

La suppléance perceptive

Implications sur les définitions de nos modalités sensorielles

Malika AUVRAY

Inventés dans les années 60, à l'origine pour l'aide aux personnes non-voyantes, les dispositifs de suppléance perceptive, également appelés systèmes de substitution sensorielle sont fondés sur la conversion des stimuli propres à une modalité sensorielle (vision, audition, toucher et odorat) en des stimuli propres à un autre sens. Grâce à ces dispositifs, les utilisateurs se révèlent capables de recréer des capacités perceptives qui ont les caractéristiques de notre système visuel, et ce même si les inputs sensoriels sont tactiles ou auditifs. Au-delà de leur usage concret, ces systèmes questionnent la distinction que nous opérons traditionnellement entre nos modalités sensorielles; ils interrogent également notre définition de la vision.

Les dispositifs de suppléance visuo-tactile

Parmi les nombreux systèmes existant pour les non-voyants, les dispositifs les plus étudiés donnent accès à des informations visuelles grâce à des stimulations tactiles ou auditives. L'un des tout premiers dispositifs de suppléance visuo-tactile a été développé par Paul Bach-y-Rita: le TVSS (Tactile Vision Substitution System) convertit une image captée par une caméra vidéo en une stimulation électrique ou vibrotactile sur une matrice de stimulateurs tactiles en contact avec une partie du corps comme le bas du dos, l'index,

l'abdomen ou la langue. La variante de ce dispositif la plus largement commercialisée est un outil destiné à la lecture, l'Optacon (Optacon – Telesensory Systems, Palo Alto, Californie, USA). L'Optacon se présente comme un large stylet grâce auquel on parcourt un texte. Une caméra miniaturisée placée au bout du stylet enregistre le texte; ce dernier est restitué sous forme de vibrations tactiles par une petite matrice de micro-vibreurs; et c'est sur cette matrice que le lecteur aveugle place l'un des doigts de sa main libre.

Le TVSS a été l'objet de nombreuses améliorations techniques, comme la miniaturisation, l'augmentation de la définition de l'image, le passage à la stimulation électrique ou la recherche d'un codage pour la couleur. De nombreuses études ont prouvé l'efficacité de cette substitution de la vision par des stimuli tactiles, notamment pour la reconnaissance de formes simples (Kaczmarek *et al.*, 2003; Sampaio *et al.*, 2001), la lecture (Bliss *et al.*, 1970; Craig 1981; Loomis, 1980) et la localisation (Jansson, 1983; Lemaire, 1999). Ces études ont également montré que les usagers d'un dispositif de suppléance perceptive sont capables d'effectuer des jugements perceptifs visuels tels que la perspective, la parallaxe, les ombres, l'interposition des objets, ainsi que des estimations concernant la profondeur (Bach-y-Rita *et al.*, 1969; White *et al.*, 1970).



Gonzales Coques (1618-1684), *L'ouïe*. Anvers, Koninklijk Museum voor schone kunsten. © IRPA-KIK ñ Bruxelles.

Les dispositifs de suppléance visuo-auditive

D'autres dispositifs utilisent une technologie de substitution de la vision par l'audition afin

de pallier un déficit visuel. Ces systèmes sont basés soit sur le principe de l'écholocalisation, soit sur le principe d'une conversion image/son.

Les dispositifs d'écholocation fournissent des signaux auditifs dépendant de la direction, de la taille, de la distance et de la texture des objets. Ils fonctionnent sur le même principe qu'un sonar: un dispositif émetteur/récepteur émet un signal ultrason FM. Pour calculer la distance entre la source et l'objet distant, les récepteurs utilisent une méthode de télémétrie, soit le temps mis par les impulsions ultrasoniques pour atteindre l'objet et revenir, par réflexion, à son point de départ. Ces signaux sont ensuite convertis en signaux auditifs transmis aux oreilles via des écouteurs. La distance peut être codée par l'intensité du son, l'emplacement horizontal par la disparité inter-aurale. Les codages diffèrent selon les dispositifs (Heyes, 1984; Kay, 1964, 1985).

Dans d'autres systèmes, des images captées par une caméra sont converties en sons et transmises aux oreilles via des écouteurs. Pour ces dispositifs, les codes utilisés convertissent l'emplacement vertical en fréquence et la luminosité en intensité sonore. Ces systèmes diffèrent essentiellement par leur codage horizontal. Ils utilisent tous la disparité inter-aurale afin de coder l'emplacement horizontal des objets. Le PSVA (Prosthesis Substituting Vision by Audition) développé par Capelle et ses collaborateurs (Capelle *et al.*, 1998) ajoute un second codage en fréquence pour l'emplacement horizontal et des champs récepteurs dont la résolution est plus importante au centre de la matrice afin de ressembler davantage au système visuel. Le dispositif *The Voice* développé par Meijer (Meijer, 1992) comme celui développé par Cronly-Dillon (Cronly-Dillon *et al.*, 1999), est basé sur un scan cyclique de l'image qui permet de coder la position horizontale. Ici encore, les études effectuées avec ces dispositifs ont montré la possibilité de reconnaissance de formes simples (Arno *et al.*, 1999; Cronly-Dillon *et al.*, 1999, 2000), de reconnaissance de formes plus complexes, comme des objets de la vie courante et de localisation (Auvray *et al.*, 2003). Certaines études ont également prouvé la possibilité de recréer des illusions visuelles avec le PSVA (Renier *et al.*, 2003).

Pour conclure cette rapide présentation, notons que toutes sortes de prothèses sont encore à concevoir et que ces dispositifs de suppléance perceptive peuvent prendre de multiples formes. On peut en fait imaginer la conversion des stimuli propres à toute modalité sensorielle (vision, audition, toucher, etc.) en des stimuli d'un autre sens. La relation entre les stimulateurs et les récepteurs peut être directe (stimulateurs et récepteurs sont couplés électroniquement) s'il s'agit d'appréhender le monde réel, ou calculée à travers un système dit de réalité virtuelle (des senseurs virtuels font réagir des stimulateurs réels). La réalité virtuelle autorise d'ailleurs une grande flexibilité: les dispositions spatiales sont aisément variables et de multiples liens senseurs-stimulateurs sont imaginables.

Modalité des sensations et une modalité des perceptions

Que nous apprennent les études effectuées sur les dispositifs de suppléance perceptive? Elles mettent tout d'abord en évidence une importante plasticité structurelle et fonctionnelle du système nerveux central. D'un point de vue structurel, on montre une sollicitation des aires visuelles par des stimulations auditives ou tactiles (De Volder *et al.*, 1999; Kupers, 2003). D'un point de vue fonctionnel, les utilisateurs de tels dispositifs sont capables de recréer des capacités perceptives qui ont les caractéristiques de notre système visuel, même si les inputs sensoriels sont tactiles ou auditifs. Ainsi, en dépit de différences certaines dans la stimulation sensorielle, la vision et la suppléance tactile ou auditive de la vision contiennent un nombre significatif d'informations fonctionnellement équivalentes.

Cette équivalence de l'information atteignable par différents sens pose la question du caractère amodal de l'information perceptive. Résumons les deux points de vue. Selon l'approche modale, le percept est issu de la sensation et les données perceptives sont originellement attachées à la modalité sensorielle particulière qui les a engendrées

(Berkeley, 1709; Locke, 1690). Par contre, selon l'approche amodale, le percept n'est pas issu de la sensation, mais il résulte d'un processus d'extraction de l'information. Selon cette hypothèse, l'information est abstraite et ne dépend pas de la modalité sensorielle à partir de laquelle elle a été extraite. Les propriétés des objets peuvent donc être interprétées par plusieurs canaux sensoriels. Par conséquent, les sensations sont particulières à chaque modalité, mais l'information perceptive ne l'est pas (Gibson, 1966). Ces deux approches expliquent de manière différente la possibilité d'accès aux mêmes informations par la vision et par la suppléance tactile ou auditive de la vision. Pour les tenants de l'approche modale, le transfert intermodal suppose un codage des données arrivées dans un canal sensoriel dans le code propre à l'autre canal sensoriel. Cette traduction suppose que soit constituée une sorte de dictionnaire intermodal. Pour les tenants de l'approche amodale, aucune transformation des données n'est requise pour leur transfert d'une modalité à l'autre.

Les dispositifs de suppléance perceptive offrent la possibilité de séparer les stimulations sensorielles des informations perceptives. Ils nous permettent donc de séparer la question du caractère modal des sensations et celle du caractère modal des perceptions. Le caractère modal des unes n'impliquant nullement le caractère modal des autres. Concernant le caractère modal des sensations, les études effectuées sur l'utilisation de ces systèmes montrent que l'action est nécessaire pour qu'une perception via le dispositif soit possible. Ainsi, la simple substitution d'une entrée sensorielle tactile ou auditive à une entrée sensorielle visuelle ne nous donne pas accès, de manière immédiate et passive, aux données visuelles. Il n'existe donc pas d'équivalence modale stricte des sensations. En revanche, les études effectuées montrent que les utilisateurs de ces dispositifs, si ils sont actifs, parviennent à extraire une information similaire à l'information visuelle bien que les stimulations sensorielles soient tacti-

les ou auditives. Elles nous laissent supposer l'existence d'une amodalité de l'information perceptive.

Percevoir avec un dispositif de suppléance perceptive visuo-tactile ou visuo-auditive, est-ce voir ?

La possibilité d'accéder aux informations perceptives habituellement dévolues à une modalité sensorielle grâce à une autre modalité sensorielle nous permet-elle d'appeler *vision* une perception issue d'un dispositif convertissant des images en sons ou en informations tactiles? Pour cela il faut définir ce qu'est une modalité sensorielle. Cette définition, problématique, fait l'objet de nombreuses controverses. Grice (1962, 1989) a proposé quatre critères de distinction entre les sens. Nos modalités sensorielles se distinguent: 1) par le type d'organe sensoriel impliqué dans la perception; 2) par rapport aux différences entre les stimuli utilisés dans la perception (les vibrations de l'air pour l'audition, la lumière pour la vue); 3) par rapport aux types de choses qui en constituent l'objet; c'est-à-dire par rapport aux propriétés sur lesquelles elles nous informent (les odeurs pour l'odorat, les couleurs et les formes pour la vue, etc.), ce que Casati et Dokic (1994) appellent le critère des propriétés; 4) par rapport aux caractéristiques subjectives des expériences. Il est aussi possible de considérer le critère 5) de l'équivalence comportementale (Morgan, 1977), une modalité sensorielle se définissant alors par le type de comportement engendré par une stimulation et le critère 6) des équivalences sensorimotrices. Les définitions de nos modalités sensorielles considèrent soit l'un de ces critères isolément soit une combinaison de plusieurs de ces critères. Sans discuter ici des avantages et des inconvénients de chacun de ces critères (pour une revue, voir Casati et Dokic, 1994), tentons de déterminer lesquels d'entre eux sont satisfaits par l'utilisation des dispositifs de suppléance perceptive.

Le critère de l'organe sensoriel

Le type d'organe sensoriel impliqué dans la perception peut être compris en un sens strict, c'est-à-dire impliquant l'organe lui-même (l'œil dans le cas de la vue) et la façon dont il est rattaché au cerveau (les terminaisons nerveuses allant de l'œil jusqu'au cortex visuel). Si une définition de nos modalités sensorielles se base sur le type d'organe sensoriel impliqué dans la perception au sens strict, il est évident qu'une perception avec un dispositif de suppléance perceptive visuo-auditive ou visuo-tactile ne pourra être dite visuelle. Nous pouvons par contre envisager d'assouplir ce critère et de le juger satisfait si une similitude suffisamment forte entre l'organe sensoriel visuel et le dispositif utilisé est attestée.

Or, nous pouvons constater un ensemble de similitudes entre le fonctionnement d'un dispositif de suppléance perceptive et le fonctionnement du système visuel. Prenons l'exemple des dispositifs de suppléance perceptive visuo-tactile et des dispositifs de conversion image / son. Les similitudes suivantes se dégagent: (a) une image est formée par une lentille sur une surface bidimensionnelle (la rétine ou la lentille de la caméra); (b) la surface contient des éléments discrets (bâtonnets et cônes pour l'un, vibreur pour l'autre) qui réagissent à l'entrée; (c) les surfaces contiennent des cellules nerveuses qui sont connectées aux régions de la surface (appelés champs récepteurs dans les deux cas) et qui envoient des signaux électriques au cerveau; (d) le système de formation de l'image (œil, caméra) peut être déplacé à volonté, soumettant l'image à des transformations; (e) dans les deux systèmes, la source de stimulation n'est pas nécessairement en contact avec le corps; (f) la perception peut être interrompue par l'interposition d'objets entre le spectateur et l'objet vu (Morgan, 1977).

À priori, la différence entre le système visuel et un dispositif de suppléance perceptive pourrait être jugée comme quantitative. Le second est doté de beaucoup moins de

champs récepteurs et de stimulateurs: il propose une résolution de l'image beaucoup plus faible et incolore. De même, les mouvements de la caméra sont plus difficiles et limités que les mouvements de l'œil. Mais ces différences structurelles suffisent-elles à impliquer que la perception via un dispositif de suppléance perceptive, selon ce critère, n'est pas une perception visuelle?

D'abord, ces différences quantitatives se rencontrent aussi entre les différentes espèces animales. Les crabes offrent l'exemple d'un système biologique qui a moins de récepteurs que la plupart des mammifères mais on peut néanmoins dire qu'ils voient. De nombreuses espèces, comme le chien, n'ont pas accès à la vision des couleurs. Ainsi, des organes perceptifs très divers, employés par les différentes espèces, sont dits visuels. Déterminer selon quels critères des organes sensoriels présentant une si grande différence peuvent être considérés comme semblables est problématique. Si ces critères sont trop précis, nous nous retrouverons avec une inflation démesurée du nombre de sens (Pacherie, 1997). Si ces critères sont suffisamment ouverts pour inclure sous la même appellation notre système visuel, celui d'une abeille et celui d'un crabe, au vu du nombre de similitudes dégagées entre les prothèses perceptives et notre système visuel, pourquoi n'impliqueraient-ils pas les dispositifs de suppléance perceptive? Cette constatation amène Morgan (1977) à souligner qu'on ne peut distinguer ce qu'est voir ou ne pas voir en se basant sur la nature structurelle des systèmes perceptifs.

Nous pouvons ensuite souligner que dans le cadre de notre vision, l'image qui s'imprime sur notre rétine est elle aussi imparfaite. Cette image est floue, désordonnée et extrêmement variable. Notre système visuel présente de nombreux défauts, tels que la non-uniformité de la répartition des cônes sur notre rétine, la présence d'une tache aveugle, les perturbations engendrées par les mouvements saccadiques des yeux. Ces défauts ne se reflètent paradoxalement pas dans notre accès perceptif. Une explication possible: ce

n'est pas à cette image imparfaite que nous accédons, mais plutôt aux relations entre les mouvements oculaires (microsaccades) et les variations sensorielles qu'ils provoquent (Lenay, 2002 ; O'Regan, 1992).

Cette différence entre les sensations auxquelles nous avons accès et le percept qui en découle a été soulignée par Poincaré (1905, 1907). Poincaré part du constat que l'espace représentatif – dans sa triple forme visuelle, tactile et motrice – est extrêmement différent de l'espace géométrique. Il n'est ni homogène, ni isotrope. On ne peut même pas dire qu'il ait trois dimensions : l'espace visuel pur est bidimensionnel et les espaces tactiles et moteurs ont d'une certaine manière autant de dimensions qu'il y a de muscles. Nos espaces sensoriels, que Poincaré appelle l'espace représentatif, ne sont ainsi qu'une approximation imparfaite de l'espace géométrique : il nous est par conséquent impossible de nous représenter les objets extérieurs dans l'espace géométrique. Poincaré explique cette différence entre espace représentatif et espace géométrique : pour lui, l'espace représentatif auquel nous avons accès ne découle pas directement de nos sensations prises isolément, mais de lois structurant la succession des sensations. Ainsi, « *aucune de nos sensations, isolée, n'aurait pu nous conduire à la notion d'espace, nous y sommes amenés seulement en étudiant les lois suivant lesquelles ces sensations se succèdent* » (Poincaré, 1907).

C'est ce qu'il semble se passer lors de l'utilisation d'un dispositif de suppléance perceptive. La différence quantitative dans les inputs sensoriels permise par ces dispositifs n'empêche pas l'établissement de lois structurant la relation entre les variations de mouvements de l'utilisateur et les variations sensorielles concomitantes. L'établissement de ces lois permet la réalisation d'un grand nombre de tâches perceptives. On peut dès lors penser que les différences structurelles ne suffisent pas à prouver que la perception via un dispositif de suppléance perceptive n'est pas une perception visuelle.

Le critère des stimuli

Le critère des stimuli est le second critère avec lequel nous cherchons les différences et similitudes entre les dispositifs de suppléance perceptive et la vision. Il peut être envisagé selon deux angles différents : nous pouvons soit considérer la nature du stimulus qui affecte *directement* nos sens, soit la nature du stimulus *à partir* duquel l'information est extraite.

Si nous considérons le critère des stimuli comme sensation pure, c'est-à-dire si nous considérons la nature des stimuli qui affectent *directement* l'organe perceptif considéré, en ce cas les stimuli de notre perception visuelle sont des rayons lumineux tandis que les stimuli de notre perception via un dispositif de suppléance perceptive sont des impulsions tactiles ou des vibrations sonores. La perception effectuée au moyen d'un dispositif de suppléance perceptive ne satisfera donc pas ce critère.

Si nous considérons le critère des stimuli comme étant le type de stimulation physique à partir duquel nous extrayons une information perceptive, nous définirons la vision comme une activité d'extraction *à partir* des rayons lumineux. Dans le cas de l'utilisation d'un dispositif de suppléance perceptive visuo-auditive ou visuo-tactile, comme dans celui de la vision ordinaire, l'information qui arrive au sujet est l'information sur les objets véhiculée par la lumière. Dans ce cas, la perception via un dispositif de suppléance perceptive satisfait le critère des stimuli puisque nous extrayons l'information contenue dans la lumière, même si c'est par des moyens différents.

Le critère des propriétés

Les modalités sensorielles peuvent aussi être définies par rapport aux propriétés sur lesquelles elles nous informent. Selon ce critère, une modalité est dite visuelle si elle nous donne accès à un certain nombre de propriétés visuelles, comme la couleur ou la forme. Ce critère pose problème si il est



Poliphile avec les cinq sens, gravure extraite de: Francesco Colonna, *Hypnerotomachia Poliphili*, Venise, Alde Manuzio, 1499, fol. e 2 v.

considéré de manière unique pour caractériser une modalité sensorielle. En effet, certaines propriétés des objets peuvent être appréhendées par plusieurs sens. Par exemple la forme et la texture des objets peuvent être appréhendées visuellement et tactilement. Ceci pousse certains auteurs à restreindre ce critère à une propriété clé qui ne serait accessible que par cette modalité sensorielle, par exemple la couleur pour la vision (Roxbee-Cox, 1970).

Cette caractérisation soulève elle aussi de nombreux problèmes. Elle ne permet pas d'expliquer en quoi cela est différent de percevoir une forme visuellement et tactilement. Et elle implique que pour chaque propriété clé nous ayons une modalité sensorielle différente. Nous aurions ainsi un toucher pour appréhender la forme d'un objet, un toucher pour les propriétés thermiques, un toucher

pour les propriétés de pression, etc. (Casati & Dokic, 1994). Quels que soient les problèmes soulevés par ce critère, les dispositifs de suppléance perceptive nous donnent, du moins en théorie, accès aux mêmes propriétés que celles obtenues par la vision. Chaque dispositif ne nous donne pas accès à l'ensemble des propriétés que nous pouvons atteindre par la vision, mais des codages sont envisageables pour nous le permettre.

Le critère de l'équivalence comportementale

Nos modalités sensorielles peuvent également être définies par le type de comportement engendré par une stimulation. Si les utilisateurs d'un dispositif de suppléance perceptive ont les mêmes comportements lorsqu'ils entendent une traduction sonore ou tactile d'une scène visuelle qu'un voyant regardant cette même scène, alors on pourra dire qu'ils voient.

Face à l'information qui leur est fournie, les utilisateurs de ces dispositifs semblent bien avoir les mêmes comportements que ceux associés à la vision. Et les dispositifs de suppléance perceptive paraissent donner accès aux mêmes comportements que ceux engendrés par une stimulation visuelle. Si un utilisateur du TVSS ressent une expansion de l'image tactile, il a un comportement d'évitement semblable à un voyant qui voit une image grandir (expansion de l'image rétinienne). De la même manière, si l'utilisateur du dispositif *The Voice* entend un son dont la fréquence devient plus aiguë, il a le même comportement qu'un voyant regardant un objet s'élever. La vision d'un animal dangereux pour un voyant et sa traduction sonore pour l'utilisateur d'un dispositif de suppléance perceptive visuo-auditive amènent au même comportement de fuite. Les dispositifs de suppléance perceptive semblent ainsi satisfaire le critère des propriétés.

Les critères des stimuli (au sens indirect) et de l'équivalence comportementale sont ceux retenus notamment par Morgan (1977). Selon lui, puisqu'on donne à des personnes non-voyantes les mêmes informations que celles qui engendrent la vue pour les voyants et puisqu'ils y répondent d'une manière indistinguishable, on n'a pas d'autre alternative que d'admettre qu'ils voient. Morgan considère ainsi que « il n'y a pas la moindre raison de penser que si deux messages sensoriels donnent à un animal exactement la même information, et si cette information amène exactement au même comportement, alors ils percevront différemment. Et ce, même si les messages sensoriels arrivent par des chemins complètement différents » (Morgan, 1977).

Le critère des équivalences sensorimotrices

Une explication de la distinction entre nos modalités sensorielles peut s'effectuer selon le critère des équivalences sensori-motrices. O'Regan et Noë (2001) expliquent les différences phénoménales ressenties et les caractéristiques propres à chaque modalité sensorielle en termes de structures de changements. Ce

qui va différencier la vision de l'audition ou d'une autre modalité sensorielle, c'est la structure des lois gouvernant les changements sensoriels produits par les actions motrices variées, c'est-à-dire les invariants sensori-moteurs gouvernant l'exploration visuelle. Parce que les contingences sensori-motrices de chaque modalité ont des propriétés invariantes différentes, la structure des lois qui gouvernent la perception est différente selon chaque modalité. Par exemple une première loi qui distingue la perception visuelle est le fait que lorsque les yeux bougent, la stimulation sensorielle sur la rétine bouge et se distord d'une manière particulière. Lorsque nous clignons des yeux, nous interrompons cet accès à la stimulation sensorielle. Une loi différenciant la vision de l'audition est que, lorsque nous nous avançons vers une source de stimulation, au niveau visuel, nous allons avoir un flux en expansion, alors qu'au niveau auditif nous allons avoir une augmentation de l'amplitude du son.

Dans une telle théorie, la définition de la nature d'une perception au moyen d'un dispositif de suppléance perceptive devient une question de degrés. Plus une perception effectuée au moyen d'une prothèse perceptive partagera de lois communes avec notre perception visuelle, plus on pourra appeler une telle perception *vision*.

Différences et similitudes de l'expérience perceptive

Le critère de l'expérience perceptive semble le plus faire défaut aux dispositifs de suppléance perceptive : malgré l'ensemble des possibilités offertes par ces dispositifs, il leur est souvent reproché de ne procurer aucune émotion. Deux exemples : un aveugle « regardant » sa femme grâce au TVSS fut déçu de l'absence d'émotion ressentie ; avec le même dispositif, des étudiants ne montrèrent aucune émotion face à des femmes dénudées. Dans ces deux cas, bien que les utilisateurs soient capables de décrire les détails de l'image, ils n'associent aucun contenu affectif ou émotionnel à ces images (Bach-y-Rita, 2002). Ce qui manquerait le plus dans cette nouvelle

modalité perceptive, ce sont les qualités de nos expériences subjectives du monde, les valeurs que nous attribuons aux choses perçues et les émotions qu'elles nous procurent, c'est-à-dire ce que nous font la vue d'un tableau, le goût du café, l'odeur d'une madeleine, etc. Les dispositifs de suppléance perceptive nous permettent de comprendre un élément crucial : un utilisateur isolé ne peut avoir un accès immédiat aux valeurs de l'expérience perceptive visuelle. Les formes perçues dans une modalité sensorielle ne sont pas associées directement aux sensations de plaisir ou de peine ressenties lors de la perception de cette forme dans une autre modalité sensorielle. En fait, il n'est pas étonnant que l'accès aux qualités perceptives ne soit pas immédiat : s'y attendre reviendrait à considérer que le sens ou la signification émotionnelle sont contenus dans les choses ou dans le monde, et qu'il s'agit de les saisir comme un simple accès à l'information. Mais l'émotion est liée à l'apprentissage que nous faisons de la perception d'un objet et non à l'objet lui-même (Lenay, 2002).

Une absence d'émotion ressentie similaire est rapportée par les aveugles de naissance recouvrant la vue tardivement. Ceux qui recouvrent la vue tardivement par abatement de la cataracte soulignent que les couleurs n'ont pas de qualité affective et que les visages ne transmettent pas de message émotionnel (Gregory, 1966; Gregory, 2003). Ces phénomènes nous laissent supposer que ce n'est pas le principe de la suppléance perceptive proprement dit qui est la cause de l'impossibilité d'accéder aux émotions. Deux solutions restent envisageables. Soit on considère que la possibilité d'une émotion nécessite un apprentissage. Soit on considère que l'émotion ne peut naître que dans la découverte d'une signification à l'intérieur d'une communauté utilisant les mêmes moyens perceptifs.

L'hypothèse que l'émotion ne peut se développer que lors d'un apprentissage plus long ou plus précoce du système est au cœur d'un projet développé en partenariat entre l'équipe de Paul Bach-y-Rita et l'équipe d'Eliana

Sampaio. L'utilisation d'un dispositif de suppléance perceptive dès l'enfance permettrait au bébé de grandir en incluant l'information de substitution dans un contexte affectif. Cette information serait incluse comme une partie intégrale du processus de développement émotionnel de l'enfant. L'idée consiste à équiper très tôt des bébés non-voyants avec un système de suppléance perceptive. Les deux équipes développent un dispositif construit dans une tétine : une caméra télévisée est fixée à son extrémité alors que le dispositif électro-tactile est en contact avec la langue. Des premiers résultats encourageants rapportent que des jeunes nourrissons sourient lorsqu'ils perçoivent leur mère avec le dispositif (Bach-y-Rita *et al.*, 2003).

Une autre approche possible est que l'acceptation d'une prothèse et l'émotion ressentie lors de son utilisation s'effectuent lorsque l'expérience de ce nouveau moyen de perception est intersubjective. L'existence d'une communauté affective autour de la prothèse permet à la fois l'acceptation du port d'un dispositif visible et peu commun, et la constitution de valeurs attachées au monde perçu par la prothèse (Lenay *et al.*, 1997).

La plupart des observations effectuées sur les dispositifs de suppléance perceptive à travers la littérature rapportent en effet un emploi isolé de la prothèse. L'utilisateur aveugle se retrouve entouré de personnes n'utilisant pas un tel outil perceptif. Il n'est par conséquent pas étonnant que ces utilisateurs pensent qu'un tel appareillage semble grotesque aux yeux de leur entourage. Mais il n'existe pas d'appareillages ou de tenues grotesques en soi : l'incongruité ne naît que du caractère isolé d'une certaine esthétique. Chaque nouvelle technologie qui réussit son adoption sociale est porteuse de nouvelles traditions. La prothèse, devenue commune et socialement acceptée, s'oublie au profit du monde perceptif qu'elle offre à une communauté d'utilisateurs.

Plus fondamentalement, le partage à l'intérieur d'une communauté de l'expérience d'un nouveau moyen de perception permet

aussi la constitution de valeurs et d'affects attachés au monde perçu. L'utilisateur d'une prothèse, plus que d'être isolé dans une esthétique qui lui est propre, est isolé dans un monde perceptif qu'il ne peut partager. L'hypothèse présentée ici est que les valeurs perceptives sont liées à l'existence d'une histoire collective. Cette histoire émerge des interactions de plusieurs personnes dans un environnement commun et défini par les mêmes moyens d'accès.

Cette étude des interactions perceptives prothétisées est l'objet d'un projet développé à l'Université de Technologie de Compiègne. Le dispositif expérimental employé consiste en la mise en réseau de deux dispositifs de suppléance perceptive visuo-tactile. Des résultats préliminaires montrent que, dans la dynamique d'une interaction perceptive prothétisée, nous comprenons les gestes et intentions d'autrui et nous accédons à l'image que nous lui offrons (Fanet, 2002). Ces résultats posent l'hypothèse que les utilisateurs d'une même prothèse peuvent, dans le vécu de leurs interactions, constituer des valeurs perceptives communes et ainsi partager un monde commun doué de sens et susceptible d'affect.

Conclusion

La plasticité de nos systèmes sensoriels à travers l'utilisation de prothèses perceptives amène à considérer l'utilisation de tels dispositifs comme une substitution sensorielle. Mais il ne faut pas oublier que cette plasticité n'est pas uniquement celle de nos entrées sensorielles. Comme nous l'avons vu précédemment, la simple substitution d'une entrée sensorielle tactile ou auditive à une entrée sensorielle par le nerf optique ne donne pas accès en tant que telle à une perception. La nécessité d'un apprentissage perceptivo-moteur souligne que cette plasticité est sensorimotrice. Une telle nécessité du contrôle actif sur les capteurs sensoriels, afin que la constitution d'une perception soit possible, montre qu'il ne se produit pas une

substitution *sensorielle* pour les observateurs mais une substitution *sensorimotrice*.

De plus, l'expérience perceptive que ces dispositifs autorisent n'est pas nécessairement assimilée à une perception visuelle: parfois, elle n'est comparable à aucune de nos modalités sensorielles. Des participants voyants entraînés une quinzaine d'heures avec le dispositif de suppléance perceptivo-visuo-auditive *The Voice* suggèrent que ce dispositif ne donne pas accès, à proprement parler, à une expérience visuelle. Certaines tâches leur sont apparues plus proches d'une expérience auditive, d'autres plus proches d'une expérience visuelle; parfois les participants estiment que leur appréhension s'apparente plus au toucher, à l'odorat ou à quelque chose de nouveau, l'idée de sonar est fréquemment employée. Certains rapportent que leur expérience s'apparente à la maîtrise d'un nouvel outil. Ils utilisent ce dispositif comme un outil et en acquièrent la maîtrise facilement, car comme un participant le note: «*nous sommes habitués à étendre nos corps à travers des machines exactement comme lorsque nous apprenons à conduire une voiture ou à utiliser un ordinateur*» (Auvray, 2004). Ces dispositifs ne sont donc pas une substitution d'une modalité à une autre, mais une forme de perception nouvelle, un nouveau couplage perceptif de l'homme avec le monde. C'est pourquoi, à la suite de certains auteurs (Lenay *et al.*, 2003) nous préférons nommer ces systèmes «dispositifs de couplage sensori-moteurs» ou «dispositifs de suppléance perceptivo» plutôt que «dispositifs de substitution sensorielle».

La capacité de nos systèmes perceptifs à évoluer en fonction de nouveaux couplages sensorimoteurs avec l'environnement amène certains auteurs à redéfinir nos modalités perceptives. La position la plus extrême serait de considérer que nos sens sont constitués fonctionnellement et dépendent de l'environnement. Ces modalités sont définies comme contingentes et sont subordonnées aux demandes fonctionnelles de l'environnement et aux comportements

efficaces de l'individu. Nos sens se modifient et se redéfinissent à chaque fois que nous utilisons un nouveau mode de couplage de notre corps avec l'environnement. Les dispositifs de suppléance perceptive peuvent ainsi être considérés à la fois comme des outils et «comme» des organes de perception nous offrant une infinité de modalités perceptives nouvelles. ■

Références

- Arno, P., Capelle, C., Wanet-Defalque, M.C., Catalan Ahumada, M., & Veraart, C. (1999), «Auditory coding of visual patterns for the blind», dans *Perception*, 28(8), p. 1013-1029.
- Auvray, M., Hanne-ton, S., et O'Regan, J.K. (2003), «Localisation and form recognition in sensory substitution», dans *Perception (supplement)*, 32, p. 94.
- Auvray, M. (2004) *Immersion et perception spatiale. L'exemple des dispositifs de substitution sensorielle*, thèse inédite, École des Hautes Études en Sciences Sociales, Paris.
- Bach-y-Rita, P., et Kercel, S.W. (2003), «Sensory substitution and the human-machine interface», dans *Trends in Cognitive Sciences*, 7(12), p. 541-546.
- Bach-y-Rita, P., Collins, C.C., Saunders, F.A., White, B., et Scadden, L. (1969), «Vision substitution by tactile image projection», dans *Nature*, 221(184), p. 963-964.
- Bach-y-Rita, P. (2002), «Sensory substitution and qualia», dans A. Noe et E. Thompson (éd.), *Vision and Mind*, Cambridge (Massachusetts) ; Londres, MIT Press, p. 497-514.
- Berkeley, G. (1709), *An essay towards a new theory of vision*, Dublin, J. Pepyat (rééd. Mac Millan).
- Bliss, J.C., Katcher, M.H., Rogers, C. H., et Shepard, R.P. (1970), «Optical-to-tactile image conversion for the blind», dans *IEEE Transaction Man-Machine Systems*, MMS-11(1), p. 58-65.
- Capelle, C., Trullemans, C., Arno, P., et Veraart, C. (1998), «A real-time experimental prototype for enhancement of vision rehabilitation using auditory substitution», dans *IEEE Transaction on Biomedical Engineering*, 45(10), p. 1279-1293.
- Casati, R., et Dokic, J. (1994), *La philosophie du son*, Paris, Jacqueline Chambon.
- Craig, J.C. (1981), «Tactile letter recognition: Pattern duration and modes of pattern generation», dans *Perception & Psychophysics*, 30, p. 540-546.
- Cronly-Dillon, J., Persaud, K., et Gregory, R.P.F. (1999) «The perception of visual images encoded in musical form: a study in cross modality information transfer», dans *Proceedings of Royal Society of London*, B 266, p. 2427-2433.
- Cronly-Dillon, J., Persaud, K., et Blore, F. (2000), «Blind subjects construct conscious mental images of visual scenes encoded in musical form», dans *Proceedings of Royal Society of London*, B 267, p. 2231-2238.
- De Volder, A.G., Catalan Ahumada, M., Robert, A., Bol, A., Labar, D., Coppens, A., et al. (1999), «Changes in occipital cortex activity in early blind humans using a sensory substitution device», dans *Brain Research*, 826(1), p. 128-134.
- Fanet, A. (2002), *Les croisements perceptifs*, thèse inédite, UTC Compiègne.
- Gibson, J.J. (1966), *The senses considered as perceptual systems*, Boston, Houghton Mifflin.
- Gregory, R.L. (2003), «Seeing after blindness», dans *Nature Neuroscience*, 6, p. 909-910.
- Gregory, R.L. (1966), *Eye and brain: the psychology of seeing*, Londres, Weidenfeld and Nicolson.
- Grice, H.P. (1989), *Studies in the Way of Words*, Cambridge (Mass.) ; Londres, Harvard University Press.
- Grice, H.P. (1962), «Some remarks about the senses», dans R.J. Butler (éd.), *Analytical Philosophy (First Series)*, Oxford, Basil Blackwell, p. 248-268.

- Heyes, A.D. (1984), «Sonic Pathfinder: a programmable guidance aid for the blind», dans *Electronics and Wireless World*, 90, p. 26-29.
- Jansson, G. (1983), «Tactile guidance of movement», dans *International Journal of Neuroscience*, 19(1-4), p. 37-46.
- Kaczmarek, K.A., et Haase, S.J. (2003), «Pattern identification and perceived stimulus quality as a function of stimulation current on a fingertip-scanned electrotactile display», dans *IEEE Transaction on Neural System Rehabilitation Engineering*, 11, p. 9-16.
- Kay, L. (1985), «Sensory aids to spatial perception for blind persons: Their design and evaluation», dans D. Warren et E. StreLOW (éd.), *Electronic spatial sensing for the blind*, Dordrecht, Martinus Nijhoff, p. 125-139.
- Kay, L. (1964), «An ultrasonic sensing probe as a mobility aid for the blind», dans *Ultrasonics*, 2, p. 53.
- Kupers, R. (2003), «Activation of visual cortex by electro-tactile stimulation of the tongue in early-blind subjects», dans *Neuroimage*, 19, p. 65.
- Lemaire, L. (1999), *Approche comportementale de la question de Molyneux*, Strasbourg, Université Louis Pasteur.
- Lenay, C., Gapenne, O., Hanneton, S., Marque, C., et Genouëlle, C. (2003), «Sensory substitution: Limits and perspectives», dans Y. Hatwell, A. Streri et E. Gentaz (éd.), *Touching for knowing*, Amsterdam, John Benjamins, p. 275-292.
- Lenay, C., Canu, S., et Villon, P. (1997), *Technology and perception: the contribution of sensory substitution systems*. Paper presented at the Second International Conference on Cognitive Technology, Aizu, Japan.
- Lenay, C. (2002), *Ignorance et suppléance: la question de l'espace*, thèse inédite, U.T.C. Compiègne, France.
- Locke, J. (1690), *An essay concerning human understanding*, rééd., Oxford, Oxford University Press, 1979.
- Loomis, J.M. (1980), «Interaction of display mode and character size in vibrotactile letter recognition», dans *Bulletin of the Psychonomic Society*, 16, p. 385-387.
- Meijer, P.B.L. (1992), «An experimental system for auditory image representations», dans *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 39(2), p. 112-121.
- Morgan, M.J. (1977), *Molyneux's question. Vision, touch and the philosophy of perception*, Cambridge, Cambridge University Press.
- O'Regan, J.K., et Noë, A. (2001), «A sensorimotor account of vision and visual consciousness», dans *Behavioral and Brain Sciences*, 24(5), p. 939-973.
- O'Regan, J.K. (1992), «Solving the "real" mysteries of visual perception: The world as an outside memory», dans *Canadian Journal of Psychology*, 46(3), p. 461-488.
- Pacherie, E. (1997) «Du problème de Molyneux au problème de Bach-y-Rita», dans J. Proust (éd.), *Perception et intermodalité, approches actuelles du problème de Molyneux* Paris, PUF, p. 255-293.
- Poincaré, H. (1907) *La science et l'hypothèse*, Paris, Flammarion.
- Poincaré, H. (1905), *La valeur de la science*, Paris, Flammarion.
- Renier, L., Laloyaux, C., Collignon, O., Tranduy, D., Vanlierde, A., et De Volder, A.G. (2003), «Perception of visual illusions with a sensory substitution system», dans *Perception (supplement)*, 32(9).
- Roxbee-Cox, J. W. (1970), «Distinguishing the senses», dans *Mind and Language*, 79, p. 530-550.
- Sampaio, E., Maris, S., et Bach-y-Rita, P. (2001), «Brain plasticity: "visual" acuity of blind persons via the tongue», dans *Brain Research*, 908(2), p. 204-207.
- White, B. W., Saunders, F. A., Scadden, L., Bach-Y-Rita, P., et Collins, C.C. (1970), «Seeing with the skin», dans *Perception & Psychophysics*, 7, p. 23-27.