perceptives, par nature disjointes et incomplètes, exige toujours le recours à *l'intentionnalité*. Si la perception est bien un jugement qui ignore ses raisons (Merleau-Ponty), elle est d'abord jugement et ce jugement est celui de l'intention. « Je » regarde, « j ' écoute », « je » sens, et même si cela peut être malgré moi, il y a toujours dans la perception, l'acte d'une intention en première personne. Cf. aussi la théorie de la vision de David Marr (1982), Cf. également dans Petitot. J. (1992).

L'application aux réglages

Une telle approche a des applications directes dans le domaine des implantations cochléaires : pas de réglage efficace sans l'apport de l'intention d'écoute du sujet. Les situations de recherche d'objectivité en audiométrie comportementale vont à l'inverse de ce qu'il faut faire. Bien évidemment il est facile de déclencher un seuil nociceptif (seuil d'intolérance, de douleur) et d'en inférer qu'on est en présence d'une sensation. C'est là un geste comparable à celui du bris d'une glace pour montrer qu'elle est en verre. Plus difficile, mais aussi plus proche de la naturalité même du processus perceptif, est celui de susciter l'intention d'écoute et donc la synthèse des éléments sensoriels élémentaires. Reconnaître la place première de l'intentionnalité (écoute) dans la perception implique de remettre en cause les présupposés et les méthodes habituelles d'investigation audiologiques et de réglages, en mettant au centre de l'adaptation à l'implantation cochléaire, la subjectivité du patient (accepter la description sémantique des impressions, laisser associer le patient sur ces percepts... , donner place aux affects, y compris l'angoisse). La psychothérapie de soutien des personnes sourdes implantées (enfants comme adultes) constitue un champ clinique privilégié pour l'observation de la primauté de la subjectivité dans la construction perceptive. D'après notre expérience clinique, deux fonctions sont particulièrement importantes pour aider le patient nouvellement implanté : sa propre métaphorisation de ses éprouvés sensoriels¹⁹, et l'attention conjointe, thérapeute/ patient portée sur les événements perceptifs. On est ainsi loin des mesures dites objectives et des tests de perception et pourtant nous sommes là au cœur même de l'expérience perceptive.

L'extension des affordances au langage

Le concept d'affordance nous permet de comprendre comment la perception est fondamentalement orientée vers la recherche de significations. Cela

est vrai pour tous les objets perceptifs ; et par extension, on peut considérer les éléments sémantiques du langage comme des affordances. La compréhension d'un mot, ou d'un énoncé, est orientée par les mêmes processus de recherche de sens que ceux qui nous font attribuer une signification à un bruit entendu dès lors que cette signification correspond à une adaptation de l'organisme à son environnement. C'est là une vision nouvelle du langage, d'orientation naturaliste, très éloignée des conceptions habituelles du langage comme structure symbolique assujettissant le sujet à ses lois²⁰ ! Cette extension n'est en rien une théorie globale du langage, dont la structure est déterminée par des lois linguistiques ne relevant pas du rapport au monde. Mais cette autonomie interne des lois de fonctionnement du langage, sur laquelle s'appuie la linguistique classique, ne signifie pas l'absence d'une référence au réel. Un des tournants majeurs de la linguistique cognitive contemporaine est ainsi justement d'avoir réintroduit l'importance de la *référence* dans le langage²¹. Les grammaires cognitives ont permis de comprendre qu'il existait en dessous de la variabilité des grammaires apparentes une syntaxe profonde directement implémentée dans les structures profondes de la perception. D'ailleurs, nous n'avons même nul besoin de faire appel à des analyses profondes du fait linguistique pour observer que chez l'enfant, les mots sont appris parce qu'ils sont d'abord associés à des situations concrètes. On peut ainsi légitimement considérer qu'un mot (ou une holophrase) peut être assimilé à une affordance en ce qu'il couple un signe avec une offre de sens (affordance) fourni par un objet (ou une situation) perçu. Une illustration convaincante est celle du stade des déictiques gestuels dans le développement du langage. Avant les premiers mots lexicaux, on observe une activité de pointage (désignation gestuelle) centrée sur les objets. Chez les enfants sourds, on observe fréquemment une transformation du geste de pointage en un geste figuratif imitant telle ou telle caractéristique de l'objet. Appliquée au langage, l'affordance explique pourquoi la perception des énoncés est sémantiquement orientée et ne fonctionne donc pas par une hiérarchie ascendante d'indices phonétiques. Certes, la discrimination

19. Un enfant implanté peut ainsi dire qu'il entend une araignée marcher sans sa tête (sic) et un adulte évoquer les cailloux malmenés par un torrent de montagne pour évoquer ses nouvelles sensations auditives après un changement de réglage. Un autre évoquera le vent du désert...

20. Comme dans la psychanalyse d'orientation lacanienne par exemple.

21. Cf. Jackendoff R., *Langages of the mind*. Essays on mental representation, MIT press, 1992.

des indices phonétiques est nécessaire à l'identification des phonèmes permettant le décodage du sens. Mais la compréhension de la parole est également sous l'influence des facteurs sémantiques de façon plus générale sous l'influence des hypothèses de signification. Ainsi, on peut artificiellement supprimer des phonèmes dans la chaîne parlée sans que cela modifie la compréhension globale de la phrase. Le sémantisme général du discours prime sur l'identification exacte de ses composants. Ce primat de l'hypothèse de sens sur la structure acoustique existe aussi pour la compréhension de mots isolés. L'étude analytique des matrices de confusions phonétique montre que les phonèmes de substitution ne sont que très imparfaitement déterminés par une logique phonétique mais bien plus par une logique sémantique²². Il n'y a que dans les tests de logatomes, mots dénués de signification, que l'on peut observer une logique *quasi* purement phonétique, mais on est alors dans une situation artificielle de laboratoire qui ne renseigne en rien sur la compréhension effective de la parole en situation. La compréhension de la parole est donc irréductible à une analyse perceptive en constituants élémentaires. Elle est inséparable de sa situation en contexte et de l'activation des énoncés – (des affordances) dans une implication effective du sujet dans son environnement. On peut voir ici une explication du phénomène de compréhension monolocuteur. L'enfant implanté associe la compréhension des énoncés à des situations concrètes et il en conserve une image « acoustique » globale, non segmentée, comme une forme-stimulus. Dans ce cas, l'aspect génératif du langage est absent et le sujet l'utilise comme un répertoire de formes fixes dont les caractéristiques (fondamental de la voix, patterns intonatifs) ne peuvent se modifier, contrairement à ce qui se passe dans le fonctionnement naturel de la parole.

22. Cf. Virole B., le chapitre 6, la perception phonétique, et p. 144, dans *Psychologie de la surdité*, troisième édition, 2006 et ma thèse de doctorat en linguistique traitant de *l'analyse des confusions phonétiques dans ses rapports avec les théories de la perception de la parole* (1993) – Université Paris III – La Sorbonne.

La remise en cause du dogme vocal

En considérant que la compréhension de la parole ne relève pas d'un décodage acoustico-phonétique ascendant mais d'un processus interprétatif construit sur la recherche d'affordances linguistiques, nous nous trouvons face à une relativisation de l'importance des stratégies de codage construites sur des modèles d'extraction d'indices acoustiques²³. Bien sûr, ces indices existent bien et il est légitime de favoriser leur détection, comme le fait d'ailleurs l'oreille naturelle dont on sait qu'elle possède des zones de sensibilité critique²⁴. Tout se passe comme si on interprétait les relations entre les zones de sensibilité maximale de l'oreille et les indices phonétiques comme la preuve que l'oreille est phonétique par nature, et donc qu'elle est structurellement dédiée au codage du signal de parole. C'est là raisonner à l'envers. Est-ce que l'on dirait que les doigts sont faits pour le clavier du piano ? Les liens entre phonétique et seuils critiques de l'audition résultent de l'accrochage nécessaire de structures linguistiques sur un substrat perceptif permettant leur mise en contraste et ceci suivant des lois d'économie maximale. De la même manière que les mouvements kinématiques d'un signe gestuel de la langue des signes s'appuient sur les possibilités de détection maximale de la vision, les indices phonétiques se déploient préférentiellement, et suivant des lois d'évolution diachronique, sur les zones de sensibilité maximale de l'oreille. De la même façon qu'il ne viendrait à l'esprit d'aucun scientifique de dire que la vision « a été faite » pour la langue des signes, l'audition n'est pas faite par nature pour les langues orales. Bertrand Delgutte le dit précisément à la fin de sa thèse d'état sur le codage de la parole dans le nerf auditif (1984) :

« ... l'intégration de propriétés acoustiques réparties spectralement et temporellement n'est spécifique ni à la parole, ni à l'homme, et doit donc représenter une faculté générale du système auditif. Dans l'ensemble, l'évolution a du exploiter cette faculté plutôt que créer un système perceptif totalement différent

23. Clark et Melbourne en 1979 : « l'implant cochléaire doit transmettre les éléments qui caractérisent la phonation ».
24. Cf. Delgutte B., *Codage de la parole dans le nerf auditif*, thèse de doctorat d'état ès Sciences Naturelles, Université Pierre et Marie Curie, Paris 6, 1984.

lié à des processus moteurs... Nous proposons ici que la perception de la parole au niveau phonétique n'est pas essentiellement un processus spécifique à l'homme, mais plutôt une adaptation spécifique de processus auditifs complexes communs à plusieurs espèces. »

On doit donc considérer les indices acoustiques de la parole comme des contrôles externes. Cela a été bien démontré, et depuis longtemps, par les travaux de recherche sur la catégorisation phonétique. Les attributs acoustiques sont des propriétés qualitatives des spectres et non des indices élémentaires isolés, tels la fréquence des formants, la direction des transitions, (etc.). Or, les systèmes de codage sont construits précisément sur l'extraction de ces indices. Pour les indices considérés comme contrôles externes agissant sur un flux dynamique, qui fondamentalement est celui du sens, plus que comme des contrôles internes dont la détection déclencherait un processus de catégorisation²⁵. Dès lors, ce qui prime est la construction de ce flux, et non la restitution figée d'indices, certes informationnels en théorie, mais sans potentiel sémantique réel. C'est là la raison, nous semble-t-il pour laquelle des enfants sourds congénitaux implantés n'utilisent pas réellement les possibilités de leur implant en situation concrète alors que les tests d'intelligibilité sont bons. Il y a un monde entre la répétition de mots en liste close, ou même ouverte, et la construction réelle du langage. En théorie, l'articulation motrice des mots dans la parole joue le rôle d'un contrôle moteur externe permettant la stabilisation des indices phonétiques (théorie motrice de la perception). À partir du moment, où ce contrôle est effectué la discrimination phonétique s'améliore. Cliniquement, cette situation s'observe chez des enfants dont le développement langagier s'engage dans un cercle vertueux où l'articulation aide à la discrimination, elle-même favorisant l'acquisition de nouveaux points articulatoires et donc l'extension des performances en articulation. Mais ce cercle vertueux ne s'observe que lorsque l'enfant s'appuie sur une signification déjà constituée,

25. Cf. les travaux de Kenneth Stevens, *The quantal nature of speech : Evidence from articulatory acoustic data*, *Human Communication, a Unified View*, (P.B. Denes, E.E. David Jr. Eds.), 1972.

et donc des affordances déjà accordées²⁶. Il ne s'observe pas dans le vide de sens. Aucun mot ne s'apprend en dehors d'un contexte expérimenté d'une signification immédiatement disponible. Contrairement à ce qui est avancé fréquemment dans le milieu audiophonologique, nous préconisons donc l'utilisation précoce de la langue des signes *en association* avec les implantations cochléaires afin de créer ces significations premières, ces affordances nécessaires au développement du langage. Il est pour nous clairement établi – et nous mettons au défi quiconque de nous présenter des faits contraires²⁷ – que l'utilisation précoce de signes gestuels ne constitue en rien un frein à la construction du langage oral. C'est bien au contraire une aide considérable pour le développement du langage en général, sous ses deux versants, visuo-gestuels et audiophonologiques. Il est beaucoup plus aisé d'apprendre à un enfant le sens des mots lorsque celui peut s'appuyer sur une construction sémantique déjà acquise grâce aux signes gestuels dont on sait qu'ils possèdent une forte composante référentielle très propice à la construction des affordances²⁸. Fournir à un jeune enfant sourd implanté la possibilité d'une symbolisation aisée, immédiate, par les signes gestuels ne signifie pas qu'il deviendra à l'âge adulte un sourd signeur, mais simplement qu'on lui permet d'accéder à l'ensemble des possibilités de symbolisation dont la nature a doté l'homme. Les « conseils » donnés aux

26. Chez les adultes devenus récemment sourds, la question des réglages se pose en d'autres termes car le flux des affordances est déjà constitué et la restitution des contrôles externes (indices acoustiques) est suffisante pour rétablir l'intégrité de la compréhension.

27. Et que l'on ne nous parle pas des études par imagerie qui montrent un recrutement du cortex « auditif » associatif par les afférences visuelles chez les sourds signeurs ! Les assemblées neuronales sont des ensembles topologiques dont on sait que leurs dynamiques engagent de grandes parties du cortex qui doit donc être considéré comme espace global. L'idée d'une « concurrence » relève d'un darwinisme neural mental simpliste et inapproprié. Ce type d'étude montre simplement qu'à part les cortex primaires qui sont effectivement encapsulés, l'ensemble de aires associatives secondaires peuvent être recrutées de façon indifférente en fonction des nécessités adaptatives et ceci de façon idiosyncrasique.

28. À tel point, qu'on utilise la langue des signes comme vecteur rééducatif et thérapeutique avec des enfants entendants souffrant de troubles d'acquisition du langage.

parents d'éviter la langue des signes nous paraissent être ont les manifestations d'une incompréhension des processus profonds d'acquisition du langage - et pour une part, l'expression d'une forme d'angoisse devant la surdité²⁹.

Le concept de précurrence

La notion d'échec de l'implant est souvent évoquée dans les cas où l'enfant sourd implanté ne développe pas la parole. Pourtant, l'observation clinique atteste que la plupart de ces enfants réclament leurs implants et ne peuvent s'en passer. Généralement, on explique cet apparent paradoxe par la fonction d'alerte fournie par l'implant. Mais cette fonction est souvent dévaluée dans son importance et beaucoup d'équipes estiment qu'elle ne justifie pas les coûts d'une implantation. Or, ce qu'on nomme *fonction d'alerte* est un fait une fonction complexe, liée à la *précurrence*, second concept majeur, selon nous, pour comprendre la perception. La notion de *précurrence* est un concept très ancien proposé par le grand physiologiste Sherrington (1857 – 1952) en 1906 et qui a été réutilisé par Georges Thines dans les années quatre-vingt dans ses travaux sur la psychologie animale, puis a été oublié tant par l'éthologie que par les sciences cognitives. Sherrington a remarqué que dans les différentes lignées évolutives, le développement des structures du système nerveux central se réalise à partir des organes sensoriels permettant la perception à distance (vision, audition, olfaction) à la différence des organes sensoriels tels que le tact et le goût imposant le contact, et qui sont à la source d'un développement moindre³⁰. De ce constat, Sherrington déduit que les sens à distance présentent une caractéristique particulière sur le plan fonctionnel. Selon lui, ils permettent une anticipation de la survenue d'une at-

taque prédatrice et préparent les comportements de fuite ou de riposte.

Cette anticipation - nommée *précurrence* par Sherrington - développe un espace « intérieur », différent des réactions réflexes, et impliquant non seulement une représentation anticipatrice mais également des procédures de décisions comportementales³¹. Plus la détection est précoce, lointaine, et plus le volume des possibilités de réponses comportementales s'accroît, développant ainsi la complexité des conduites adaptatives intelligentes. Ce lien entre anticipation, développement de la cognition, et augmentation du sentiment de sécurité, est non trivial. L'audition permet à l'organisme de repérer des changements de milieu sans exiger un contact des stimuli avec le corps propre. Ce caractère entraîne un accroissement de la sécurité biologique : un prédateur peut être repéré avant l'attaque effective. C'est donc un sens orienté vers l'anticipation (alerte). Par cette anticipation, la précurrence implique le développement d'un espace « subjectif » (privé) et le développement d'un temps propre à l'organisme (le temps de l'alerte, puis le temps de l'action). L'augmentation des distances de repérage augmente le temps d'exécution des conduites et de la diversité des décisions possibles. Des conduites indirectes et des intermédiaires de plus en plus complexes entraînent l'apparition de comportements « intelligents ».

La précurrence nous permet de comprendre comment et pourquoi des enfants sourds congénitaux, dont l'implantation n'a pas induit la compréhension du langage oral, investissent leur implant et ne peuvent s'en séparer comme le montrent de multiples observations cliniques. Cette fonction de précurrence dite « improprement » d'*alerte* est non seulement au service de la sécurité interne de l'enfant mais elle induit des *hypothèses de recherche de sens et de cau-*

29. Pour une analyse des attitudes, des défenses et des idéologies professionnelles générées par la surdité, Cf. Virole B. *Psychologie de la surdité*, troisième édition, 2006 et sur le web : *Sociologie du monde professionnel de la surdité, idéologies, modèles théoriques et pratiques*, www.benoitvirole.com

30. L'analyse de Sherrington commence par l'observation que tous les organismes qui développent des organes sensoriels le font dans l'axe correspondant au sens de leur déplacement dans l'espace. Chaque organisme possède ainsi un *segment conducteur*.

31. « Food, sexual consumption, suitable posture, preservation of injury, are ends to which their direction leads, as with the longer series of actions due to projectile receptors reacting to objects at a wider horizon. It is rather that the latter afford a freer field for the winning of more subtle adjustments with wider application of associative memory ». (Sherrington, C., The integrative action of the nervous system, 1906, Cambridge 1952, p.332).

salité³² qui participent au développement général de la cognition. Il en résulte une conséquence pratique. Un implant, demandé et porté par l'enfant, qui n'apporte aucun bénéfice sur le plan langage oral *ne doit pas être considéré comme un échec*. À la limite, une simple perception *on - off* avec une seule électrode fonctionnelle est une réussite et justifie l'implantation à la condition que celle-ci, par ailleurs, ne perturbe pas l'adaptation déjà existante de l'enfant. Dans tous les cas, c'est l'usage et l'appréciation réalisée par le patient qui définissent la notion de succès et non les attentes professionnelles, ni les résultats de « tests ».

Le problème des implantations bilatérales

À l'état naturel, les différences d'intensité et de phase du signal perçu entre les deux oreilles sont les indices permettant la localisation d'une source sonore dans l'espace. L'amélioration de la saillance d'un signal dans le bruit est pareillement améliorée par l'audition binaurale. Il est donc légitime de penser qu'une implantation bilatérale permettra un gain de précurrence considérable en favorisant la localisation des sources sonores et donc des hypothèses cognitives permettant leur identification. On est donc en droit d'attendre des implantations cochléaires bilatérales un gain considérable en développement général de l'adaptation du sujet à son environnement³³. Les questions de mise en phase ou de réglage différentiel entre les deux processeurs controlatéraux sont théoriques et sans fondements car on peut escompter que la construction de précurrence s'effectuant à un niveau central, ces aspects de synchronisation n'auront probablement pas d'effets négatifs. Après tout, c'est bien parce qu'il existe des différences de synchronisation (de phases,

et d'intensité) que nous pouvons inférer la localisation de sources sonores. Sur un plan théorique, les implantations bilatérales sont ainsi pleinement justifiées mais elles doivent tenir compte du risque de destruction bilatérale des vestibules, capteurs majeurs de la gravité, de la posture et de l'équilibre³⁴. Il serait en effet absurde de fournir aux enfants un gain pour l'orientation spatiale et en même temps de générer chez eux des déficits visuo-spatiaux par destruction bilatérale des deux vestibules. En effet, dans 10 % des cas d'implantation, le vestibule n'est plus fonctionnel après l'implantation. Si le vestibule controlatéral est fonctionnel, le sujet dispose encore d'information posturale (accélération, gravité) mais en cas de destruction bilatérale la perte fonctionnelle est irrémédiable et se répercute sur l'adaptation posturale et sur les capacités visuo-constructives.

Conclusion

Il ne fait guère de doute que l'on préférera longtemps en matière d'implantation cochléaire, une belle onde de potentiel évoqué auditif dont on inféra le bon fonctionnement de l'intégration auditive, à des concepts aussi difficiles que l'affordance et la précurrence. Le réalisme technique prime aujourd'hui sur la recherche d'intelligibilité et le domaine de l'audiologie ne fait pas exception dans un mouvement général qui touche non seulement les sciences mais l'ensemble des activités humaines. Pour autant cela ne signifie pas que nous devons baisser les bras et abandonner tout espoir de voir la complémentarité des approches permettre une observation approfondie des phénomènes auxquels nous sommes confrontés. Sans doute, n'avons-nous pas pu tenir ici tous nos objectifs de notre projet d'une réévaluation de la perception au travers des implants cochléaires. Mais nous avons peut être réussi à montrer l'intérêt de l'adoption d'un

32. Helmholtz disait déjà que l'audition était le sens de la déduction.

33. Ce qui ne signifie pas que les sourds non implantés et ne disposant que des canaux visuels et vibratoires soient des idiots ou des inadaptés. La psychologie contemporaine de la surdité a montré qu'il pouvait exister une pensée visuelle, riche et présentant des caractéristiques remarquables d'abstraction. Reconnaître des différences ne signifie pas forcément les hiérarchiser. Mais la plupart des enfants sourds vivant dans des familles entendant et sont destinés à s'adapter au monde entendant, il est juste et nécessaire de les aider à posséder le maximum de chances d'adaptation.

34. D'après le docteur Sylvette Wiener-Vacher (Hôpital Robert-Debré, Paris), le risque est grand de créer avec des implantations bilatérales des sujets dépourvus d'informations vestibulaires par destruction des deux vestibules. On sait que des informations visuelles et proprioceptives compensent en partie ces déficits mais cela est vrai chez le sujet jeune, que se passera-t-il chez ces sujets vieillissants lorsque ces informations compensatoires seront-elles mêmes altérées ? (communication personnelle, 2008).

autre *point de vue*, celui décrivant un processus perceptif orienté sur la signification et non plus sur l'« information ». En défendant la légitimité d'une approche complémentaire de la perception, centrée sur le sens et non sur la réduction au signal, cet article n'avait pas d'autre but que de proposer de nouvelles pistes de réflexion dont nous espérons qu'elles pourront être utiles tant au clinicien qu'au chercheur.

Références

- Bachelard G., *La formation de l'esprit scientifique, contribution à une psychanalyse de la connaissance*, 1938, J. Vrin, 1993.
- Canévet G., « Audition binaurale et localisation auditive », *Psychoacoustique et perception auditive*, INSERM/CFA/CENT, 1988.
- Carrat R., *Théorie de l'échantillonnage cochléaire*, Arnette, 1986.
- Delgutte B., *Codage de la parole dans le nerf auditif*, thèse de doctorat d'état ès Sciences Naturelles, Université Pierre et Marie Curie, Paris 6, 1984.
- Deouelle L.Y., Heller, A.S., Malach, R., D'Esposito, M., T.Knight R., « Cerebral Responses to Change in Spatial Location of Unattended Sounds », *Neuron*, 55, 985-996, September 20, 2007.
- Gallégo S., Collet L., « L'implant cochléaire : comment et pourquoi cela marche? », *ORL autrement*, Lancry, 2008, p 9-23.
- Gibson J.J., *The Sense Considered as Perceptual Systems*, Boston, Houghton Mifflin, 1966.
- Gibson J.J., « The Theory of Affordances », in R. Shaw et J. Bransford (éds.), *Perceiving, Acting and Knowing. Toward an Ecological Psychology*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, 1977.
- Gibson J.J., *The Ecological Approach to Visual Perception*, Hilldale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, 1979.
- Husserl E., *La Crise des Sciences européennes et la phénoménologie transcendantale*, (trad. G. Granel), Gallimard, Paris, 1976.
- Jackendoff R., *Langages of the mind. Essays on mental representation*, MIT press, 1992.
- Lenay Ch., « Énaction, Externalisme et Suppléance Perceptive », *Intellectica*, 200-/1, 43, pp. 27-52.
- Marr D., *Vision*, Freeman, 1982.
- Niveleau C- E., « Le concept gibsonien d'affordance : entre filiation, rupture et reconstruction perceptuelle », *Intellectica*, 2006/1, 43, pp. 159-199.

Petitot J., *Physique du Sens, de la théorie des singularités aux structures sémio-narratives*, Éditions du CNRS, 1992.

Petitot J., « Forme », *Encyclopaedia Universalis*, Paris, 1995.

Petitot J., Varela F.J., Pacoud B., Roy J.M., *Naturaliser la phénoménologie, essais sur la phénoménologie contemporaine et les sciences cognitives*, CNRS Éditions, 2002.

Schaeffer P., *Traité des objets musicaux*, Le Seuil, 1966.

Schank R., Reminding and memory organisation : an introduction to MOPs, in *Strategies for natural language processing*, Lehnert & Ringke, Lawrence Erlbaum, Hillsdale, N.J.

Sherrington C., *The Integrative Action of The Nervous System*, Cambridge (Mass) , 1906, rééd. 1952.

Stevens, K.N. , *The quantal nature of speech : Evidence from articulatory acoustic data*, *Human Communication, a Unified View*, (P.B. Denes, E.E. David Jr. Eds.), 1972.

Thines G., *Psychologie des animaux*, Dessart, Bruxelles, 1966.

Thines G., « Perception », (1983), *Encyclopaedia Universalis*, 2002.

Varela F.J., Thompson E., Rosch E., *L'inscription corporelle de l'esprit : sciences cognitives et expérience humaine*, Paris, Seuil, 1993.

Virole B., *Psychologie de la surdité*, troisième édition, 2006.

Virole B. « Objectivité et Iconicité - L'apport de la surdité à la naturalisation du sens », *Psychologie clinique*, Nouvelle série N° 6, 1998.

Virole B., « Sociologie du monde professionnel de la surdité, idéologies, modèles théoriques et pratiques », *Surdité et Sciences humaines*, L'Harmattan, 2011.

Wells A.J., « Gibson's Affordance and Turing's Theory of Computation », *Ecological Psychology*, 14 (3), pp. 141-180, 2002.

pour citer ce texte :

Virole B., « Affordance et Précurrence », *Surdité et Sciences humaines*, L'Harmattan, 2011.

<https://virole.pagesperso-orange.fr/affoprec.pdf>