



HAL
open science

L'effet d'affordance comme processus émergeant et constitutif de l'activité perceptive

Fabrice da Silva

► **To cite this version:**

Fabrice da Silva. L'effet d'affordance comme processus émergeant et constitutif de l'activité perceptive. Psychologie. Université Paul Valéry - Montpellier III, 2017. Français. NNT : 2017MON30028 . tel-01709027

HAL Id: tel-01709027

<https://theses.hal.science/tel-01709027>

Submitted on 14 Feb 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



THÈSE

Pour obtenir le grade de
Docteur

Délivré par l'**Université Paul Valéry Montpellier
III**

Préparée au sein de l'école doctorale 60
« Territoires, Temps, Sociétés et Développement »
et de l'unité de recherche EA 4556
Laboratoire Epsilon

Spécialité : **Psychologie Cognitive**

Présentée par **Monsieur Fabrice Da Silva**

**L'effet d'affordance comme processus
émergeant et constitutif de l'activité
perceptive**

Soutenue le 4 Décembre 2017 devant le jury présidé par le Professeur
Denis Brouillet et composé de

Mme Karine Doré-Mazars, PU, Université Paris Descartes

Rapporteur

M. François Osiurak, PU, Université Lumière Lyon II

Rapporteur

M. Denis Brouillet, PU, Université Paul Valéry Montpellier III

Examineur

Mme Solène Kalénine, CR1, CNRS, Université Charles-de-Gaulle Lille III

Examineur

M. Lionel Brunel, MCF HDR, Université Paul Valéry Montpellier III

Directeur



Remerciements

J'adresse mes premiers remerciements à mon directeur de thèse Lionel Brunel. Il accompagne mon parcours depuis maintenant cinq années. Je le remercie pour son encadrement, son écoute et son soutien. Il a su me conseiller avec sagesse et a toujours été de bon conseil dans les périodes de doute. Merci également à lui d'imprimer autant d'énergie dans le laboratoire et notamment chez les doctorants qui le côtoient. J'espère que nous aurons à nouveau l'opportunité de collaborer ensemble à l'avenir.

Je tiens également à remercier les professeurs Karine Doré-Mazars et François Osiurak de me faire l'honneur de lire et d'expertiser ce travail de thèse. Merci de me donner l'opportunité de le faire évoluer par vos propositions. J'adresse également mes remerciements à Solène Kalénine et Denis Brouillet qui ont accepté d'examiner ce travail. Merci de me permettre de bénéficier de vos expertises.

Mon engouement pour la recherche doit beaucoup à deux personnes que j'ai eues l'opportunité de rencontrer d'abord comme enseignants, ensuite comme chercheurs et collaborateurs.

Merci à Denis Brouillet pour la qualité de ses enseignements et pour la richesse des échanges que nous avons eu. Vous êtes de ces penseurs qui inspirent ceux qui les écoutent et ce fut sans doute cela qui m'amena d'abord vers la recherche. Merci également pour vos engagements auprès des instances de la vie du laboratoire et de l'université. Loin de toute complaisance, vous avez constamment défendu les droits des étudiants et des chercheurs dans le respect des uns et des autres aussi bien que dans celui de l'université française.

Pour ses qualités intellectuelles autant que pour sa grande gentillesse, je tiens également à remercier Manuel Jiménez. Un grand merci à lui de m'avoir inspiré cet intérêt pour l'étude de la perception. Son esprit critique, sa parcimonie et son dévouement ont marqué nombre d'étudiants durant leur parcours de licence. Je me fais un devoir de ne jamais oublier ce qu'il m'a transmis. Je garderai un excellent souvenir de notre collaboration lors de ma troisième année de licence. Le travail que nous présentons ici vous doit aussi

beaucoup et il peut représenter un héritage de ce que nous avons initié ensemble. Merci pour tout. Merci également à Emmanuel Viglieno qui m'a inspiré, de par son travail de thèse passionnant, l'utilisation de l'ambiguïté comme moyen d'investigation de l'activité perceptive.

Je souhaite également remercier mes collègues doctorants grâce à qui mon quotidien au laboratoire a été placé sous le signe de la bonne humeur. Tout d'abord, merci à Thomas, Romàn, Caroline, Clémence, Anne-Claire et Audrey de m'avoir accueilli chaleureusement à mon arrivée en doctorat. Merci également à eux de m'avoir permis de participer à l'émergence du Workshop TRACE, un évènement scientifique à destination des jeunes chercheurs et qui se dirige aujourd'hui vers l'internationale. Je remercie également les autres doctorants que j'ai eus la chance de côtoyer durant ce parcours et avec qui nous avons partagé d'excellents moments. Merci à Philippe, Louise, Alice, Arthur, Johan, Guillaume, Adeline, et à tous ceux que j'oublierais malheureusement ici. Le cadre de travail dont j'ai eu la chance de disposer durant le doctorat était idéal, j'espère un jour retrouver un tel environnement dans la suite de mon parcours professionnel. Aux doctorants dernièrement arrivés parmi nous, je leur souhaite toute la réussite possible.

Merci à l'ensemble des enseignants-chercheurs avec qui j'ai eu la chance d'échanger notamment lors de réunions d'équipe stimulantes. Merci à Pascale Maury, Sophie Martin, Raphaël Trouillet et Christophe Gernigon pour tous les échanges que nous avons eu et qui m'ont permis de mettre mes travaux en perspective.

Enfin, je souhaite adresser mes infinis remerciements à Déborah, ma compagne, amie et alliée depuis bientôt treize années. C'est elle qui fut à l'origine du projet un peu fou qu'est la reprise d'études et également de celui, tout aussi incertain, qu'est le parcours universitaire en psychologie. Tout au long de ma vie, elle a été présente et m'a soutenu quels que soient mes choix fussent-ils risqués. Ses qualités humaines qui font sa réussite dans son travail en font aussi la plus précieuse des conseillères. Si notre parcours n'a jamais été simple, il a toujours été passionnant à entreprendre et quel que soit ce qui reste à venir, je l'affronterai sereinement car je saurai que ce sera à ses côtés. Merci à elle pour tout ce

qu'elle est et tout ce qu'elle fait. Ce travail représente aussi sa réussite et c'est pourquoi je lui dédicace entièrement cette thèse.

Résumé

L'activité perceptive du sujet semble être impactée par les actions qu'il peut effectivement réaliser à l'égard de son environnement. Néanmoins, il semble que les possibilités d'action du sujet soient le plus souvent envisagées comme des propriétés objectives de l'environnement si bien qu'elles sont généralement décrites comme étant préparatoires à l'action. Ce travail de thèse s'est consacré à défendre l'idée que d'une part, ces possibilités d'action sont des propriétés émergentes de la relation sujet-environnement et que d'autre part, elles sont susceptibles d'avoir un rôle fonctionnel constitutif pour l'activité perceptive. Dans une première série d'études, nous avons observé que des modulations dans les possibilités d'action conduisaient à un renversement des effets de facilitation lorsque des sujets devaient catégoriser des objets préhensibles. Dans une seconde série d'étude, nous avons observé que la capacité à détecter un objet parmi un ensemble d'autres était impactée par les potentiels d'action suggérés par les objets et également modulée par l'engagement moteur du sujet dans la tâche. Enfin, dans une troisième série d'études, nous avons mis en évidence que les possibilités d'action pourraient occuper un rôle fonctionnel significatif pour l'activité perceptive du sujet. Ce dernier travail met en effet en évidence que lors de situations perceptives ambiguës, la manière dont est catégorisé un objet semble dépendre de la capacité du sujet à pouvoir le saisir efficacement. L'ensemble de ces résultats semble indiquer que les possibilités d'action sont bien des propriétés du couplage sujet-environnement et occupent une place majeure dans l'activité perceptive. Plus généralement, ces travaux constituent des arguments en faveur d'une prise en compte de l'ensemble de la situation sujet-environnement ainsi que de l'importance de la signification des actions du sujet en fonction des contraintes qui s'exercent sur lui ici et maintenant.

Summary

Perceptual activity seems to be impacted by the actions the subject can actually carry out with regard to its environment. Nevertheless, it seems that subject action possibilities are most often considered as objective properties of the environment so that they are generally described as being preparatory to action. This thesis work has been devoted to defending the idea that on the one hand, these possibilities of action are emergent properties of the subject-environment relationship and on the other hand, they are likely to have a constitutive functional role for perceptual activity. In a first series of studies, we observed that modulations in the possibilities of action lead to a reversal of the facilitation effects when subjects were to categorize prehensile objects. In a second series of studies, we observed that the ability to detect an object among a set of others was impacted by the action potentials suggested by the objects but also modulated by the subject's driving engagement in the task. Finally, in a third series of studies, we have shown that the possibilities of action could play a significant functional role for subject perceptual activity. Indeed, this last work shows that in ambiguous perceptual situations, the way in which an object is categorized seems to depend on the ability of the subject to grasp it effectively. All these results seem to indicate that the action possibilities are properties of the subject-environment coupling and occupy a major place in the perceptual activity. More generally, these works constitute some arguments in favor of taking into account the whole subject-environment situation as well as the importance of the meaning of the subject actions according to the constraints that are exerted on him, here and now.

Table des matières

Introduction générale.....	1
La Gestalt-théorie et l'importance de la signification.....	4
Biosémiotique de l'étude du milieu et l'espace actantiel.....	8
Approche computationnelle de la vision	11
Approche écologique de la perception visuelle	13
Les affordances : invites de l'environnement	17
Le paradigme de Compatibilité Stimulus-Réponse comme méthode d'investigation des effets de l'affordance	20
Nature et rôle des affordances	29
Objectifs généraux.....	33
Axe 1 : Incidence de contraintes physiques sur l'émergence d'effets d'affordance	34
Introduction.....	35
Objectifs de l'axe 1	40
Expérience 1.....	41
Méthode.....	41
Résultats.....	44
Discussion.....	45
Expérience 2.....	46
Méthode.....	48

Résultats.....	49
Discussion.....	49
Expérience 3.....	50
Méthode.....	51
Résultats.....	53
Discussion et perspectives	54
Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances.....	58
Introduction.....	59
Objectifs de l'axe 2	67
Expérience 1.....	68
Méthode.....	68
Résultats.....	72
Discussion.....	74
Expérience 2.....	76
Méthode.....	77
Résultats.....	79
Discussion et perspectives	81
Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l'affordance pour l'activité perceptive	85
Introduction.....	86
Objectif de l'axe 3.....	94

Expérience 1.....	94
Méthode.....	96
Résultats.....	99
Discussion.....	102
Expérience 2.....	103
Méthode.....	103
Résultats.....	104
Discussion.....	105
Discussion et perspectives	106
Discussion générale.....	111
Synthèse des travaux expérimentaux réalisés	112
Le concept d'affordance comme expression appauvrie du couplage SE.....	120
Perspectives de recherches appliquées	124
Conclusion	131
Références bibliographiques.....	132

Préambule

Les êtres vivants interagissent avec leur environnement. Si ce constat peut sembler trivial, il convient néanmoins d'en clarifier les implications si l'on souhaite porter un regard global sur ce qui nous intéressera dans le présent travail. Constaté qu'un sujet, animal ou humain, interagit avec son environnement correspond en fait à réaliser que dans son ontologie, il modifie ce qui l'entoure et également, est modifié par ce qui l'entoure. De fait, en prenant en considération que ce sujet est le résultat de milliards d'années d'évolution, il devient évident que si d'une part, la sélection naturelle s'est opérée parmi les individus les plus adaptés physiquement aux contraintes qui pesaient sur eux (Darwin, 1859), elle a probablement également agi au regard des moyens qu'ils mettaient en œuvre (*e.g.* au niveau comportemental) pour répondre à ces contraintes. D'autre part, il apparaît que les individus actuels, dont le sujet humain qui est au cœur de ce travail, constituent le résultat de multiples spécifications qui font de lui un représentant idéal du résultat du produit d'interactions passées réussies.

Ainsi, les individus, enracinés dans une dialectique permanente avec leur environnement propre ont dû nécessairement rester attentifs sur les changements qui s'opéraient, que ces derniers soient du fait de leurs propres actions, de celles d'autres individus ou issues de causes extérieures (*e.g.* climatiques). De manière générale, et que ce soit à l'échelle de l'espèce ou du sujet, il est possible de décrire la qualité de ces adaptations continues par le biais du concept écologique de couplage Sujet–Environnement (couplage SE) ou couplage Agent-Environnement. Nous entendons par couplage à la fois l'ajustement du sujet à l'environnement, mais également l'ajustement de cet environnement au sujet. Le concept de couplage SE est un concept résolument interactionnel qui met l'accent sur les relations bilatérales qui s'articulent de manière dynamique entre l'agent et l'environnement dans lequel il évolue. L'avantage de cette formulation est principalement d'envisager l'étude du Sujet et l'étude de l'Environnement de manière complémentaire. De fait, ce concept peut apparaître comme une résultante de l'Approche Synergétique développée par l'école de Stuttgart de Hermann Haken (Haken, 1995). Concernant les moyens mis en œuvre par le

sujet pour assurer et maintenir ce couplage (ou du moins une efficacité satisfaisante de ce dernier), celui qui nous intéressera ici se situe au carrefour entre action (effective ou potentielle) et perception. En l'occurrence, nous nous consacrerons dans ce travail à l'étude des affordances, phénomènes particuliers conceptualisés par James Jerome Gibson (1966, 1979). Ces dernières furent à l'origine définies comme ce que l'environnement *offre* à l'animal, ce qu'il supplée ou fournit, que ce soit bon ou mauvais en termes de possibilités d'actions. Ces affordances seront dans le présent travail envisagées comme des propriétés de l'activité perceptive. Nous avons choisi de parler d'activité perceptive et non de Perception afin de souligner qu'il sera dans le présent travail envisagé que percevoir représente une réelle activité dynamique prenant appui sur des ressources internes et externes à l'individu, ainsi que sur les propriétés émergentes de ce dialogue. Ce fait est à considérer nonobstant le caractère trompeusement abstrait qui semble parfois se rattacher à nos perceptions quotidiennes lorsqu'on les soumet à une première analyse (cf. Varela & Rosh, 1993 pour un point de vue similaire).

Enfin, si aucun doute ne subsiste à considérer que chaque individu de par sa complexité et son histoire constitue un agent singulier et unique, il est encore fréquent de décrire ce dernier comme existant « dans l'Environnement ». Il est utile de préciser qu'il sera ici question d'étudier l'individu humain en relation à son Milieu. Si le concept d'environnement est défini par des critères objectifs en ce sens qu'ils sont envisagés indépendamment des individus qui le composent, celui de milieu impose une considération des caractéristiques de cet individu en vue d'être explicatif du monde tel que celui-ci le perçoit effectivement. Cette différence est sans-doute l'un des postulats les plus importants de la biosémiotique de von Uexküll (1934) ainsi que de l'approche énonciative de Varela et collaborateurs (1993). En plaçant l'individu, animal ou humain, comme mécanicien du monde, elle nous permet de nous affranchir des écueils réductionnistes susceptibles d'être rencontrés lorsque nous souhaitons caractériser son activité. Cette démarche permet en l'occurrence de questionner la signification des situations qu'il rencontre. Il ne sera donc pas question ici d'envisager l'environnement comme un univers matériel, sorte d'espace Euclidien englobant les individus qui vivent et agissent « à l'intérieur » (*i.e.* un environnement physique tel que celui

décrit par Descartes en 1637), mais comme un support à l'émergence des comportements des êtres vivants qui se co-construisent avec lui (*i.e.* un milieu).

Nous présenterons au cours de ce travail trois séries de travaux expérimentaux originaux réalisés pour mettre à l'épreuve de l'observable nos hypothèses. Ce manuscrit s'achèvera par une discussion dressant le bilan des réponses qui ont pu être apportées par l'expérience et enfin, de perspectives envisageables et d'applications possibles notamment dans des environnements fortement différents du milieu auquel est habitué le sujet humain.

Introduction générale

Introduction générale

Lorsque l'on observe un individu agissant dans son milieu, on peut être frappé de constater la célérité avec laquelle il s'ajuste harmonieusement aux stimulations qui se présentent à lui. Les actions qu'il entreprend sont le plus souvent optimisées afin de lui donner satisfaction ou lui permettre de préserver son intégrité s'il est en situation de danger. À première vue, il semble donc qu'un couplage idéal et continu s'opère entre le sujet et son milieu. Ceci est d'autant plus étonnant que pour qu'un individu puisse réaliser en continu une action adaptée, il est nécessaire qu'il ait eu le temps de percevoir ce qui était de premier intérêt avant d'effectivement agir et également de continuer à percevoir durant cette activité. En outre, cette propriété continue de l'activité perceptive est d'autant plus intrigante lorsque l'on sait que son fonctionnement s'ancre dans des mécanismes par nature discrets et discontinus (*e.g.* le fonctionnement du système nerveux). C'est probablement cette sorte d'interrogation qui a suscité parmi les psychologues autant d'intérêt pour la question des liens entre action et perception depuis maintenant plus de cinquante ans. Ce champ d'étude est en outre particulièrement intéressant puisqu'il constitue une excellente illustration des profondes oppositions qui s'exerçaient et continuent de s'exercer entre les grandes approches sous-jacentes à toute psychologie ou philosophie de la pensée (mentalisme versus réalisme, mécanisme versus vitalisme, structuralisme versus constructivisme, etc.).

Nous développerons au cours de cette introduction un état de l'art non-exhaustif susceptible de nous permettre d'apprécier les conséquences sous-jacentes au postulat d'existence du phénomène de l'affordance autour duquel s'articule notre travail de thèse. Le propos de cette première partie sera avant tout de rendre compte qu'au cours du développement du concept d'affordance et de ses principes sous-jacents, un certain nombre de considérations ont été volontairement abandonnées au regard des idées majeures qui en sont à l'origine. Si ces abandons ont permis à Gibson et à ses successeurs de donner naissance à une approche écologique de la perception plus opérationnelle en terme expérimentale, il apparaît cependant que dans sa formulation, l'affordance représente un appauvrissement conceptuel non-négligeable qui est sans doute à l'origine des incertitudes et confusions qui se présentent à ceux qui étudient le phénomène¹. Ce qui est intéressant

¹ Pour une discussion similaire, voir Niveleau (2006).

Introduction générale

ici, c'est justement que cette étude pourrait gagner en pouvoir explicatif si on la replaçait dans un contexte plus intégratif tel que celui qui en est à l'origine. C'est donc dans un objectif holistique que s'articulera la première partie de l'introduction consacré aux origines de la pensée écologique. Nous développerons par la suite une section de l'état de l'art consacrée à différents points de vue portés sur la perception visuelle. Au cours de celle-ci, nous aurons l'occasion d'opposer deux approches aujourd'hui majoritaires qui se distinguent drastiquement quant à l'explication de l'activité perceptive du sujet humain.

La première approche adoptée quant à l'étude de l'activité perceptive peut être délimitée comme *computo-symbolique* en ce sens qu'elle décrit cette activité comme issue de traitements successifs sur des unités abstraites du réel et s'appuyant sur des modules relativement indépendants (Fodor, 1983). Cette approche repose sur le principe qu'à la manière d'un ordinateur, le système cognitif produirait un contenu (*software*) qui ne serait dès lors plus influencé par les opérations sous-jacentes (*hardware*) à sa production. Cela aurait pour conséquence que l'action effectivement produite par l'individu représenterait une sortie du système, ultime résultante de la computation cognitive et ne pouvant dès lors plus influencer cette dernière que par *rétroaction* (*i.e.* une nouvelle perception).

La deuxième approche adoptée sur laquelle nous mettrons l'emphase peut être délimitée comme *incarnée et située*. Dans cette approche, la connaissance en général s'encrerait dans les interactions sensori-motrices passées et présentes du sujet (*i.e.* dimension incarnée). De plus, le contenu serait tributaire des conditions environnementales (*i.e.* dimension située) dans lesquelles il a été produit et continu de se produire. Le support de l'activité perceptive du sujet serait donc l'objet « réel » rencontré et non l'objet préalablement médiatisé de sa propre perception. Concernant le statut de l'action, elle occupe dans cette approche un rôle central. En effet, la manière dont le sujet agit et les conditions disponibles à la réalisation de ses actions influenceraient directement la manière dont il perçoit. Le présent travail s'inscrit entièrement dans cette approche incarnée et située de la cognition. Ceci s'explique à la fois par les fondements épistémologiques à l'origine du phénomène qui y est étudié, mais également par les interprétations que nous proposerons aux résultats produits. L'introduction s'achèvera par la mise en exergue des problématiques qui sont à l'origine de ce travail et d'hypothèses à même de proposer des voies de résolution à ces problématiques.

La Gestalt-théorie et l'importance de la signification

La théorie de la Gestalt est le fruit de la collaboration de trois penseurs majeurs de l'école de Berlin du tout début du XX^{ème} siècle, Wertheimer, Köhler et Koffka. Le terme Gestalt ne trouve pas de correspondance idéale dans la langue française si bien qu'il est entré en l'état dans la plupart des dictionnaires modernes. Parmi les acceptions possibles, nous choisirons celui de « structure ». Il apparaît en effet que cette théorie, qui pourrait tout à fait être considérée comme un paradigme en soit s'est appliquée à étudier la pensée comme phénomène structurant s'appuyant notamment sur (1) les sensations, qui seront tout d'abord envisagées comme les causes primaires et ultimes des stimuli par le biais de l'hypothèse de constance de Stumpf (qui sera ensuite rejetée par Köhler, (1913) ; (2) l'association, qui agit par similarité ou contiguïté entre les éléments rencontrés par le sujet et représente pour les Gestaltistes le principe fondateur du fonctionnement mnésique et perceptif et enfin (3) l'attention, qui constitue la condition élémentaire du ressenti des sensations et du déroulé des associations (Koffka, 1922).

A partir de ce paradigme, les Gestaltistes vont proposer plusieurs lois constitutives de l'organisation perceptive : la loi de la bonne forme, de la bonne continuité, de la proximité, du destin commun, ainsi que d'autres (cf. Figure 1). De manière générale, ces lois mettent l'emphase sur la formation de Gestalts à partir de l'observation d'unités entretenant des relations fortes (*e.g.* isomorphiques, topographiques, monotones, etc.).

Introduction générale

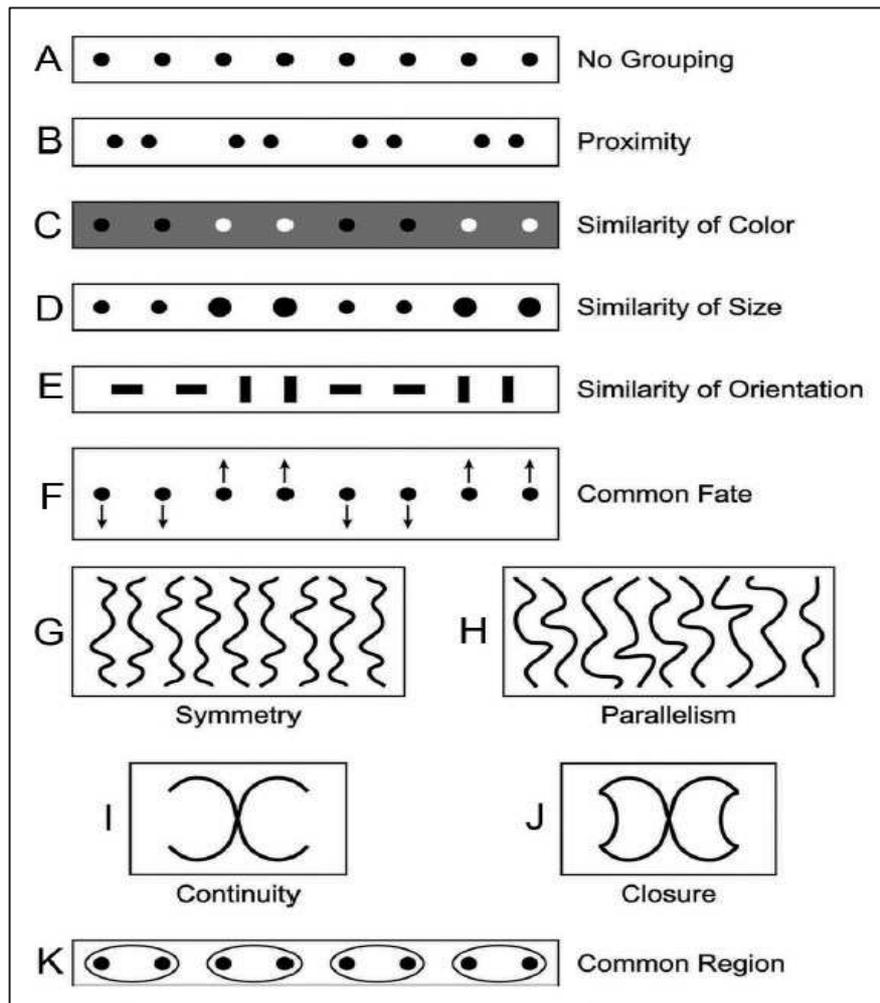


Figure 1. Lois de l'organisation perceptive selon la Gestalt théorie. Adapté de "Perceptual Organization in Vision," de Palmer (2002).

L'un des principes fondateur dans la Gestalt théorie consiste donc à envisager les phénomènes comme un tout irréductible aux parties qui semblent le composer. Ce principe sera souvent résumé par la phrase « le tout est différent de la somme de ses parties ». La théorie de la Gestalt s'oppose de fait aux théories élémentaristes en affirmant la nécessaire irréductibilité des phénomènes qui doit être prise en compte lors de l'étude du fonctionnement cognitif. Il est à noter qu'il n'est pas question pour les Gestaltistes de réfuter toute réduction mais plutôt d'envisager que le comportement (*e.g.* perceptif) peut être produit à partir de certains ensembles construits qui se présenteraient à lui, et qu'il ne le serait pas nécessairement si ces éléments étaient organisés de manière différente. Cela a conduit les Gestaltistes à affirmer que deux éléments différents se présentant régulièrement de manière simultanée au sujet ne devront dès lors être considérés que comme deux parties d'un seul élément et que l'attention du chercheur devrait alors se porter sur ce nouvel

Introduction générale

ensemble. Ce postulat est élégamment illustré par l'exemple de Wertheimer reporté par Koffka (1935) :

« Suppose we entered Heaven with all our scientific curiosity and found myriads of angels engaged in making music, each playing on his own instrument. Our scientific training would tempt us to discover some law in this celestial din. We might then set out to look for regularities of such a kind that, when angel A played *do*, angel C would play *re*, then angel M *fa*, and so on. And if we were persistent enough and had sufficient time at our disposal, we might discover a formula which would make it possible for us to determine the note played by each angel at each moment of time. Many philosophers and scientists would say that then we had explained the music of the heaven, that we had discovered its law. This law, however, would be nothing more than a factual statement; it would be practical, making prediction possible, but it would be *without meaning*. On the other hand, we might try to hear the music as one great symphony; then if we had mastered *one* part, we should know a great deal about the whole, even if the part which we have mastered never recurred again in the symphony; and if eventually we knew the whole we should also be able to solve the problem which was resolved by our first attempt. But then it would be of minor significance and derivative. Provided, now, that the angels really played a symphony, our second mode of approach would be the more adequate one; it would not only tell *what* each angel did at any particular moment but *why* he did it. The whole performance would be meaningful and so would be our knowledge of it. »

Au moyen de cet exemple, Wertheimer illustre simultanément le caractère holistique et fonctionnel de la démarche Gestaltiste. L'aspect holistique apparaît évidemment lorsqu'il avance que l'étude de chaque note prise à part ne serait que de peu d'utilité pour caractériser la symphonie émergente des différents mouvements joués par l'orchestre. On peut de plus apprécier l'aspect fonctionnel de l'exemple en s'imaginant que si le scientifique arrivé aux portes du paradis s'était non pas intéressé à l'ensemble de la performance angélique mais à la spécificité de leur interprétation (*e.g.* leur phrasé), il ne lui aurait pas été cette fois nécessaire d'écouter la symphonie dans sa totalité. Il y a donc autant de *tout* que de *sous-totaux* possibles et le regroupement de parties en structures (Gestalt) est à

Introduction générale

apprécier au regard de ce qui est fonctionnellement pertinent pour le sujet et informatif pour le chercheur.

Dans le cadre d'une perception plus élémentaire, percevoir une chaise ne reviendrait donc pas à percevoir successivement les parties qui sont ses pieds, son assise et son dossier mais un tout irréductible chargé lui-même de la signification de ce que la chaise représente au regard de ce qui est de premier intérêt pour l'observateur (*e.g.* s'asseoir). En revanche, la même chaise ne serait pas nécessairement perçue de la même manière si l'observateur souhaitait s'en servir pour changer une ampoule située hors de sa portée. Cette pluralité des perceptions sera étudiée au sein de l'école de la Gestalt au moyen du concept d'*insight* (Wertheimer, 1945). Ce dernier peut être décrit comme un mode d'appréhension des phénomènes induisant le sujet percevant dans une dynamique d'apaisement des tensions s'exerçant entre les propriétés des formes qui se présentent à lui et des intentions qui l'animent. L'*insight* correspond donc à un moment de « restructuration perceptive où se manifeste le pouvoir de changer la signification donnée d'un objet en une signification neuve, et par là d'anticiper sur la nouvelle fonction possible » (Rosenthal & Visetti, 1999). Il est intéressant à ce stade de déjà se rendre compte que pour les Gestaltistes, action et perception entretiennent une relation étroite en ce sens que l'action joue un rôle homéostatique pour le sujet en supprimant la tension qui s'exerce entre lui et son milieu perçu (Koffka, 1935).

A partir de ce principe du tout comme structuré et structurant va se développer au sein de la Gestalt théorie l'idée que les « objets » du monde sont porteurs de significations. Si cette observation peut sembler banale, il faut préciser que l'idée de signification n'est pas envisagée ici comme une propriété de second ordre (*i.e.* de haut niveau) qui viendrait se greffer à une sensation primaire froide. Bien au contraire, cette signification représente justement le moyen primaire de résolution de la tension qui s'exerce entre les besoins du sujet et les objets de son milieu. En outre, selon qu'elle soit rattachée à la réduction de cette tension ou au contraire à son augmentation, cette signification est dès lors empreinte d'une valeur qui sera décrite comme *valence* par Kurt Lewin (1935). En considérant la signification de l'objet et sa valence unies lors de sa perception, les Gestaltistes proposent le terme d'*Aufforderungscharakter* (littéralement « nature stimulatrice ») et postulent que tout objet

Introduction générale

est perçu au regard de ce qu'il permet de faire ou invite à faire en fonction des besoins et intentions de l'observateur (*insight*).

Malheureusement, l'étayage expérimental fut relativement peu employé par les Gestaltistes pour mettre en évidence des effets relatifs à ces invitations à l'action. Ils s'emploieront principalement durant la courte vie de leur école à produire des preuves de l'existence des lois d'organisation perceptive ce qui explique probablement que ces dernières représentent l'héritage le plus prégnant de la Gestalt théorie aujourd'hui. Néanmoins il est de premier intérêt ici de rendre compte qu'au moyen de cet *Aufforderungscharakter*, les théoriciens de la Gestalt postulaient que le milieu du sujet agit comme un champ à l'intérieur duquel s'exercent des tensions. Dès lors, l'activité perceptive pouvait être envisagée comme la recherche de résolution de ces tensions par le biais d'actions de fait homéostasiques. En ce sens, il devient également possible de décrire le répertoire émotionnel de l'individu au regard des tensions qui l'animent et des moyens disponibles dans son milieu pour y répondre. De plus, le sujet modelant sans cesse son milieu, ses actions correspondraient au regard de cette théorie à une reconfiguration de l'environnement comme un champ actantiel, adapté aux potentiels d'action du sujet autant qu'à la résolution des problématiques inhérente à son espèce. Ces invites pouvaient donc rendre compte de l'activité générale du sujet et pas seulement de ses dispositions à effectivement pouvoir agir à l'égard d'un objet. Cette dimension signifiante ne sera pas conservée par la suite dans le cadre de la théorie écologique de la perception visuelle (Gibson, 1979). Le point de vue Gestaltiste peut être retrouvé en partie lorsque l'on s'intéresse au concept écologique de *niche*, mais c'est vers la biosémiotique que nous nous tournerons maintenant afin d'apprécier les implications d'une pensée comparable car plaçant le sujet et son milieu comme co-construits et co-constituants.

Biosémiotique de l'étude du milieu et l'espace actantiel

Cette approche est développée par Jakob von Uexküll, naturaliste, biologiste et philosophe qui la popularisera notamment dans son livre *Milieu animal et milieu humain* (1934). Dans ce recueil, l'auteur conduit le lecteur à remettre en cause le concept intuitif d'environnement en le replaçant et le reconfigurant au regard des espèces qui y sont

Introduction générale

observées.

Pour ce faire, il propose d'abord d'envisager un individu et l'objet de sa perception comme imbriqués l'un dans l'autre et formant un tout conforme à un plan : le cercle fonctionnel (cf. Figure 2).

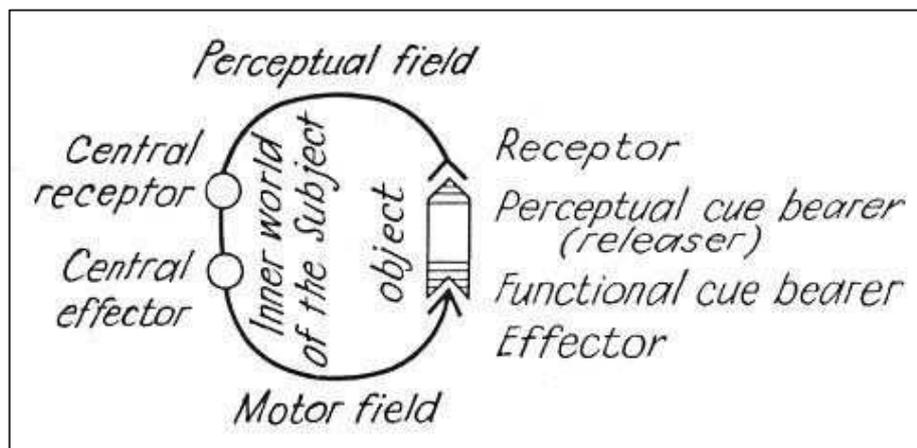


Figure 2. Cercle fonctionnel proposé par Uexküll (1934). On observe que le monde intérieur du sujet est situé à l'interface entre le monde perceptif et le monde actif.

Ce cercle sera le fil rouge adopté par l'auteur pour souligner l'imbrication du sujet à son milieu. Dans cette démarche, il propose de ne plus considérer l'individu comme une mécanique, répondant de manière monotone aux stimulations qui viennent se présenter à lui, mais comme un mécanicien, donnant sens et signification aux éléments du milieu rendus disponibles par ses moyens physiologiques. Il ira d'ailleurs plus loin en proposant que les cellules composant l'individu soient à leur tour considérées comme des mécaniciens élémentaires agissant à leur échelle de la même manière.

L'un des fondements de la biosémiotique est de considérer que l'activité perceptive se fonde sur le regroupement de *signaux* perceptifs (internes) conduisant le sujet à l'attribution de *signes* perceptifs (extérieurs) aux objets de son milieu. Les premiers sont conditionnés par les propriétés physiologiques du sujet considéré et les seconds par le biais des moyens actantiels déployés par celui-ci. Au terme des associations précoces réalisées par le jeune sujet, les objets de son milieu seront dès lors porteurs de signes actantiels invitant directement à l'action signifiante. En observant attentivement un oiseau, le choucas, von Uexküll découvre un fait confortant cette position (cf. Figure 3).

Introduction générale

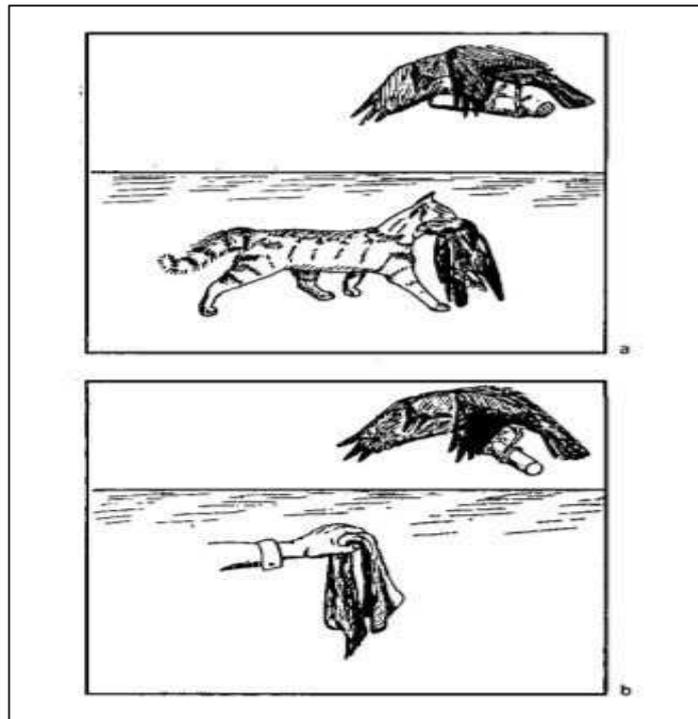


Figure 3. Réaction du choucas à la vue d'un chat portant un de ses congénères dans la gueule et réaction de l'oiseau à la vue d'un maillot de bain noir (Uexküll, 1934).

Lorsque le Choucas perçoit un prédateur potentiellement hostile (e.g. un chat) tenant dans sa gueule l'un de ses congénères, il se met immédiatement en position d'attaque. La même réaction n'apparaît pas lorsque le chat ne tient aucune proie ce qui semble indiquer que le signe actantiel ait été associé soit au même épisode vécu dans son passé, soit à l'observation de réactions semblables chez ses congénères. En revanche, si l'on lui présente un maillot de bain noir (et seulement noir), il adopte à nouveau la position d'attaque. Cela s'explique pour Uexküll par le fait que le signe actantiel est ici associé à la forme de l'objet, suffisamment proche perceptivement de la forme d'un cadavre de congénère au regard des moyens disponibles du choucas. Si l'on peut considérer qu'il s'agit d'un manque de discernement, il ne faut pas oublier que le choucas représente une réussite de l'évolution puisque de fait, il est encore présent parmi les espèces actuelles. La viabilité d'un comportement d'une espèce est donc confirmée de fait par sa présence. Il en découle donc qu'à individu simple correspond un milieu simple et à individu complexe correspond un monde significativement plus riche.

L'individu aborde ainsi le monde par deux biais, l'un perceptif et l'autre actantiel. Il est mécanicien en ce sens qu'il est lui-même architecte de son milieu à la fois par les

Introduction générale

significations qu'il lui attribue précocement, mais aussi par les changements qu'il y imprime durablement. L'espace devient ainsi une propriété de son activité et non plus seulement une dimension à l'intérieur de laquelle il évolue. Il cesse de fait d'être un environnement au sens large pour devenir le milieu (Umwelt) du dit individu.

Or, si en effet l'espace représente ce que l'individu peut y faire, une conséquence possible serait de pouvoir retrouver dans la nature des individus si privés de leurs sens, qu'ils devraient s'appuyer majoritairement sur l'action pour pouvoir y survivre. Uexküll met en évidence ce fait en réalisant une expérience avec une taupe (Uexküll, 1934). Il dresse tout d'abord cette dernière à se rendre à une place déterminée dans sa galerie où elle reçoit de la nourriture. Il détruit ensuite toutes les galeries permettant de se rendre en ce point précis. On observe par la suite que sans moyens olfactifs, visuels ou auditifs à sa disposition, la taupe reconstruit un réseau tout aussi complexe à destination du même point. Pour l'auteur, son espace apparaît donc comme un pur espace actantiel. Les signes perceptifs tactiles en s'unissant aux pas directionnels lui permettent de reconstruire son milieu au regard des invariants qui y sont propres. Ce fait vient valider le postulat du cercle fonctionnel perceptivo-moteur d'Uexküll.

Approche computationnelle de la vision

L'approche computationnelle de la vision est développée par David Marr et se distingue justement des propositions précédemment exposées puisqu'elle s'ancre pleinement dans un modèle computo-symbolique du fonctionnement cognitif (Marr, 1982). Elle s'en distingue également puisqu'elle constitue encore aujourd'hui une des théories les plus abouties à propos de la vision.

De manière générale, Marr aborde la vision comme le résultat d'un travail opéré sur trois niveaux : computationnel, algorithmique et implémentatif. La vision est ici envisagée comme la construction d'une représentation du monde extérieur à partir d'ébauches primitives (« Primal Sketches »). Ces premières ébauches sont réalisées exclusivement à partir des différents niveaux d'illumination de la rétine. L'ébauche primitive consiste d'abord en une extraction des éléments constitutifs primaires d'une image (*i.e.* taches, lignes, points, etc.), puis au regroupement de ces éléments sur la base de leur orientation commune, de

Introduction générale

leur illumination et de leur localisation dans l'espace. Des marques (« tokens ») seront ensuite construites à partir de cette ébauche permettant au sujet de représenter la structure géométrique locale de l'ensemble des éléments primitifs de l'image (cf. Figure 4). Le déroulement ainsi suivi à une échelle donnée (*e.g.* forme d'un objet) sera ensuite reconduit aux différentes échelles nécessaires à l'édification de l'image finale représentant la situation visuelle globale à laquelle est exposée le sujet.

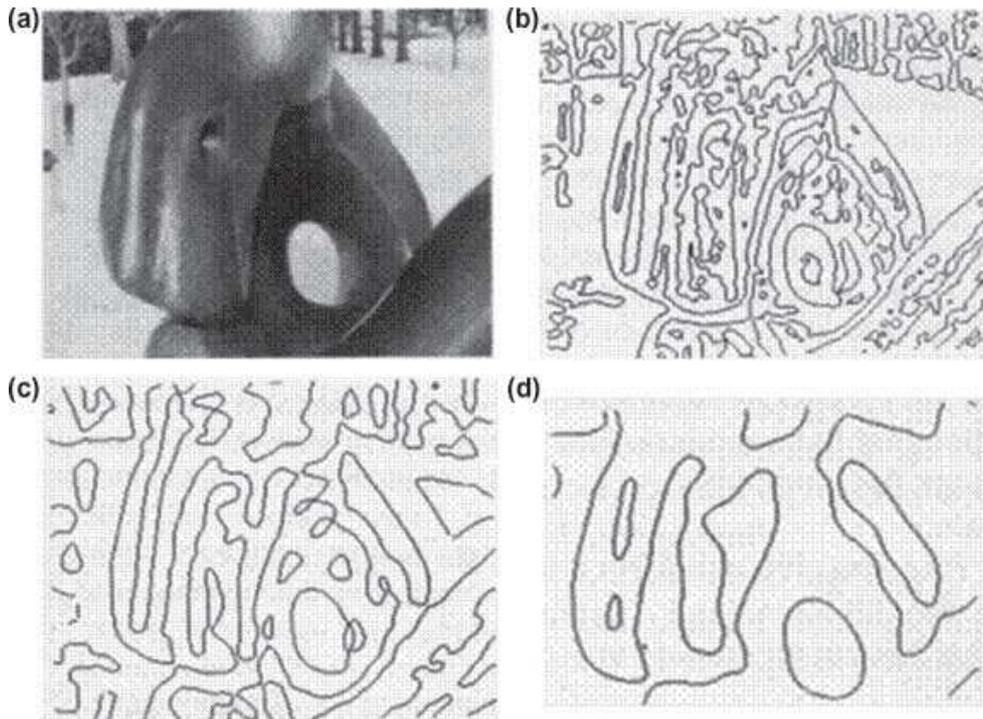


Figure 4. Constitution de l'ébauche primitive brute à partir d'une photographie (a). Les images (b), (c) et (d) sont construites grâce à l'algorithme zero-crossings développé par Marr et Hildreth (1980).

Il y a donc différents niveaux représentationnels dans la théorie computationnelle de la vision de Marr (1982). Ces différents niveaux correspondent à une succession linéaire de filtres appliquant aux informations captées par l'œil un ensemble d'opérations mathématiques et/ou géométriques. Cet ensemble d'opération a été modélisé par le biais de l'algorithme zero-crossings (Marr & Hildreth, 1980). Cet algorithme procède par le biais de fonctions Gaussiennes à la détection des « contours » dans la structure d'une image donnée sur la base des changements d'intensité détectés.

A la suite de cette ébauche primitive auront lieu d'autres opérations permettant de construire l'image. L'ébauche 2½D permet de produire la représentation de la surface et de

Introduction générale

sa profondeur par rapport à l'observateur. Elle fonctionne par le biais de représentations vectorielles de surfaces, et par une échelle scalaire concernant la distance de celles-ci à l'observateur. La représentation en modèle 3D permet quant à elle de projeter sur l'image les contenus de la mémoire qui y seraient rattachés afin de permettre l'identification de celle-ci. La dernière étape consistera à associer à l'objet les fonctions qu'il permet, les propriétés rattachées à son utilisation, et cetera.

Cette approche a pour avantage de proposer une modélisation précise des processus visuels fondamentaux à même d'être implémentée dans des ordinateurs. Ces modélisations ont de fait été particulièrement utilisées dans la robotique afin de répondre aux problématiques associées à la détection des formes (*e.g.* Nehmzow, 1999). Elle apparaît également comme une traduction idéale de la théorie du traitement de l'information popularisée lors de la révolution cognitive et rapidement adoptée comme explication du fonctionnement cognitif général (Fodor, 1983). L'information entrante est captée via un récepteur pour ensuite être traitée de manière sérielle par des modules relativement indépendants qui opéreront des calculs afin de produire la vision finale. On observe cependant qu'aucune place n'est laissée ici au rôle du sujet qui constitue essentiellement un agent de traitement. De plus, l'action motrice ne faisant pas partie de processus susceptibles d'influencer ce qui est vu et comment cela est vu, elle est de fait envisagée comme extérieur au processus. Il n'y a donc pas ici de dimension phénoménologique considérée et cette approche apparaît bien comme une théorie de la vision, et non de la perception. La théorie dans son ensemble ne recevra pas de confirmation expérimentale satisfaisante chez l'homme et l'animal. Elle échouera en fait à rendre compte de perception plus complexes telles que celles sujettes à ambiguïté et se focalisera essentiellement sur la dimension computationnelle. Cela rendra par la suite difficile d'établir des corrélats quant au fonctionnement neurologique. Enfin, la démarche élémentariste employée pour décrire la vision ne permet pas de rendre compte des phénomènes multi-sensoriels ainsi que de l'importance de la mémoire dans les processus visuels précoces.

Approche écologique de la perception visuelle

Cette approche développée par James Jerome Gibson (1979) représente une alternative à la théorie computationnelle de Marr et s'en distingue sur de nombreux points.

Introduction générale

Tout d'abord, Gibson entend par cette théorie reprendre la proposition de James (1890) faisant de la perception une connaissance directe de l'environnement (« acquaintance »). Mais alors que James décrivait cette connaissance directe comme issue d'opérations psychologiques de construction permettant d'organiser le chaos initial des sensations, Gibson propose une vision plus radicale : l'objet de la connaissance directe serait tout simplement l'environnement. L'environnement dans sa structure serait sujet à des invariances qui seraient prélevées lors de l'exploration visuelle (« information picking »). L'activité de voir consisterait donc à prélever des invariants renseignant à la fois sur les objets occupant l'environnement, mais également sur le sujet et ses mouvements par rapport à ceux-ci. Cette position radicale amène Gibson à rejeter entièrement certains concepts propres aux théories orthodoxes de la vision telle que celle de l'image rétinienne par exemple. En effet, si l'activité de percevoir agit de manière directe sur un support physique déjà organisé, quel serait le besoin d'opérer une médiation sur ce contenu ? Gibson développe son point de vue en opposant méthodiquement le concept d'information, entendu comme une transmission de signaux réclamant émetteurs et récepteurs et opérant dans un langage donné au concept d'information naturelle, fournie directement l'arrangement optique ambiant. Cet arrangement qui sera à la base de l'optique écologique développée au sein de la théorie de Gibson (1966) repose sur la perception des surfaces éclairées des objets et sur ce qu'elles spécifient vis-à-vis de ces objets. L'information disponible pour la perception consiste donc en la lumière réverbérée par les structures qui l'occupent. Cette est donc structurée lorsqu'elle frappe les surfaces alors qu'elle ne l'est pas lorsqu'elle irradie par exemple un ciel sans nuage. Cette théorie se distingue ensuite par la place qu'elle donne à l'environnement. Il s'agit en effet de distinguer l'espace cartésien du physicien ou du géomètre avec l'espace écologique de l'individu qui obéit à des règles d'organisation propres aux lois naturelles. L'espace environnant le sujet est ainsi considéré comme un espace obstrué, occupé par des objets considérés comme tels car ils sont perçus par l'observateur comme des obstacles à l'irradiation lumineuse. En outre, une surface (*e.g.* l'eau d'une mare) pour un animal donné, (*e.g.* un chardonneret) représentera un milieu pour un autre (*e.g.* un poisson) ou potentiellement successivement les deux pour un dernier (*e.g.* une grenouille). L'environnement est donc à considérer au regard de celui qui y vit et de ce qui est signifiant dans ce qui l'occupe. On relève ici un parallèle fort avec le concept d'Umwelt développé par von Uexküll (1934) notamment lorsque l'on lit : « Les manières

Introduction générale

fondamentales dont les surfaces sont disposées ont une signification intrinsèque pour le comportement à la différence des concepts abstraits, formels et intellectuels de l'espace mathématique » (Gibson ,1979). L'idée d'une signification portée par la structure générale de l'environnement ambiant fait également fortement échos au concept de Gestalt exposé précédemment. Cela n'a rien de surprenant quand on sait les liens forts qui unissaient Gibson à Koffka dans les années 30. En outre, le concept de Gestalt est susceptible ici d'être applicable non seulement aux objets de la perception, mais également à la lumière réverbérée elle-même.

Un autre aspect original qui caractérise l'approche écologique est la place primordiale qu'elle concède aux mouvements, du sujet et de ce qui l'environne, et à l'information qu'apportent ces mouvements. Voir est, en effet, considéré ici comme une activité exploratoire destinée à prélever ce qui est première importance. Contrairement à l'approche computationnelle, c'est ici dans le couplage entre cette activité exploratoire du sujet et les conséquences de cette activité sur le flux lumineux ambiant d'une part, et sur les possibilités d'action résultantes d'autre part que se constitue la perception. Le sujet n'est donc plus ici un agent passif susceptible de recevoir ou non des signaux porteurs d'information à interpréter, mais comme un explorateur des surfaces irradiées d'un environnement qui est déjà signifiant pour lui. Il s'agit donc d'avantage d'un prélèvement actif d'informations signifiantes que d'un traitement passif de l'information entrante. Cela s'explique par le fait qu'une distinction est dans cette approche opérée entre vision et perception. L'œil, organe de la vision est susceptible d'être *stimulé* alors que le système perceptif, pris comme un ensemble de sous-systèmes agissant de concert dans un but dirigé, est quant à lui susceptible d'être *activé*. Ainsi, l'œil peut tout à fait être stimulé sans que rien ne soit perçu (*e.g.* un espace sans bord et totalement irradié de lumière en serait le parfait exemple). Comprendre de fait la vision est de peu d'intérêt ici si cela ne se fait pas dans le même temps par la compréhension de l'activité exploratoire générale du sujet, englobant tout à la fois ses mouvements mais aussi les transformations extérieures qui s'opèrent en fonction.

Un autre point de premier intérêt ici se situe justement dans le rapport de réciprocité qu'entretiennent sujet et environnement dans la théorie écologique. Comme percevoir mon environnement m'informe également sur ma position dans cet environnement (cf. Figure 5), le flux lumineux irradiant mes yeux spécifie de fait l'espace que j'occupe (et qu'occupe ma

Introduction générale

tête) à l'instant T et celui que je serai à même d'occuper à l'instant T+1 si je suis en mouvement.

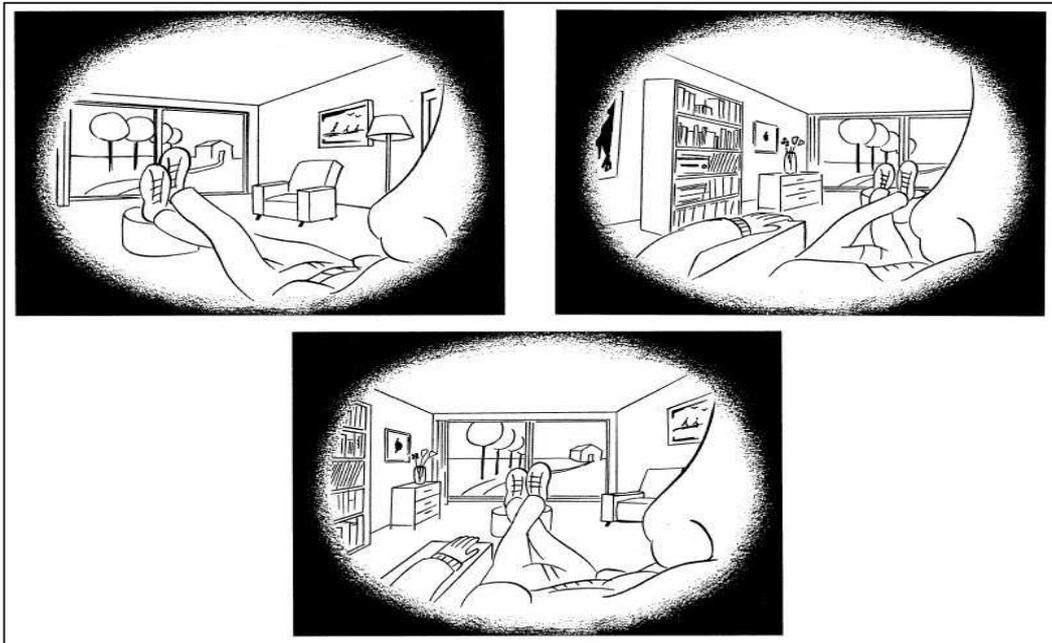


Figure 5. Le champ de vision (de l'œil gauche) représenté comme un échantillon coulissant de l'arrangement optique ambiant. Cet arrangement spécifie aussi bien les objets réverbérant la lumière radiante dans la pièce que la position du corps et de la tête de l'observateur en fonction de la zone qu'il explore. Il y a donc co-perception dans tout prélèvement d'information (Gibson, 1979).

Cette réciprocité est formalisée par le biais du concept de couplage fonctionnel. Ce couplage entre l'action et la perception est permis d'une part par des lois de contrôles moteurs relativement peu coûteuses pour l'organisme (*i.e.* nécessitant peu de traitements importants) ainsi que par les variants et invariants prélevés dans la lumière ambiante par rapport à ces mouvements. Lorsque par exemple, un observateur perçoit une table rectangulaire, il sera dans la très grande majorité des cas confronté en fait à une forme quasi-trapézoïdale au regard de l'angle adopté entre ses yeux et l'objet. Il lui sera pourtant très facile de déterminer avec une précision élevée la forme absolue de la table. La théorie computationnelle expliquerait ce fait par le recours à des computations mentales à même de corriger les inadéquations de la forme perçue au regard de l'objet réel. Dans la théorie écologique, de telles opérations ne seraient pas nécessaires puisque toute surface rectangulaire apparaît comme un objet quasi-trapézoïdal à un observateur de taille humaine. Or, tout observateur a déjà fait l'expérience de circuler autour et d'explorer visuellement un objet d'une telle forme : il sait donc naturellement prélever les invariants

Introduction générale

dans la structure changeante de la lumière réverbérée de la table. Cette connaissance précocement acquise lui permettra par la suite de s'épargner la peine de circuler à nouveau autour d'objets de formes comparables. Un couplage fonctionnel entre perceptions et actions (passées et actuelles) réussies le conduit de fait à acquérir cette connaissance que l'on pourrait qualifier de sensori-motrice². Ce couplage fonctionnel résulte donc en un ajustement qui, s'il est satisfaisant au regard des besoins d'un organisme, deviendra un paramètre ancré dans son fonctionnement sensori-moteur. Cet ancrage résultera en de nouvelles stratégies d'exploration visuelle, à la fois moins coûteuses et plus efficaces.

Ces trois aspects de l'approche écologique de la perception visuelle : environnement comme signifiant, importance du mouvement pour le système perceptif et réciprocité sujet-milieu vont conduire Gibson à proposer une théorie à même de rendre compte à la fois du caractère directe de l'activité perceptive et de ses conséquences pour le couplage sujet-environnement : la théorie des affordances (ou des invites, Gibson, 1979)

Les affordances : invites de l'environnement

Les affordances sont décrites par Gibson (1979) comme « ce que l'environnement *offre* à l'animal, ce qu'il supplée ou fournit, que ce soit bon ou mauvais ». Elles correspondent aux actions rendues directement disponibles par l'environnement au regard d'une espèce donnée. Elles sont donc relatives et peuvent être applicables autant aux substances qu'aux surfaces et aux objets. Si une surface est proche de l'horizontale, suffisamment plane et dotée d'une substance suffisamment solide (*e.g.* de la terre), elle invitera³ au soutien et/ou à la marche pour les espèces terrestres bipèdes et quadrupèdes. Cette surface n'invitera pas à la même action pour eux si elle trop humide et donc marécageuse. De la même manière, si

² On peut retrouver une illustration du même ordre lorsque Francisco Varela (1989) propose que l'efficacité du martin-pêcheur à attraper les poissons soit à concevoir comme la résultante d'un système auto-adaptatif et non pas par le recours de l'oiseau aux lois de la réfraction de Snell qu'il serait à même de se représenter.

³ Le terme *invite* a été choisi par Olivier Putois comme traduction du néologisme *affordance* dans la traduction française de l'Approche Ecologique de la Perception Visuelle (2014) car il rend mieux compte du caractère environnemental du concept. En effet, d'autres termes tels que *potentiels* ou *possibilités d'action* pointent d'avantage vers une dimension conditionnelle que Gibson souhaitait explicitement rejeter (cf. Gibson, 1979).

Introduction générale

la surface est disposée sur un plan vertical et composée d'anfractuosités suffisamment importantes pour cacher à la lumière des espaces concaves, elle invitera certains oiseaux à s'y cacher alors qu'elle ne représentera pour nous qu'un obstacle à la locomotion (sauf si nous sommes grimpeurs).

Si une substance spécifie sa nature liquide à une espèce terrestre, elle invitera à l'acte de boire ou de se baigner. En revanche, elle n'invitera pas spécifiquement à la même action pour un poisson pour lequel elle constitue un milieu, et probablement pas de manière constante pour un insecte aquatique pour lequel elle représente la plupart du temps une surface.

Enfin, si un objet possède des surfaces opposées séparées par une distance inférieure à l'empan de la main d'un observateur primate ou humain, il invitera à la saisie. Au-delà de cette taille, une poignée sera nécessaire pour inviter à la même action. Un objet allongé, de taille et de poids moyen invitera au maniement (*e.g.* frapper, ratisser, percuter, etc.). Un objet rigide doté d'un angle dièdre aigu invitera à couper et à gratter. Un objet allongé et élastique invitera à nouer, à attacher, et cetera.

Dans le très court chapitre consacré aux affordances (23 pages), Gibson émet deux postulats forts. Le premier concerne la nature des affordances et le second, la place qu'elles occupent dans l'activité perceptive. Le premier postulat est que les affordances sont directement spécifiées par la structure de la lumière ambiante. Autrement dit, elles sont des propriétés *de* l'environnement même si elles sont relatives à l'observateur. Sa description de leur nature ne permet d'ailleurs pas d'éclaircir d'avantage ce propos :

« Il est important de noter que les invites de l'environnement sont, en un sens, objectives, réelles et physiques, à l'inverse des valeurs et des significations⁴ que l'on suppose souvent être subjectives, phénoménales et mentales. Mais à vrai dire, une invite n'est ni une propriété objective, ni une propriété subjective ; ou si vous voulez,

⁴ Les termes de valeurs et de significations sont ici entendus dans le sens proposé par Lewin (1935) et regroupent à la fois les possibilités d'action suggérées par quelque chose mais également l'ensemble des sensations et émotions ressenties à la rencontre entre le sujet et l'objet de sa perception. Gibson souhaite de plus marquer ici une distance entre sa vision des invites et le concept d'*Aufforderungscharakter* qui était pour Koffka (1935) susceptible de changer en fonction des besoins de l'observateur.

Introduction générale

elle est les deux à la fois. Une invite passe outre la dichotomie entre le subjectif et l'objectif et nous aide à saisir son caractère inadéquat. Elle est autant un fait de l'environnement qu'un fait de comportement, elle est à la fois physique et psychique, et cependant ni l'un ni l'autre. Une invite fait signe dans les deux directions, vers l'environnement et vers l'observateur. » (Gibson, 1979)

Gibson précise en outre qu'une affordance ne change pas en fonction des besoins de l'observateur. Ce point est sans doute celui qui souligne le plus la rupture du concept d'affordance avec celui plus ancien d'*Aufforderungscharakter* (Lewin, 1935) dont s'est inspiré le chercheur pour édifier sa théorie des invites (cf. Niveleau, 2006). Le premier fait référence à une propriété invariante de l'environnement perçu par une espèce donnée, le second à une dimension phénoménologique émergente de la rencontre entre l'observateur et l'objet de sa perception. L'affordance est donc toujours présente, susceptible d'être perçue ou non et constitue une propriété de ce que Gibson nommera la « physique écologique ». Ce postulat qui rejette la nature objective ou subjective de l'affordance en la plaçant dans le même temps à l'extérieur du sujet conduira les psychologues et philosophes dans des débats toujours intenses à l'heure actuelle (cf. Michaels, 2003).

Le second postulat proposé dans le cadre de la description de la théorie des affordances est relatif au rôle qu'elles sont à même d'occuper dans l'activité perceptive en général. Gibson (1979) suggère que les affordances représentent en fait le premier objet de la perception. Il distingue pour cela le processus de discrimination qui consiste en l'identification et/ou le regroupement des qualités et propriétés d'un objet (*e.g.* tâches propres à la situation expérimentale), de la perception naturelle ; ce qu'un objet nous invite à faire est donc habituellement ce à quoi nous prêtons attention, car c'est cela qui est utile pour nous. Cette proposition est intéressante sur bien des aspects puisqu'elle représente une rupture avec les visions orthodoxes de la perception. Percevoir ne consisterait plus à traiter un signal visuel rattaché à un stimulus en vue d'en construire, après computation, une représentation symbolique (*i.e.* vision idéaliste de la perception ; cf. Marr, 1982), et cela ne consisterait pas non plus ici à reconnaître à partir des caractéristiques intrinsèques de la forme, l'objet « réel » qui se cacherait dans le chaos de lumière qui s'étire devant l'observateur (*i.e.* vision réaliste telle que celle proposée par Brewer, 2007). Une telle proposition suggère en fait que l'objet premier de la perception serait de prélever dans le

Introduction générale

milieu visuel des supports adéquats à la réalisation d'actions susceptibles de satisfaire les besoins d'une espèce, ou d'un individu donné. À nouveau, on observe que cette proposition fait fortement écho à la biosémiotique. Le milieu serait doté, par le biais des affordances, de propriétés invitant directement ses occupants aux actions significatives à même de leur permettre de subvenir à leurs besoins. Une nouvelle fois, elle rappelle également certains postulats Gestaltistes proposant que l'environnement perçu soit considéré comme un ensemble de tous signifiants à même de permettre une navigation du sujet en fonction de ses possibilités. La position médiane adoptée quant à l'explication de la nature des affordances est également proche de celle prise par Varela lorsqu'il explique son concept d'énaction (Varela, 1993). Néanmoins, lorsque l'on tente de la joindre au premier postulat d'indépendance des affordances à l'observateur, il devient particulièrement difficile d'en dégager une heuristique. En effet, comment peut-il être possible que l'objet de ma perception soit à la fois ce que je peux faire d'un objet, d'une surface ou d'une substance (ce qui repose de fait sur une dimension interactionnelle), alors que ces mêmes possibilités sont extérieures à moi et ne dépendent donc pas de mes besoins et intentions ?

Malheureusement, si le postulat d'indépendance sera énormément discuté par la suite (*e.g.* Kirlik, 2004), celui posant l'affordance comme premier support de la perception naturelle tombera relativement dans l'oubli. Le phénomène sera en effet le plus souvent envisagé au regard de ses conséquences sur la perception d'un objet donné, alors que le propos original était justement d'en faire l'objet de la perception. La théorie des affordances représente donc une opérationnalisation des notions de valeurs et valences proposées dans le cadre de la Gestalt théorie ainsi que des observations sur le milieu signifiant qui sont issues de la biosémiotique. À la suite de sa popularisation par la publication du livre posthume de Gibson (1979), elle suscitera beaucoup d'intérêt notamment par le biais de nouveaux paradigmes à même d'en révéler les effets.

Le paradigme de Compatibilité Stimulus-Réponse comme méthode d'investigation des effets de l'affordance

Le paradigme de compatibilité stimulus-réponse (ou SRC) a été développé par Fitts et Seeger (1953) par le biais d'une série d'expériences effectuées sur des pilotes de l'armée de

Introduction générale

l'air américaine. Au cours de celles-ci, les participants devaient bouger deux stylets en direction de points lumineux apparaissant sur un écran en face d'eux (cf. Figure 6).

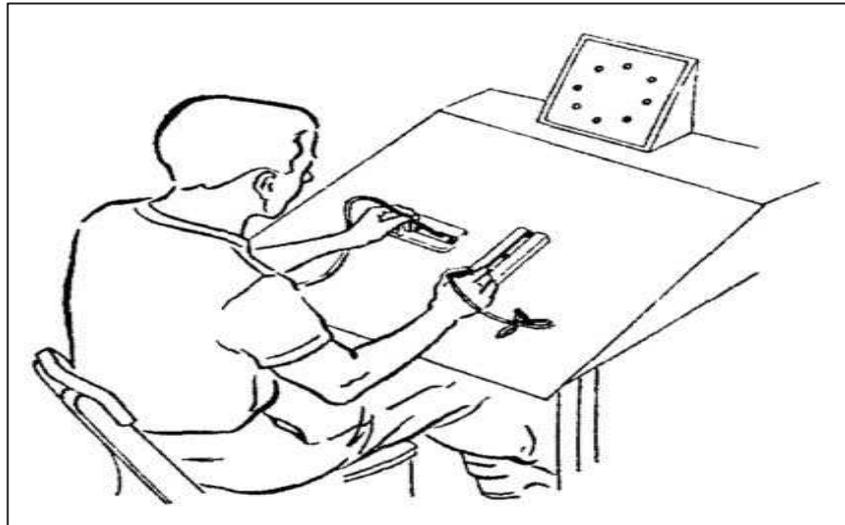


Figure 6. Illustration de l'un des dispositifs expérimentaux employés par Fitts et Seeger (1953). Dans cette situation, l'ampoule située tout en bas à droite s'est éclairée, le participant doit donc amener le stylet de gauche à sa droite et celui de sa droite en bas pour atteindre la diagonale. Il y avait au total trois dispositifs de réponse et trois panels présentés au participant.

La tâche consistait à atteindre le plus rapidement possible l'emplacement relatif d'un point s'affichant sur l'écran à l'aide du dispositif de réponse réclamant l'utilisation des deux mains. Les ampoules pouvaient s'éclairer une à une ou par paire. Trois dispositions de présentation se succédaient devant les participants. Ces trois panels correspondaient à trois formes selon l'emplacement des ampoules : un losange, un « T » renversé et un cercle (cas de la Figure 6). Les sujets voyaient donc l'ensemble des ampoules et pouvaient donc inférer les emplacements possibles à atteindre. Pour ce faire, ils devaient répondre au moyen du dispositif qui pouvait lui aussi correspondre à l'une des trois formes suggérée. Les auteurs ont analysé les temps de réponse et les taux d'erreurs des participants en fonction de la correspondance entre le dispositif employé et le panel d'affichage. Les résultats mirent en évidence une interaction entre le panel et le dispositif de réponse. Autrement dit, lorsqu'un participant était confronté à la situation de la Figure 6, il était significativement plus rapide à rejoindre les points (nonobstant leurs positions) lorsqu'il répondait à l'aide du dispositif présentant la forme adéquate que lorsqu'il répondait par le biais de celui présenté sur l'illustration. Les auteurs interprétèrent cet effet comme une preuve que l'efficacité dans

Introduction générale

des tâches perceptivo-motrices était dans une large mesure fonctions des correspondances entre les modalités d'apparition des stimuli et les possibilités d'action du sujet.

Dans le cadre de ce paradigme, les conditions offrant une bonne correspondance perceptivo-motrice entre le stimulus et la réponse pouvaient être considérées comme compatibles en opposition aux situations incompatibles, réclamant d'avantage d'ajustement de la part du sujet et donc, d'avantage de temps pour qu'il réponde. De manière générale, le paradigme SRC correspond donc à l'étude de performances modulées par la compatibilité (ou congruence) entre un stimulus impliquant une réponse motrice, et la disposition des moyens permettant d'effectivement donner cette réponse. La nature des effets de compatibilité visuo-motrice révélés par le paradigme SRC a particulièrement été investiguée et discutée par Proctor et collaborateurs (cf. Vu & Proctor, 2006). Pour ces auteurs, ces effets s'appuieraient sur des propriétés abstraites construites à partir de codes mentaux associés aux propriétés du stimulus d'une part, et à celles du dispositif d'autre part (Proctor & Reeve, 1990).

Une autre interprétation a cependant été proposée par Michaels (1988) dans le cadre de sa série d'expériences consacrée à l'étude de la compatibilité entre la réponse et la destination de mouvements apparents. Dans cette étude, des participants étaient assis en face d'un écran sur lequel était affiché deux carrés. Chaque carré était situé de part et d'autre de l'écran de manière à ce qu'il soit aligné face à chaque main du participant. Le dispositif de réponse consistait en deux joysticks disposés donc dans l'alignement des carrés affichés et des épaules des participants. La réponse motrice consistait toujours à pousser l'un des joysticks, mais la tâche était scindée en deux blocs et deux déclinaisons et les sujets répondaient ainsi successivement aux quatre tâches sur deux jours. Dans le premier bloc, un carré se dirigeait directement vers la main ipsilatérale (*i.e.* trajectoire verticale vers le bas) ; le sujet devait dans la première situation répondre avec la main disposée du même côté que le carré en mouvement ce qui correspondait à une situation compatible. Il répondait ensuite au même pattern de mouvement, mais en poussant cette fois le joystick controlatéral ce qui correspondait à une situation incompatible. Les résultats obtenus dans cette tâche mirent en évidence que les sujets étaient significativement plus rapides à répondre avec la main disposée du même côté que le carré en mouvement. Cet effet pouvait cependant être interprété comme un effet attentionnel de type Simon. Cet effet très robuste se traduit par

Introduction générale

une rapidité accrue de réponse lorsque celle-ci est spatialement localisée du côté d'un stimulus cible (Simon, 1969).

Dans le deuxième bloc, un carré se dirigeait cette fois vers la main controlatérale en adoptant ainsi une trajectoire diagonale. La première déclinaison consistait pour le participant à répondre par exemple avec la main droite lorsque le carré se dirigeait vers la droite, cette situation était opérationnalisée comme compatible. La déclinaison incompatible était l'inverse : le participant devait pousser le joystick de droite lorsque le carré se dirigeait vers la main gauche. Les résultats de ce deuxième bloc révélèrent que lorsqu'un carré bougeait vers la main controlatérale dans une trajectoire diagonale, les sujets étaient plus rapides à répondre avec cette même main. Il est utile de préciser qu'au terme de son mouvement en diagonale, le carré controlatéral demeurait plus distant de la main de réponse que le carré ipsilatéral demeuré en face de cette main. Cet effet fut interprété par Michaels (1988) comme une confirmation expérimentale de l'une des prédictions de la théorie des invites, à savoir que si un objet bouge vers une destination atteignable avec une vitesse raisonnable, il devrait inviter à l'interception. L'effet de cette affordance devrait ainsi se traduire par des réponses plus rapides du côté le plus adapté à l'interception de l'objet. Les résultats de cette expérience semblaient en effet confirmer cette prédiction. Le paradigme SRC pouvait donc constituer un moyen d'investigation pertinent pour rendre compte des effets d'affordances.

En 1998, Tucker et Ellis proposèrent une série d'expérience afin de mettre également en évidence que les effets de compatibilité visuo-motrice représentaient probablement plus une traduction de la perception des effets d'affordance que le résultat de processus d'abstraction. Le postulat à l'origine de leur travail était le suivant : si la plupart des stimuli présentés lors d'expériences perceptivo-motrices sont de nature relativement abstraites (*e.g.* des formes géométriques) et diffèrent sur des critères peu signifiants tels que la couleur ou la taille, il n'est pas surprenant que les effets de compatibilité mis en évidence dans ce cadre soient le plus souvent interprétés comme prenant eux aussi place à un niveau abstrait.

Ces auteurs réalisèrent donc une étude dans laquelle des objets manipulables de la vie quotidienne étaient présentés à des participants. L'objectif de cette étude était de révéler

Introduction générale

en outre que les réponses associées à des éléments séparés spatialement n'étaient pas les seuls susceptibles de faire apparaître des effets de compatibilité visuo-motrice. En effet, dans leur série d'expériences, la tâche consistait pour les participants à répondre le plus rapidement possible à l'orientation d'objets manipulables disposés de profil et placés devant eux. Ces objets pour la plupart préhensibles par le biais d'une poignée ou d'une anse étaient disposés à l'endroit ou à l'envers (cf. Figure 7).

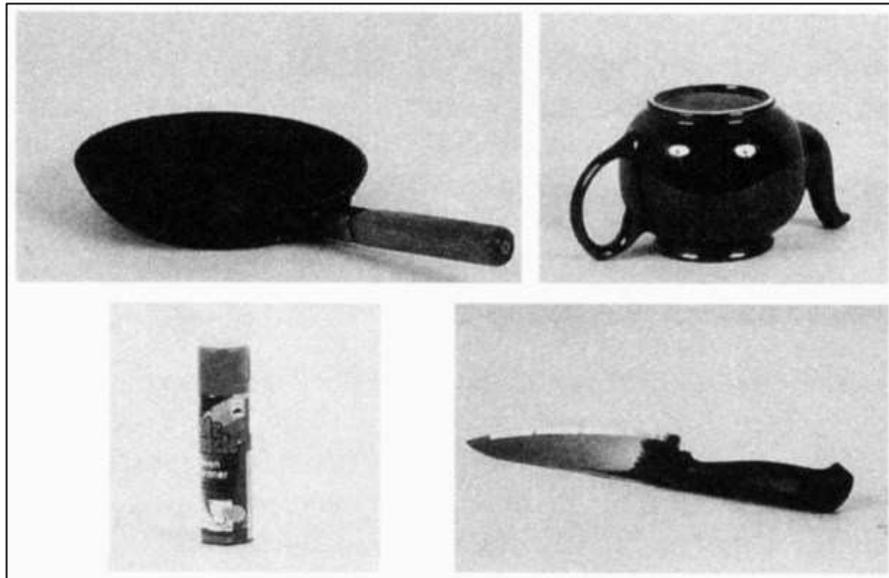


Figure 7. Exemple de stimuli employés au cours des expériences de Tucker et Ellis (1998). Les objets utilisés sont disposés à l'endroit ou à l'envers et orientés à gauche ou à droite. La compatibilité SR dépend de l'orientation de la partie préhensible de l'objet par rapport à la localisation de la main de réponse du participant.

La série d'expériences consistait en des tâches de catégorisation à choix forcés. Les participants après s'être entraînés devaient répondre le plus rapidement possible à l'orientation de l'objet qui s'affichait devant eux. Pour ce faire, ils devaient presser à l'aide de leurs index deux touches latéralement opposées d'un clavier. Les résultats de cette première expérience révélèrent un effet de compatibilité important. Les sujets étaient plus rapides à catégoriser les objets comme disposés à l'endroit ou à l'envers lorsque la touche sur laquelle ils appuyaient était disposée du même côté que la partie préhensible de l'objet. Dans une seconde expérience, les chercheurs proposèrent à d'autres participants de réaliser la même tâche en répondant cette fois seulement au moyen de l'index et du majeur de leur main droite. Le principal résultat de cette expérience fut que les auteurs ne trouvèrent pas d'interaction significative entre l'orientation des objets présentés et les l'orientation des

Introduction générale

réponses. Ces résultats suggéraient pour eux que l'effet de compatibilité observé lors de la première expérience ne prenait pas origine dans un codage abstrait de l'orientation des objets, mais constituait une manifestation de l'invite à saisir offerte par ces objets.

Dans une étude réalisée en 2001, les mêmes auteurs proposèrent à des participants une tâche de catégorisation similaire. Cette fois, ces derniers devaient catégoriser des images représentant des objets naturels ou artificiels et la tâche consistait à les catégoriser comme tels à l'aide d'un dispositif original (cf. Figure 8).

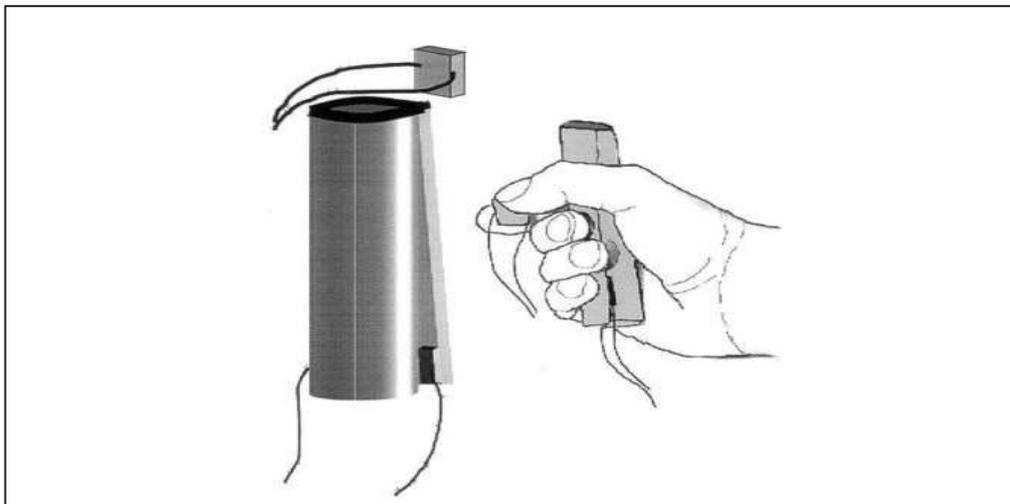


Figure 8. Dispositif de réponse employé lors de la série d'expérience de Tucker et Ellis (2001). Une catégorie correspondait à une réponse motrice. Il était possible de répondre par le biais d'une saisie fine (*i.e.* impliquant seulement l'index et le pouce), correspondant à la saisie usuelle d'objets relativement petits ou par le biais d'une saisie forte (*i.e.* impliquant l'ensemble des doigts de la main) normalement employée pour les objets relativement plus gros.

Ce dispositif permettait de distinguer qualitativement deux types de saisie, forte ou précise en fonction de la saisie usuelle utilisée lors d'interactions naturelles avec les objets présentés. Une fois encore, les temps de réponse et le nombre d'erreurs étaient enregistrés. L'originalité de cette manipulation reposait justement dans l'utilisation de ce dispositif. En effet, la compatibilité stimulus-réponse reposait ici sur une congruence entre le geste de réponse et celui associé au geste réel exécuté. Cette congruence ne s'appuyait donc pas exclusivement sur la localisation spatiale des parties préhensibles des stimuli comme cela avait été le cas dans leur travail précédant (Tucker & Ellis, 1998) et le caractère généralisable des résultats en était d'autant plus important. Les résultats observés lors de ce travail mirent en évidence un effet significatif de compatibilité entre la forme des objets présentés et le

Introduction générale

type de préhension associé aux réponses. Autrement dit, les participants étaient plus rapides et précis lorsqu'ils catégorisaient une banane comme étant un objet naturel par le biais d'une réponse forte (*i.e.* geste normalement employé pour saisir cet objet) que pour catégoriser cette banane via une préhension fine. Une fois encore, ce pattern de résultat offrait une mise en évidence expérimentale de l'effet d'affordance.

De nombreux travaux s'appliquèrent d'ailleurs à mettre en évidence de tels effets dans divers contextes et selon plusieurs manipulations appliquées soit aux stimuli présentés, soit aux dispositifs de réponses eux-mêmes. Tipper, Paul et Hayes (2006) se sont par exemple intéressés à la place de l'intentionnalité dans l'apparition de tels effets de compatibilité. Ces auteurs ont avancé que ces effets ne s'observaient que dans des tâches impliquant directement une caractéristique requise pour le contrôle de l'action. Pour confirmer leur hypothèse, ils confrontèrent à partir d'un même matériel, l'image d'une poignée de porte, deux types de tâche, la première concernant l'identification de sa forme et la seconde, l'identification de sa couleur. Ils observèrent des effets de potentialisations seulement dans la condition impliquant la reconnaissance de la forme de la poignée, soit dans la tâche impliquant une caractéristique requise pour le contrôle de l'action. Cependant, cette conclusion fut discutée par Ferrier (2011) qui observa des effets de compatibilité motrice dans ce type de tâche d'identification de couleurs.

Fischer et Dahl (2007) proposèrent quant à eux un paradigme dynamique de l'affordance. Celui-ci consistait en une évolution du couplage visuo-moteur dans le temps au moyen de la présentation d'une tasse préhensible en rotation. Dans l'une des conditions présentées, la tasse demeurait au centre de l'écran et dans une seconde, celle-ci se déplaçait vers la gauche ou vers la droite. Un point coloré demeurait au centre de la tasse et changeait de couleur après un certain temps. Les participants devaient déterminer le plus rapidement possible le moment du changement de couleur de ce point. Les temps de réponse relevés par les chercheurs témoignaient non seulement d'effets facilitateurs découlant de l'orientation de la partie préhensible de la tasse, mais également des fluctuations temporelles corrélées à la position de la tasse sur l'écran (asymétrie perceptive) et de sa vitesse angulaire. Ces résultats furent discutés par les auteurs comme une nouvelle preuve expérimentale d'une perception directe des affordances (Gibson, 1979).

Introduction générale

D'autres chercheurs (Yang et Beilock, 2011) s'appliquèrent à distinguer l'effet d'affordance d'effets strictement attentionnels. Pour ce faire, ils réalisèrent une expérience au cours de laquelle la faisabilité de l'action suggérée était manipulée. Dans leurs expérimentations, les participants étaient confrontés au même matériel que dans l'expérience de Fischer et Dahl (2007), mais devaient répondre à l'aide de dispositifs de tailles variables. Les participants étaient placés soit à 55cm, soit à 150cm de l'écran et devaient répondre au moyen de deux outils de 35cm ou de 130cm de long. Théoriquement, il était avancé que dans un contexte naturel, la faisabilité d'une action contraignait fortement la préparation à celle-ci et de fait, les potentialisations motrices qui en découlaient. En effet, un effet de potentialisation fut observé seulement lorsque les outils étaient de taille adaptées à l'atteinte de l'objet relativement à la distance des participants par rapport à l'écran (petit outil pour petite distance et inversement). Cette question de la faisabilité d'un geste suggéré fut également investiguée en appliquant des altérations sur les parties préhensibles d'objets présentés aux sujets (Buccino, Sato, Cattaneo, Rodà & Riggio, 2009). Dans cette série d'expériences exploratoires, des participants devaient seulement observer des images d'objets préhensibles. Pour la moitié de ces objets, la partie préhensible apparaissait brisée. Les auteurs enregistraient notamment les réponses électromyographiques produites lors de la perception des objets altérés et non altérés. Les auteurs observèrent des activations majeures du flux dorsal lors de la perception d'objets dont la partie préhensible n'avait pas été altérée. Ce circuit pariétal prémoteur a souvent été associé dans la littérature à l'inscription neurophysiologique des potentialisations motrices. (Rizzolatti & Luppino, 2001). Ces activations n'apparaissaient pas dans les mêmes proportions lorsque les participants observaient les objets dont la partie préhensible avait été altérée. Néanmoins, il convient ici de relativiser ce dernier résultat puisqu'il semble improbable qu'une altération localisée sur des parties *usuellement* préhensibles d'objets annihile de fait les composantes motrices associées à leur perception. En effet, l'anse brisée d'un objet ne constitue écologiquement pas un rempart à l'utilisation de ce dernier. Le sujet trouvera nécessairement une alternative quant à sa préhension et son utilisation. Dans cette étude, l'absence d'activations strictement comparables repose peut-être sur le fait que les auteurs n'aient pas pris en compte que des circuits bien plus distribués aient pu intervenir dans ce cas de figure. Un changement de comportement moteur pourrait impliquer un

Introduction générale

changement de stratégie associé à sa préhension et donc, une redistribution des réseaux corticaux recrutés.

Il est à noter que d'autres auteurs se sont employés à intégrer les affordances au sein de contextes visuels plus larges tels que ceux qui se présentent effectivement à l'observateur dans son quotidien. Par exemple, une équipe de chercheurs a étudié l'effet du contexte visuel sur les performances de participants (Kalénine, Shapiro, Flumini, Borghi & Buxbaum, 2013). Dans ce travail, les auteurs présentaient des photographies dans lesquelles plusieurs objets potentiellement manipulables étaient présents. L'originalité de ce travail reposait sur deux dimensions : d'une part, les objets étaient présentés dans des contextes écologiquement associés à leur présence plutôt que sur des fonds artificiels neutres tels que ceux employés très majoritairement dans la littérature consacrée à l'étude des affordances. D'autre part, deux actions potentielles étaient étudiées conjointement au regard du contexte dans lequel un objet apparaissait : les actions associées à l'utilisation des objets et les actions associées à leur déplacement (cf. Figure 9).



Figure 9. Exemple de matériel visuel employé par Kalénine et collaborateurs (2013). Dans l'image de gauche, le minuteur est considéré comme susceptible d'inviter au geste de déplacement et dans l'image de droite au geste d'utilisation. Les deux affordances impliquent deux gestes moteurs qualitativement distincts (*i.e.* une saisie forte pour le déplacement et un geste fin pour l'utilisation).

La tâche des participants consistait à répondre à une question relative à l'un des objets affichés. Cet objet était préalablement désigné par le biais d'un cadre apparaissant autour. La question concernait son caractère naturel ou artificiel comme cela avait été le cas dans l'étude de Tucker et Ellis (2001). Une fois l'objet désigné, les participants devaient relâcher un bouton centré sur lequel ils maintenaient jusque-là une pression pour ensuite saisir une

Introduction générale

poignée de réponse. Chaque réponse était associée à une préhension soit forte soit fine de la poignée comme dans le cas de l'étude de Tucker et Ellis (2001). Les résultats mirent en évidence des effets de compatibilité dépendants du contexte dans lequel les objets-cibles avaient été présentés. En l'occurrence, les participants étaient significativement plus rapides pour donner leurs réponses lorsque la préhension était associée au geste qu'ils auraient dû naturellement réaliser pour déplacer ou utiliser l'objet-cible. Dans l'exemple de la Figure 9 donc, les résultats mettaient en évidence des temps de réponse significativement plus courts lorsque les sujets devaient répondre « oui » à la question « fabriqué par l'homme ? » lorsque cette réponse était donnée via une préhension forte dans le contexte visuel de l'image de gauche et via une réponse fine lorsque le contexte visuel de droite était présenté. Ce travail représente encore aujourd'hui une exception puisqu'il intègre dans son déroulement le rôle du contexte situationnel dans l'apparition d'effets d'affordances.

Nature et rôle des affordances

Si de nombreux travaux ont été réalisés ces dernières années pour investiguer les conditions d'apparitions des effets d'affordance et leur rôle potentiel dans diverses activités perceptives, il demeure que la nature du phénomène reste sujette à débats (*e.g.* Jones, 2003). Le terme a été entendu de différentes manières parfois inconciliables entre elles et cette polysémie découle sûrement de l'ambiguïté rattachée à la description concise qu'en a fournie Gibson dans son dernier ouvrage (Gibson, 1979). En effet, à l'origine, Gibson a décrit les affordances comme étant des propriétés objectives de l'environnement, inhérentes à la configuration de ses surfaces au regard d'un organisme donné. Il était pour cet auteur de premier intérêt de rejeter tout caractère subjectif ou phénoménal dans la description de ce qu'il considérait être une évolution réaliste par rapport aux propositions fournies par la Gestalt-théorie. L'ambiguïté repose principalement sur le fait que justement, si ces propriétés étaient variables en fonction d'un organisme, elles auraient pu être envisagées comme des résultantes interactionnelles, car s'appuyant sur des propriétés physiques perçues d'une part et des possibilités d'action découlant du dit organisme d'autre part. Or, la formulation écologique majoritaire qui a été défendue à nouveau plus récemment (Michaels, 2003) reste en accord avec celle proposée par Gibson. Il y a pourtant un paradoxe manifeste à considérer que quelque chose de perçu puisse être indépendant de

Introduction générale

l'observateur tout en affirmant qu'il en soit tributaire. Si quelque chose m'apparaît comme dangereux, c'est bien au regard des propriétés menaçantes rattachées à notre rencontre que se construira cette dimension. Un fossé n'est ainsi dangereux que si je suis à ses abords et pas du tout dans les mêmes proportions si je suis à son aval. On peut raisonnablement douter que le danger soit une propriété inhérente du fossé ni même de ma personne.

Des auteurs ont néanmoins recherché à redéfinir le concept d'affordance de manière à l'intégrer au sein d'une approche plus interactionnelle englobant à la fois le sujet et le support de son activité perceptive. Parmi ces auteurs, Turvey (1992) a proposé que les affordances soient décrites en termes de dispositions de l'environnement. Pour cet auteur, ces dispositions n'offraient en soit pas de possibilités et n'invitaient à rien sans qu'elles soient complétées par leur équivalence : les effectivités de l'animal. Dans cette perspective, le concept devait donc d'avantage être compris en termes de complémentarités qu'en termes d'invariants physiques.

La conséquence de cette approche était en outre de pouvoir redéfinir l'individu en activité et le support physique de cette activité comme deux membres d'un même système sujet-activité. Turvey (1992) prend pour exemple une situation dans laquelle un sujet humain devrait grimper un escalier : si l'on considère W_{pq} (le système sujet-grimper l'escalier) = $j(X_p, Z_q)$ où Z est le sujet et X est l'escalier et, p est une propriété de X et q une propriété de Z , alors p représenterait une affordance offerte par X (*i.e.* propriété adéquate à sa « grimpabilité ») et q représenterait l'effectivité complémentaire de Z si et seulement si une troisième propriété r existe de telle manière que :

- (i) $W_{pq} = j(X_p, Z_q)$ possède r
- (ii) $W_{pq} = j(X_p, Z_q)$ possède ni p ni q
- (iii) Ni Z ou X ne possède r

Dans cette formulation j représente une fonction de juxtaposition et r la propriété relationnelle du système.

Ainsi, une personne ne pourrait pas réaliser l'action de grimper l'escalier si les surfaces de cet escalier (p) correspondant à ses affordances n'étaient pas disposées de marches adjacentes offrant un espace horizontal entre elles et une hauteur ne dépassant pas un seuil déterminé au regard des propriétés physiques du grimpeur (q). Le membre r pourrait être

Introduction générale

entendu ici comme la réalisabilité de l'activité. Si l'approche adoptée par Turvey (1992) offre la possibilité de formaliser le système sujet-activité, il demeure que dans sa définition, les affordances sont toujours considérées comme des propriétés de l'environnement puisqu'elles sont décrites comme étant rattachées à X . De fait, la problématique propre à la nature des affordances demeure présente.

Une proposition particulièrement intéressante a été formulée par Stoffregen (2003) afin de mieux déterminer la place du phénomène dans un point de vue intégratif. Dans cet article, l'auteur défend que les affordances doivent être envisagées comme des propriétés du système sujet-environnement. Les affordances seraient ici des propriétés émergentes de la relation sujet-environnement. Par émergence, il est entendu qu'aucune des propriétés physiques de l'environnement d'une part, et du sujet d'autre part ne pourrait rendre compte des propriétés du phénomène. Les affordances représenteraient dans ce cadre des propriétés entièrement relationnelles qui ne pourraient être décomposées au sein des membres constitutifs du système duquel elles émergent. Elles n'existeraient donc qu'exclusivement au niveau du système sujet-environnement. Cette affirmation est illustrée par l'arrangement de la formule de Turvey ci-dessous :

Si l'on considère W_{pq} être le même système proposé précédemment de même que X_p et Z_q , h représenterait une propriété d'ordre supérieur s'appuyant sur la relation p/q et représenterait donc l'affordance. Cette affordance serait donc une propriété du système sujet-activité et non plus de l'environnement. h serait donc ici l'affordance si et seulement si :

- (i) $W_{pq} = (X_p, Z_q)$ possède h
- (ii) Ni Z ou X ne possède h

Le principal attrait de la formulation de Stoffregen (2003) est de ne pas inclure le comportement ou l'activité elle-même (*e.g.* grimper un escalier) dans sa formulation. Les affordances sont ici considérées comme des opportunités à l'action offertes par le couplage sujet-environnement lui-même et non plus des invites exclusivement offertes par cet environnement. Ce point de vue permet donc de rendre compte de l'affordance sans que subsiste l'ambiguïté que nous avons évoqué. On peut également remarquer que cette définition se rapproche d'avantage de celle rattachée à l'*Aufforderungscharakter* qui était

Introduction générale

envisagé comme un fait hautement phénoménologique et donc irréductible à ses conditions d'existence (*i.e.* l'objet ou le sujet). Outre la question de la nature des affordances, il semble que de nombreuses recherches aient été conduites en envisageant le rôle des affordances au regard de la préparation à l'action ou de la perception de la faisabilité d'actions données (*e.g.* Makris, Hadar & Yarrow, 2011; Regia-Corte & Luyat, 2004; Yang & Beilock, 2011). Or, comme nous l'avons souligné, dans l'approche écologique de la perception, l'une des propositions les plus fortes et sans doute la plus intéressante sur le plan écologique était de considérer que percevoir un objet pourrait en fait revenir à percevoir ce à quoi il invite (Gibson, 1979). L'affordance n'était pas donc envisagée comme une composante facilitatrice de la perception et encore moins comme un épiphénomène résultant des interactions passées du sujet à l'égard des objets qui l'entoure, mais bien comme le support initial de son activité perceptive.

Au regard des derniers points de vue que nous avons exposé et de leur pertinence quant à décrire d'une part l'affordance comme un phénomène émergent (Stoffregen, 2003) et d'autre part comme un critère majeur de l'activité perceptive (Gibson, 1979), nous avons choisi de consacrer ce travail de thèse à fournir et discuter des preuves expérimentales à même de montrer que d'une part, les affordances émergent du couplage sujet-environnement. Ceci aurait pour conséquence que les affordances seraient impactées lors de modulations du couplage entre le sujet et son environnement. Ces modulations seront opérées en modifiant d'une part les caractéristiques des stimuli employés et d'autre part en altérant la situation physique du sujet au cours des protocoles expérimentaux. Ensuite, nous défendrons que les affordances peuvent avoir un rôle constituant pour l'activité perceptive et donc à même de faire varier ce qui est effectivement perçu notamment lorsque l'objet affordant présente une ambiguïté perceptive importante.

Objectifs généraux

Le bref état de l'art présenté en introduction fournit un aperçu des trajectoires conceptuelles adoptées par les penseurs de la perception depuis le début du XX^{ème} siècle. Comme nous l'avons suggéré, l'activité perceptive a très tôt été envisagée comme un processus hautement intégratif prenant en compte les dimensions visuelles de l'environnement autant que celles de l'individu qui est en mesure de les percevoir. Ce travail de thèse se consacrera à fournir de premiers éléments de réponses à deux questions qui nous semblaient cruciales au regard de telles possibilités d'action. D'une part, il s'agira de nous questionner sur l'émergence des affordances. Notre positionnement se distingue de celui pris par Gibson (1979) et ses successeurs en ce sens que nous défendons que les affordances sont des propriétés émergentes du couplage sujet-environnement et sont donc à envisager au regard de l'activité et des spécificités du sujet étudié.

Les deux premiers axes du présent document seront donc consacrés à rendre compte de modulations des affordances en fonction de la situation physique du sujet d'une part (Axe 1) et des caractéristiques visuelles de son environnement perçu d'autre part (Axe 2). L'Axe 3 sera quant à lui consacré à mettre en évidence un rôle fonctionnel original des affordances sur l'activité perceptive.

Axe 1 : Incidence de contraintes physiques sur l'émergence d'effets d'affordance

Da Silva F. & Brunel L. (2017). The Lego hands: changing the affording location of graspable objects. In G. Gunzelmann, A. Howes, T. Tenbrink, & E. J. Davelaar (Eds.), Proceedings of the 39th Annual Conference of the Cognitive Science Society (pp. 1854-1859). Austin, TX: Cognitive Science Society.

Da Silva F. & Brunel L. (2017, July). The Lego hands: changing the affording location of graspable objects. Poster presented at the 39th Annual Conference of the Cognitive Science Society. London, England, UK.

Axe 1 : Incidence des contraintes physiques sur l'émergence d'effets d'affordance

La première série d'expérience réalisée s'est consacrée à étudier l'effet de contraintes physiques s'exerçant sur un sujet sur sa capacité à catégoriser un objet manipulable. Nous avons choisi de proposer ici un paradigme de compatibilité stimulus-réponse dans lequel les réponses étaient données via des effecteurs a priori incohérents au regard de la manipulation usuelle de l'objet présenté. Cette manipulation nous a permis d'opposer deux types d'interprétations quant aux effets de facilitation : une interprétation d'ordre abstraite postulant que les effets de facilitation sont issus d'une abstraction des caractéristiques spatialement localisées des stimuli, et une interprétation plus écologique postulant que les effets de facilitation émergent de la relation entre les potentiels moteurs intégrés du sujet et les propriétés motrices suggérées par l'objet perçu et font intégralement partie de l'acte même de percevoir.

Introduction

Le paradigme de compatibilité stimulus-réponse a été notamment utilisé dans le cadre de tâches de catégorisation à choix forcés. Dans ce contexte, les dispositifs de réponse permettaient d'opposer des réponses latéralement opposées, compatibles ou incompatibles au regard de la partie préhensible d'objets manipulables (Tucker & Ellis, 1998) ou encore des réponses cohérentes ou non au regard de la préhension adaptée pour saisir les objets présentés (Tucker & Ellis, 2001, 2004). Les effets observés lors des manipulations expérimentales de ce type mettent le plus souvent en évidence des effets de facilitation en direction des conditions les plus compatibles ou congruentes au regard de la similarité entre le geste de réponse des participants et les gestes réalisés usuellement pour interagir avec les objets suggérés par la tâche. Ces effets de facilitation se traduisent par des temps de réponse significativement plus courts et des taux d'erreurs plus faibles en situation de compatibilité.

Ces patterns de résultat ont été souvent interprétés comme une mise en évidence de l'effet des affordances. Dans le cadre de leur série d'étude de 1998, Tucker et Ellis ont interprété leurs résultats en postulant que représenter une information visuelle (à propos d'un objet) impliquerait de représenter les actions possibles avec cet objet et les

Axe 1 : Incidence de contraintes physiques sur l'émergence d'effets d'affordance

potentialiserait. Si leurs résultats constituent en effet une mise en évidence d'effets d'affordance et donc une confirmation de la prédiction de la théorie écologique de la perception, on peut s'étonner de lire que leur interprétation se situe à un niveau représentationnel ce qui est en opposition avec le postulat du caractère directe de la perception propre à l'approche écologique. Néanmoins, ces effets en tant que tels demeurent informatifs sur les liens étroits qui semblent exister entre la perception et les actions relatives à celle-ci.

Dans les tâches de catégorisation à choix forcés faisant intervenir une dimension motrice potentialisée, les moyens de réponses impliqués sont le plus souvent ceux servant normalement à interagir avec les objets suggérés. Cette configuration est centrale puisqu'il s'agit le plus souvent de montrer que l'effecteur concerné (le bras ou la main) sera automatiquement activé lors de la perception d'un objet qui le ferait normalement intervenir pour son utilisation. Cela était le cas dans les séries d'études proposées par Tucker et Ellis (1998, 2001, 2004), dans les expériences réalisées par Girardi et collaborateurs (*e.g.* Girardi, Lindemann & Bekkering, 2010) ou même dans des travaux s'intéressant d'avantage au découpage de l'espace d'accessibilité en fonction de gestes manuels préparés à l'avance (*e.g.* Kirsch & Kunde, 2013). Ce choix de dispositifs de réponses essentiellement configurés pour investiguer les liens entre action manuelle et stimuli manipulables est cohérent si l'on accepte en prémisses qu'une affordance donnée (*e.g.* saisir) implique une activation automatique des seuls effecteurs utilisant de tels objets (*i.e.* les mains). En outre, au regard des descriptions succinctes proposées à l'origine par Gibson (1966, 1979) quant à de telles conséquences motrices, il est justifié de s'attendre à ce que la perception d'un objet manipulable implique l'activation des seuls moyens de réponse sollicités pour son utilisation.

De plus, si l'on adhère à cette prémisses, on ne devrait pas s'attendre à retrouver d'effets de facilitation si les réponses sont données via des effecteurs n'étant pas impliqués dans l'utilisation habituelle des objets suggérés. On pourrait par exemple s'attendre à retrouver des effets de potentialisation lors de réponses effectuées avec les pieds seulement si les objets suggérés impliquent eux même l'utilisation de ceux-ci (*e.g.* un ballon de football). Dans ce contexte, on interpréterait certainement ces résultats comme la mise en

Axe 1: Incidence de contraintes physiques sur l'émergence d'effets d'affordance

évidence que la perception d'un tel objet invite au geste de le frapper avec le pied (cf. Schmidt, Ramakers, Pedersen, Jasper, Köhler, Pohl, Rantzsch, Rau, Schmidt, Sterz, Yurchenko & Baudisch, 2014).

Or, dans une série d'expérience proposée par Phillips et Ward (2002), des objets manipulables étaient présentés à des participants et les réponses attendues devaient être réalisées avec les pieds au moyen de deux pédales. Dans leurs expériences, le dessin d'une poêle était présenté en amorce avec sa partie préhensible orientée selon quatre positions latérales et une position dite neutre (cf. Figure 10).

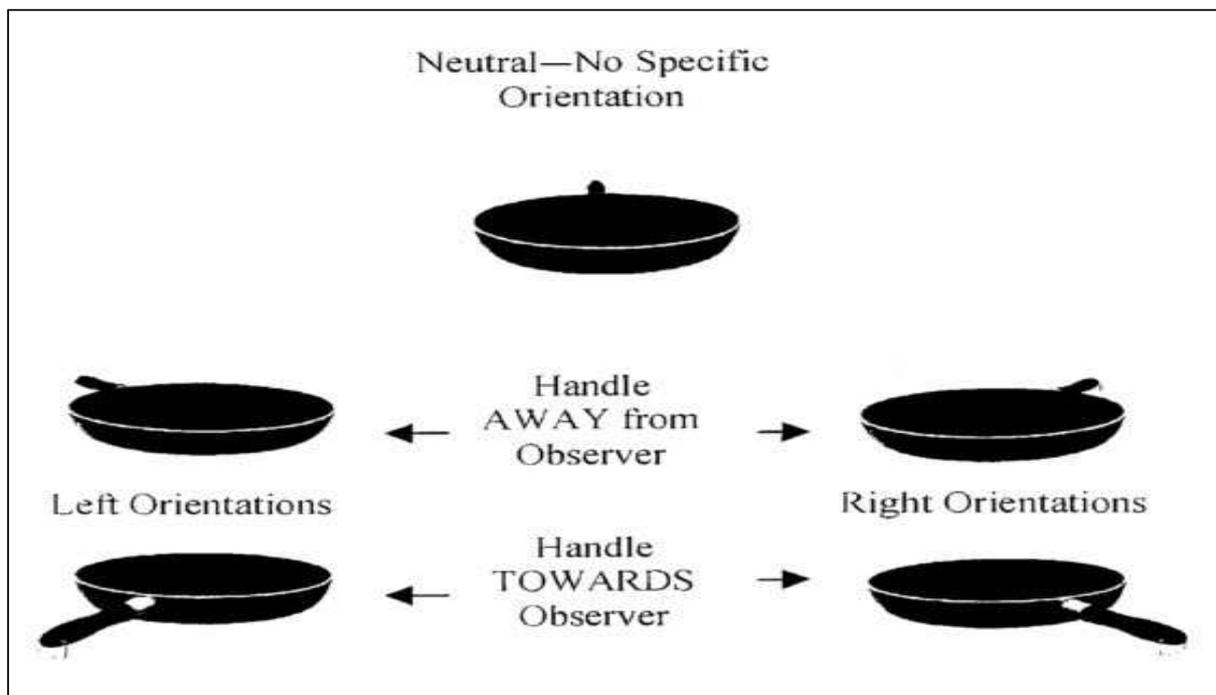


Figure 10. Illustration des cinq images utilisées dans la série d'expériences de Phillips et Ward (2002). En plus de la latéralisation, les auteurs manipulaient la proximité perçue de la partie préhensible de l'objet. Les deux images du haut impliquaient une distance relativement plus grande à l'observateur comparé aux deux images du bas.

En plus de la latéralité, les auteurs manipulaient également la profondeur associée à la partie préhensible de la poêle. La poignée pouvait ainsi être disposée devant le contenant ce qui correspondrait à une situation susceptible d'inviter d'avantage à la préhension de la poêle, ou derrière, c'est-à-dire relativement plus loin de l'observateur. Dans les trois expériences de cette série d'études, la procédure restait la même : l'image était présentée

Axe 1 : Incidence de contraintes physiques sur l'émergence d'effets d'affordance

en amorce et à la suite d'un temps variable (0, 400, 800 ou 1200 millisecondes), une cible apparaissait au centre de l'écran de manière superposée à l'image de la poêle. Cette cible était présentée selon deux déclinaisons qui correspondaient à la réponse attendue par le sujet : « I-III » pour une réponse à gauche et « III-I » pour une réponse à droite. Les participants devaient répondre le plus rapidement et précisément possible en accord avec l'usage habituel du paradigme SRC. Dans la première expérience, les participants répondaient au moyen de deux touches latéralement opposées d'un clavier d'ordinateur (cf. Tucker & Ellis, 1998). Les résultats mettaient en évidence les mêmes effets que ceux observés classiquement. Les sujets étaient donc plus rapides et précis à répondre lorsque la partie préhensible de l'objet était disposée du même côté que la main de réponse même si dans ce cas, la tâche n'était pas associée à une propriété pertinente pour l'utilisation de l'objet. En revanche, et pour l'ensemble des expériences de cette étude, les auteurs n'observèrent pas d'interaction significative impliquant la profondeur perçue de la poignée. Néanmoins, ceci pourrait résulter de problèmes méthodologiques puisque de tels effets ont été mis en évidence par ailleurs (cf. Fischer & Dahl, 2007). Dans la seconde expérience, les participants effectuaient la même tâche en croisant les bras. La réponse de droite était donc associée à la main gauche et vice-versa. Les résultats mirent en évidence un effet de facilitation en direction de la main de réponse. Dans ce cas de figure, cependant, cette main de réponse correspondait de fait à la main controlatérale puisque les participants croisaient leurs bras. La troisième expérience proposée consistait à faire répondre les participants avec les pieds en utilisant à nouveau le même matériel visuel. La situation correspondait donc à une configuration non-pertinente au regard des actions suggérées par l'objet (*i.e.* saisir ou déplacer la poêle). La réponse gauche était donnée via une pédale à gauche et la réponse droite via une pédale à droite. À nouveau, les résultats mirent en évidence un effet significatif de la compatibilité entre la localisation de la réponse et l'orientation de la partie préhensible de l'objet présenté.

Les auteurs interprétèrent ces résultats comme la preuve que les affordances produites par leur matériel visuel devaient générer un codage spatial de nature abstraite. En effet, au regard du fait qu'un objet invitant à la préhension conduise à des effets de facilitation avec

Axe 1 : Incidence de contraintes physiques sur l'émergence d'effets d'affordance

des réponses au pied, l'idée d'une activation motrice spécifique ne semblait pas ici explicative. Cette conclusion est en accord avec celles proposées quant aux effets attentionnels de type Simon. Le plus souvent, ces effets mettent en évidence des réponses plus rapides du côté où apparaît le stimulus cible et ce même lorsque ce stimulus est constitué de formes géométriques simples telles que des cercles ou même des segments. (cf. Chainay, Naouri & Pavec, 2011). Ce type d'interprétation est également soutenu par Anderson, Yamagishi et Karavia (2002) qui expliquent les effets de facilitation comme des conséquences d'un biais attentionnel induit par l'asymétrie visuelle des stimuli présentés. Autrement dit, l'attention serait capturée par les parties saillantes des formes présentées au regard de leur forme générale. Cette proposition peut être retrouvée dans la théorie du codage de la localisation développée par Proctor et collaborateurs (*e.g.* Cho & Proctor, 2011).

Néanmoins, il existe un biais à opposer des théories exclusivement attentionnelles aux prédictions de la théorie des affordances si l'on se place dans un point de vue ontologique de l'activité perceptive. En effet, postuler que des effets de facilitation sont issus d'une capture attentionnelle (*i.e.* par des parties spatialement isolées) permet de décrire les causes expérimentales de tels effets. En revanche, ces interprétations n'expliquent en rien l'utilité d'un tel comportement pour le sujet. Or, si un observateur réagit plus vite lorsqu'il agit du même côté que ce qui est saillant dans son champ visuel, cela pourrait bien représenter la conséquence d'un comportement moteur écologiquement cohérent. Affirmer par exemple qu'un sujet agit plus vite à droite quand un objet apparaît de ce côté car il encode la position du stimulus, de même que la position de son propre moyen de réponse, est bien moins explicatif que de considérer ce fait du point de vue de son utilité. Il est en effet de premier intérêt pour lui de réagir rapidement du bon côté lorsque quelque chose est susceptible de l'atteindre. De fait, les deux explications ne devraient pas s'opposer puisqu'elles constituent deux niveaux d'interprétation d'un même comportement qui, au vu de son rôle demeure foncièrement ancré au niveau sensori-moteur. Cette confusion a été longuement discutée par Michaels (1988)

Axe 1 : Incidence de contraintes physiques sur l'émergence d'effets d'affordance

Du point de vue expérimental, une question subsiste en outre quant à l'effet de facilitation observé dans la troisième expérience de Phillips et Ward (2002). En effet, l'idée que l'effet d'affordance n'agit que sur les membres spécifiquement associés à la manipulation de l'objet présenté n'a jamais été investiguée en tant que telle. Ce postulat d'activation motrice *spécifique* tient en fait d'avantage d'une forme de biais expérimental consistant à négliger la place du comportement observé dans le quotidien du sujet. Pourtant, lorsque l'on replace une action telle que la saisie ou la manipulation d'un objet dans son contexte original, on observe qu'une dynamique générale du corps est engagée. Pour saisir un objet disposé devant lui, un sujet devra nécessairement modifier son positionnement en engageant son appui du côté où il tendra son bras pour réaliser cette action.

En ce sens, une activation du pied localisé du même côté que la main nécessaire à l'action ne constituerait pas nécessairement une preuve que la motricité n'est pas ici une dimension explicative de l'effet. Pour vérifier ce postulat, il serait nécessaire d'établir un lien entre l'action suggérée en tant que telle et le côté du corps engagé. Or, lorsque la partie affordante d'un objet est également sa partie visuellement saillante, il demeure difficile de distinguer des dimensions exclusivement attentionnelles de dimensions motrices. Cette propriété de saillance visuelle des parties préhensibles est d'ailleurs majoritairement observée sur les objets manufacturés. Ceci explique probablement que les débats opposant ces deux types d'interprétation soient toujours aussi vifs à l'heure actuelle. La survenue de telles activations a priori non-pertinentes au regard de l'action suggérée constitue en outre un fait intéressant au regard du couplage sujet-environnement.

Objectifs de l'axe 1

Les objectifs de cette première série d'étude étaient d'une part de fournir des preuves expérimentales en faveur d'une interprétation de nature sensori-motrice quant à des effets a priori non-explicables au regard d'une approche incarnée et située de l'activité perceptive. En outre, nous avons souhaité mettre en évidence que les effets d'affordances étaient susceptibles de varier en fonction de l'intégration que le sujet avait fait de ses potentiels

Axe 1 : Incidence de contraintes physiques sur l'émergence d'effets d'affordance

effectifs d'action. En accord avec notre hypothèse émergentiste des affordances, l'effet d'affordance reposerait sur la relation sujet-environnement et serait donc susceptible de varier en fonction des interactions que ce sujet a préalablement réalisées avec l'objet susceptible de l'inviter à agir. Dans ce but, nous avons conduit une série de trois expériences dans lesquels les sujets devaient catégoriser un objet commun manipulable par le biais de réponses effectuées via un pédalier. Le paradigme expérimental était similaire à celui utilisé par Tucker et Ellis (1998) et consistait en une tâche de catégorisation à choix forcés. Contrairement à Phillips et Ward (2002), nous avons choisi de ne pas utiliser de procédure d'amorçage et les réponses étaient directement données par les sujets durant la présentation des stimuli visuels. Au cours de trois expériences, des participants devaient catégoriser au moyen de leurs pieds et aussi vite que possible l'orientation (*i.e.* à l'endroit ou à l'envers) d'un mug présenté sur un écran.

Dans la première expérience, les participants répondaient en gardant les mains placées sur la table devant eux. Dans la seconde expérience, un second groupe portait des gants rigides contraignant leurs mains dans une position ouverte durant la tâche. Enfin, dans la troisième expérience, un dernier groupe de participants était confronté à la même tâche, mais devait avant celle-ci réaliser une manipulation impliquant un mug réel durant le port des gants.

Expérience 1

L'objectif de cette première expérience était de répliquer les résultats obtenus lors de la dernière expérience proposée par Phillips et Ward (2002), à savoir un effet de compatibilité stimulus-réponse entre l'orientation de la partie préhensible d'un objet fréquemment rencontré et la localisation du pied de réponse.

Méthode

Participants. Vingt étudiants (17 femmes) de l'université Paul Valéry de Montpellier ont pris part à cette expérience et recevaient des points de compensation pour leur participation

Axe 1 : Incidence de contraintes physiques sur l'émergence d'effets d'affordance

volontaire. Ils étaient âgés de 18 à 36 ans ($M = 23.1$, $ET = 4.72$). Tous avaient une vue normale ou correctement corrigée et étaient naïfs quant au but réel de l'expérience (information donnée par les échanges réalisés en fin d'expérience). Pour éviter tout effet de latéralisation durant toutes nos expérimentations, deux groupes étaient constitués au regard de la localisation de la réponse (*i.e.* catégorie rattachée à une réponse). Il y avait dans ce premier échantillon deux gauchers qui furent répartis parmi les deux groupes de contrebalancement. L'expérience était réalisée en accord avec le Code Éthique de la World Medical Association (Déclaration d'Helsinki).

Matériel. L'expérience était réalisée par le biais du logiciel E-Prime 2.0 (Schneider, Eschman & Zuccolotto, 2002). Le matériel visuel consistait en illustrations d'un mug commun disposé de profil sur fond blanc et centré à l'écran (cf. Figure 11). Les dimensions du mug étaient de 320 x 320 pixels. Toutes les images ont été modélisées grâce au logiciel Maya 16.0 (Palamar, 2014). L'orientation de l'image initiale avait été manipulée de manière à produire deux versions latéralement opposées du mug disposé à l'endroit ainsi que deux versions latéralement opposées du mug disposé à l'envers (cf. Tucker & Ellis, 1998). De plus, et pour limiter la répétitivité de la tâche, un autre objet fut modélisé. Ce dernier représentait un objet qui pourrait s'apparenter à un mug, mais son réservoir était plus étroit que son anse. Le propos de cette transformation était d'interférer avec le potentiel moteur associé à la partie du mug original et d'augmenter ainsi sensiblement la difficulté générale de la tâche.



Figure 11. Illustration du matériel visuel utilisé dans la série d'expérience (limitée à la condition d'orientation gauche-endroit). Alors que l'objet illustré à gauche représente un mug commun, celui de droite représente un objet écologiquement plus incohérent qui était essentiellement destiné à limiter l'habituation à la tâche.

Axe 1 : Incidence de contraintes physiques sur l'émergence d'effets d'affordance

Procédure. Il était demandé aux participants de catégoriser le plus rapidement possible comme « à l'endroit » ou « à l'envers » les objets qui défilaient uns à uns sur l'écran. Pour ce faire, ils devaient presser le plus rapidement possible l'une des pédales disposées devant ses pieds. Chaque pédale était associée à une catégorie et cette attribution était contrebalancée pour la moitié de l'échantillon. L'expérience était réalisée sur un ordinateur standard et les images étaient affichées sur un écran Acer de 38 centimètres de diagonale disposé à environ 45 centimètres des yeux des participants. Au cours de cette première expérience, les participants disposaient leurs mains sur la table devant eux dans la longueur des épaules et les paumes dirigées face à face.

La procédure générale s'apparentait aux paradigmes SRC classiques comme on peut le voir sur la figure 12. Un point de fixation apparaissait durant 200 millisecondes et été immédiatement suivi de l'image cible. L'ordre d'affichage des images était semi-aléatoire dans la mesure où deux images identiques ne pouvaient pas se suivre consécutivement alors que c'était le cas pour les conditions d'orientation horizontales et de dispositions. Les participants devaient répondre à l'affichage des images. En accord avec le paradigme SRC, les réponses localisées du même côté que la partie préhensible de l'objet étaient considérées comme Compatibles et celles localisées du côté opposé étaient considérées comme Incompatibles.

Axe 1: Incidence de contraintes physiques sur l'émergence d'effets d'affordance

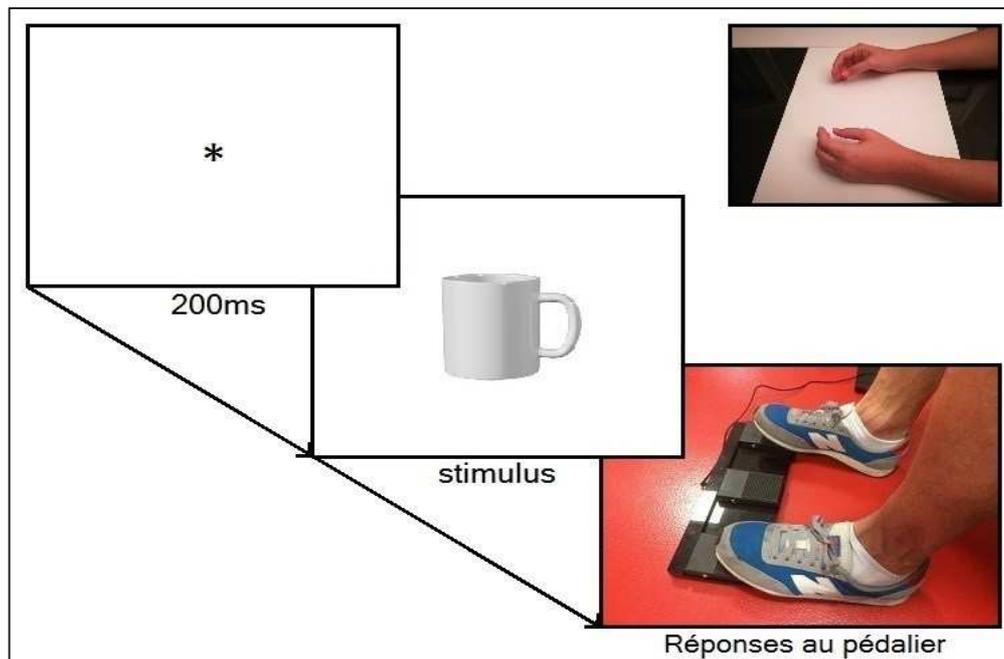


Figure 12. Procédure employée pour l'ensemble des expériences de la première série d'études. L'expérience 1 se distinguait par le fait qu'aucune contrainte n'était appliquée aux mains des sujets durant la tâche.

Résultats

Au total, le taux d'erreurs produit par les sujets représentait 5% du total des réponses de l'échantillon. Il n'y avait aucune différence significative entre le nombre d'erreurs associé aux situations Compatibles et Incompatibles.

Concernant les temps de réponse, la moyenne générale était de 731.49 millisecondes et son écart-type était de 86.23 millisecondes. Cette moyenne importante semble illustrer qu'une réponse exécutée avec le pied implique d'avantage d'effort qu'avec la main. La moyenne générale des temps de réponse obtenue par Tucker et Ellis (1998) dans leur première expérience était en effet de 633.51 millisecondes. Concernant l'analyse des temps de réponse, nous avons exclu les temps de réponse dépassant les 1250 millisecondes. Phillips et Ward (2002) avaient appliqué quant à eux un filtrage à 1000 millisecondes, mais ce dernier représentait un trop gros taux de données perdu dans notre cas. Ce filtrage nous a conduits à écarter 11.37% du total des essais.

Axe 1 : Incidence de contraintes physiques sur l'émergence d'effets d'affordance

Dans la mesure où nous souhaitons répliquer des effets observés dans des tâches impliquant la perception d'objets communément rencontrés, l'analyse qui nous intéressait concernait le mug réaliste. Nous avons cependant soumis à l'analyse les temps de réponse associés à la présentation de l'objet non-écologique. Les résultats ne mirent pas en évidence un effet général d'orientation de cet objet pas plus qu'un effet de compatibilité ($p > .1$).

Concernant le mug réaliste, les temps de réponse associés aux situations Compatibles ($M = 713$ ms, $ET = 76.77$ ms) étaient plus courts que ceux observés dans les situations Incompatibles ($M = 750$ ms, $ET = 93$ ms). En utilisant un test de Student bilatéral pour échantillons appariés, nous avons trouvé que cette différence était statistiquement significative, $t(19) = 2.55$, $p < .05$, $d = .43$.

Une analyse complémentaire montre également un effet principal de l'orientation du mug nonobstant la relation de compatibilité stimulus-réponse. De manière générale, les participants étaient plus rapides pour catégoriser le mug lorsque sa partie préhensible était disposée à gauche.

Discussion

Les résultats obtenus au terme de cette première expérience mettent en évidence un effet de facilitation en direction des situations compatibles au regard de l'interaction entre localisation de la partie préhensible de l'objet perçu et celle du pied de réponse. Cet effet qui avait déjà été observé précédemment (Phillips & Ward, 2002) avait été interprété comme une preuve que les effets de compatibilité stimulus-réponse devaient essentiellement reposer soit sur une capture attentionnelle soit comme le résultat d'une abstraction d'un code visuo-spatial commun de la cible et du moyen de réponse.

Cette conclusion était en accord avec le fait que la partie préhensible d'objets tels que celui que nous avons utilisé ici constitue une partie visuellement saillante de l'objet susceptible d'impliquer une telle capture. En outre comme nous l'avons expliqué plus tôt, il semble en effet qu'a priori, une interprétation en termes d'activations spécifiques des effecteurs pertinents ne soit pas susceptible d'expliquer ce pattern de résultat.

Axe 1 : Incidence de contraintes physiques sur l'émergence d'effets d'affordance

Concernant l'effet principal de l'orientation du mug, ceci pourrait découler soit d'un biais expérimental propre à la disposition du mug sur l'écran (centré sur le plan horizontal) ou encore d'un effet d'interférence. En effet, les participants étaient majoritairement droitiers. Lors des situations dans lesquelles le mug apparaissait à droite, il est raisonnable de postuler qu'une activation motrice de la main droite ait émergé chez eux. Dans cette situation, ces participants devaient donc inhiber cette réponse puisqu'ils devaient catégoriser l'objet avec une réponse au pied. Ceci a pu se traduire par un ralentissement substantiel des temps de réponse lorsque la main dominante devait être inhibée pour répondre à la tâche. Néanmoins, cette hypothèse mériterait d'être étayée expérimentalement par la passation de cette expérience par un échantillon de participants gauchers.

Le dispositif expérimental mis en place ici nous a donc permis de mettre en évidence des effets de facilitation alors que les réponses étaient a priori données de manière non corrélée à la saisie de l'objet présenté. Cependant, ce seul résultat n'est pas suffisant pour écarter le rôle d'activations motrices. En effet, l'utilisation réelle d'objets implique la génération de mouvements globaux en vue de les utiliser. On peut supposer ainsi que si l'effet d'affordance se traduit par une activation motrice semblable en situation expérimentale et en situation écologique, un ensemble plus global de muscles pourraient être sollicités lors de l'émergence de ces effets. De fait, si la perception de ces affordances se traduit par une activation globale, on devrait s'attendre à voir l'effet observé ici impacté si l'on applique des contraintes localisées sur les moyens d'interactions de l'observateur à l'égard de l'objet. Si ces contraintes impactaient de manière substantielle l'observation d'un tel effet de facilitation, cela constituerait une preuve que des réponses effectuées avec les pieds illustrent bien une conséquence de la perception de l'affordance associée à l'objet et de plus, que cette affordance dépend bien des possibilités d'action du sujet.

Expérience 2

L'expérience 1 a fourni une évidence supplémentaire que des effets de facilitations pouvaient apparaître dans un contexte expérimental a priori peu favorable à une

Axe 1 : Incidence de contraintes physiques sur l'émergence d'effets d'affordance

interprétation impliquant exclusivement la dimension sensori-motrice. Puisque dans cette expérience, l'effecteur de réponse (*i.e.* le pied) et la potentialisation supposée de l'objet (*i.e.* sa saisie) étaient dissociés, on peut raisonnablement douter que cet effet représente une traduction d'un effet d'affordance.

Dans la seconde expérience, nous avons appliqué une contrainte aux mains de nouveaux participants qui étaient confrontés à la même tâche que précédemment. Nous avons pour ce faire créé des gants rigides à partir de bandes de plâtre de telle manière qu'ils induisent chez les participants une position manuelle ouverte que l'on pourrait comparer à la forme des mains de figurines Lego (cf. Figure 13).



Figure 13. Gants rigides employés au cours de la seconde expérience. La forme des mains adoptées par les participants sous la contrainte des gants était ouverte. Cette position n'est pas adaptée à la saisie fine associée à l'anse du mug.

Les gants portés par les participants de cette expérience étaient de par leur forme non-pertinents au regard de la préhension fine nécessaire à la saisie de l'anse d'un mug. Si les effets précédemment observés dans l'expérience 1 étaient bien issus d'un codage abstraktif, nous devrions retrouver ici un effet similaire à celui observé dans cette expérience et dans celle menée par Phillips et Ward (2002). Au contraire, si les effets de facilitation observés jusqu'ici constituaient bien une traduction expérimentale d'un effet d'affordance impliquant

Axe 1 : Incidence de contraintes physiques sur l'émergence d'effets d'affordance

l'activation globale du corps (dont les mains), l'effet devrait être substantiellement impacté par le port de ces gants.

Cette expérience était également intéressante dans la mesure où elle était susceptible de nous éclairer sur l'impact de contraintes motrices sur l'émergence des affordances. Si comme nous le défendons, l'affordance émerge dans l'interaction du sujet et de son environnement et au regard de son intégration de ses potentiels effectifs d'action, la présente expérience devrait justement mettre en évidence l'incapacité des sujets à avoir pris conscience de leurs potentiels durant le port de ces gants.

En effet, aucune information ne fut ici donnée aux participants quant au propos du port des gants et ils recevaient exactement les mêmes instructions que l'échantillon précédent.

Méthode

Participants. Un nouvel échantillon de vingt participants fut recruté pour cette expérience. Celui-ci était constitué d'étudiants (19 femmes) de l'université Paul Valéry de Montpellier âgés de 18 à 41 ans ($M = 22.45$, $ET = 6.15$). Ces étudiants recevaient des points de composition pour leur participation volontaire à l'expérience. Tous avaient une vue normale ou correctement corrigée et n'avaient pas deviné le propos de l'expérience. Quatre gauchers composaient l'échantillon et furent répartis dans les deux groupes de contrebalancement.

Matériel. Le dispositif expérimental autant que le matériel visuel étaient exactement les mêmes que lors de l'expérience 1. Le seul changement était que les participants devaient porter des gants rigides durant la tâche de catégorisation. Ces gants réalisés au moyen de bandes de plâtre imposaient aux mains une forme ouverte non-pertinente au regard de la saisie fine normalement nécessaire à la préhension de l'anse d'un mug (*i.e.* sa partie compatible dans le paradigme SRC). La forme et l'angle d'ouverture imposés par les gants avaient en fait été produits en saisissant un mug par son réservoir. Cependant, aucune information n'était donnée aux participants sur cette propriété. L'ensemble de l'échantillon n'eut aucune difficulté à enfiler les gants et il fut vérifié qu'aucune gêne ou aucune douleur ne soit associée à leur port avant que l'expérience débute.

Axe 1 : Incidence de contraintes physiques sur l'émergence d'effets d'affordance

Procédure. Les instructions données aux participants étaient en tous points identiques à celles de l'expérience 1. Il leur était à nouveau demandé de poser leurs mains sur la table, les paumes dirigées l'une vers l'autre. Après s'être assuré qu'ils étaient confortablement installés et ne ressentait aucune gêne, l'expérience pouvait débuter.

Résultats

Le taux d'erreur représentait dans cette expérience 4.62% du total des essais. Il n'y avait aucune différence significative entre le nombre d'erreurs produit en situation Compatible et en situation Incompatible. Les temps excédant 1250 millisecondes furent à nouveau exclus du traitement statistique. Ce filtrage représentait 17% du total des essais. Les analyses mirent en évidence qu'aucune différence significative n'apparaissait cette fois entre les situations Compatibles ($M = 766.41$ ms, $ET = 105.80$ ms) et Incompatibles ($M = 786.73$ ms, $ET = 127.22$ ms).

Concernant l'effet principal de l'orientation du mug, il ne fut pas retrouvé ici. De la même manière, l'objet non-réaliste ne conduisit pas à des différences significatives dans les performances de catégorisation des participants.

Discussion

À l'exception du port des gants, la seconde expérience était en tout point identique à la précédente. Il semble de fait que cette seule différence ait suffi à altérer l'effet de facilitation observé précédemment. On remarque cependant que malgré l'absence de différence significative, le pattern général de résultats suit une tendance générale similaire à l'Expérience 1. Néanmoins, les résultats présents soulignent qu'une forme d'interférence semble s'être exercée sur les effets d'affordances produits lors de la tâche de catégorisation. Si l'on se replace dans le cadre de l'opposition entre activations motrices spécifiques et codage abstraitif telle qu'elle avait été proposée par Phillips et Ward (2002), il apparaît qu'il est difficile d'expliquer ce résultat par cette dernière proposition. En effet, si un codage entre la localisation de la partie préhensible de l'objet présenté et la latéralité de la réponse

Axe 1 : Incidence de contraintes physiques sur l'émergence d'effets d'affordance

était explicatif de l'effet de facilitation obtenu dans l'Expérience 1, il n'y aurait aucune raison de penser qu'une contrainte appliquée sur les mains non utilisées dans la tâche ait pu impacter le déroulement de cette dernière.

Néanmoins, ce résultat ne peut à lui seul constituer un élément suffisant pour une telle conclusion. Il serait, en effet, nécessaire de comprendre l'effet réel des gants dans la réalisation de la tâche. Le port de ceux-ci aurait pu en l'occurrence interférer avec les effets de facilitation en occupant substantiellement les ressources attentionnelles des sujets. Alors que l'objectif de cet ajout était d'induire une position manuelle non-pertinente au regard de la saisie du mug, il aurait pu en fait ne se traduire que par une contrainte expérimentale vécue comme une immobilisation par les participants de l'expérience.

Une dernière manipulation était donc nécessaire pour déterminer si des contraintes physiques localisées dans le contexte de réponses non-pertinentes pouvaient avoir un impact sur les réponses des sujets. En outre, cette expérience pouvait fournir un premier élément de confirmation quant à la proposition d'une définition de l'affordance comme émergent de la relation sujet-environnement.

Expérience 3

Les résultats de l'expérience 2 ont mis en évidence qu'une contrainte appliquée aux mains de sujets engagés dans une tâche de catégorisation effectuée au moyen de leurs pieds semblent avoir impacté l'effet de facilitation précédemment observé dans l'Expérience 1. L'interprétation de cette absence d'effet reste cependant incertaine. Le port des gants pourrait, par la contrainte d'immobilisation qu'il suscitait, avoir interféré avec un codage abstraitif. La deuxième possibilité serait que cette manipulation ait conduit à une interférence entre l'activation du pied de réponse d'une part et de la main localisée du même côté d'autre part. Cette dernière interprétation serait d'avantage en accord avec la proposition d'activations motrices spécifiques avancée par Tucker & Ellis (1998, 2001).

Il existe cependant une troisième possibilité. Celle-ci s'appuie d'avantage sur la proposition de Stoffregen (2003) stipulant que l'effet d'affordance émerge de la relation

Axe 1 : Incidence de contraintes physiques sur l'émergence d'effets d'affordance

s'exerçant entre le sujet et son environnement. Dans ce cadre, cette relation ne pourrait donner lieu à l'observation d'effets d'affordances seulement si la situation était signifiante pour le sujet. Opérationnellement, ce caractère signifiant serait ici porté par l'intégration du sujet de ses potentiels d'action effectifs. Or, dans l'expérience 2, aucune information n'avait été donnée aux participants quant aux gants et surtout quant à leur forme.

Dans cette dernière expérience, nous avons souhaité que de nouveaux participants manipulent un vrai mug durant le port des gants. Ces derniers ayant été conçus de manière à permettre la saisie d'un tel récipient par son réservoir, nous nous attendions ici à observer un renversement des effets de compatibilité SR justement en direction de ce réservoir. Cet effet se traduirait par une facilitation localisée du côté classiquement considéré comme incompatible dans la littérature employant le paradigme SRC.

Méthode

Participants. Un nouvel échantillon de 20 participants (12 femmes) fut recruté pour cette expérience. Tous étaient étudiants de l'université Paul Valéry de Montpellier et étaient âgés de 17 à 29 ans ($M = 21.5$ ms, $ET = 4.32$ ms). À nouveau, ces étudiants recevaient des points de compensation pour leur participation volontaire à l'expérience. Tous avaient une vue normale ou correctement corrigée et étaient naïfs quant au but de l'expérience. Il y avait dans cet échantillon deux gauchers qui furent répartis dans les deux groupes de contrebalancement.

Matériel. Le matériel était le même que dans les deux expériences précédentes. La tâche de catégorisation était identique et les participants portaient les mêmes gants que ceux utilisés lors de l'expérience 2. La seule différence reposait sur le fait que les participants devaient cette fois réaliser une manipulation réelle impliquant un mug et un parcours dessiné sur une feuille de papier de taille A3. Le mug était exactement le même que celui modélisé pour la tâche de catégorisation. Pour s'assurer que les sujets demeurent concentrés durant cette phase de manipulation, le mug était rempli d'eau aux 7/8^{ème}.

Axe 1 : Incidence de contraintes physiques sur l'émergence d'effets d'affordance

Procédure. Pour réaliser la phase de manipulation, les participants devaient déplacer le mug tout en portant les gants contraignant la position ouverte (cf. Figure 14).



Figure 14. Parcours à réaliser durant la phase de manipulation. La tâche consistait à transporter le mug d'un point à l'autre en le saisissant par son réservoir et en veillant à le déposer sur chaque point parcouru. Chaque participant réalisait le parcours dans l'ordre croissant puis décroissant avec la main gauche et ensuite avec la main droite.

Il leur était demandé de déplacer le mug de point en point dans l'ordre croissant puis dans l'ordre décroissant. Le parcours était réalisé avec la main gauche, puis la main droite. La consigne était de déposer le mug sur chaque point parcouru tout en maintenant la saisie sur celui-ci et en veillant à ne pas renverser son contenu. Lorsque les participants finissaient le parcours avec une main, ils répétaient à nouveau la procédure dans son intégralité avec l'autre main. Les points dessinés sur la feuille avaient été de plus disposés de manière à éviter un cheminement sériel : les sujets devaient donc exécuter des mouvements ipsilatéraux et contralatéraux à mesure de leur progression sur le parcours. Au regard de la forme des mains adoptée sous la contrainte des gants, le seul moyen de le saisir était de l'agripper par le réservoir. Cette information n'était pas donnée aux participants et ils arrivèrent naturellement et rapidement à cette conclusion dans leur tentative pour saisir le récipient. Après cette phase de manipulation, les participants commençaient immédiatement la tâche de catégorisation qui demeurait identique par rapport aux deux expériences précédentes.

Axe 1 : Incidence de contraintes physiques sur l'émergence d'effets d'affordance

Résultats

Concernant la phase de manipulation, les participants mettaient en moyenne deux minutes pour la réaliser dans son intégralité. Aucun d'entre eux ne renversa d'eau durant celle-ci. Les participants dont les mains étaient trop petites pour agripper le mug réalisaient ensuite la tâche de catégorisation, mais leurs résultats furent exclus de l'analyse finale.

En ce qui concerne la tâche de catégorisation, le taux d'erreur représentait 6.25% du total des essais. Il n'y avait ici encore aucune différence significative entre le taux d'erreur produit en situation Compatible et celui produit en situation Incompatible. Le même filtrage était appliqué et les temps de réponse excédant 1250 millisecondes étaient exclus de l'analyse. Ce filtrage représentait également 6.25% du total des essais. Au regard de la Compatibilité entre la localisation de l'anse du mug présenté et le pied de réponse, les réponses en situation Incompatible ($M = 686.14$ ms, $ET = 111.44$ ms) étaient cette fois plus rapides que celles produites en situation Compatible ($M = 713.66$ ms, $ET = 126.76$ ms). Un test de student pour échantillons appariés mit en évidence que cette différence était statistiquement significative, $t(19) = 2.64$, $p < .05$, $d = .23$. Le pattern observé était donc l'inverse de celui produit lors de l'expérience 1 (cf. Figure 15). Nous n'avons pas retrouvé ici d'effet principal relatif à l'orientation général du mug réaliste et l'objet non-réaliste ne conduit pas d'avantage ici à des différences significatives dans les performances des participants.

Axe 1: Incidence de contraintes physiques sur l'émergence d'effets d'affordance

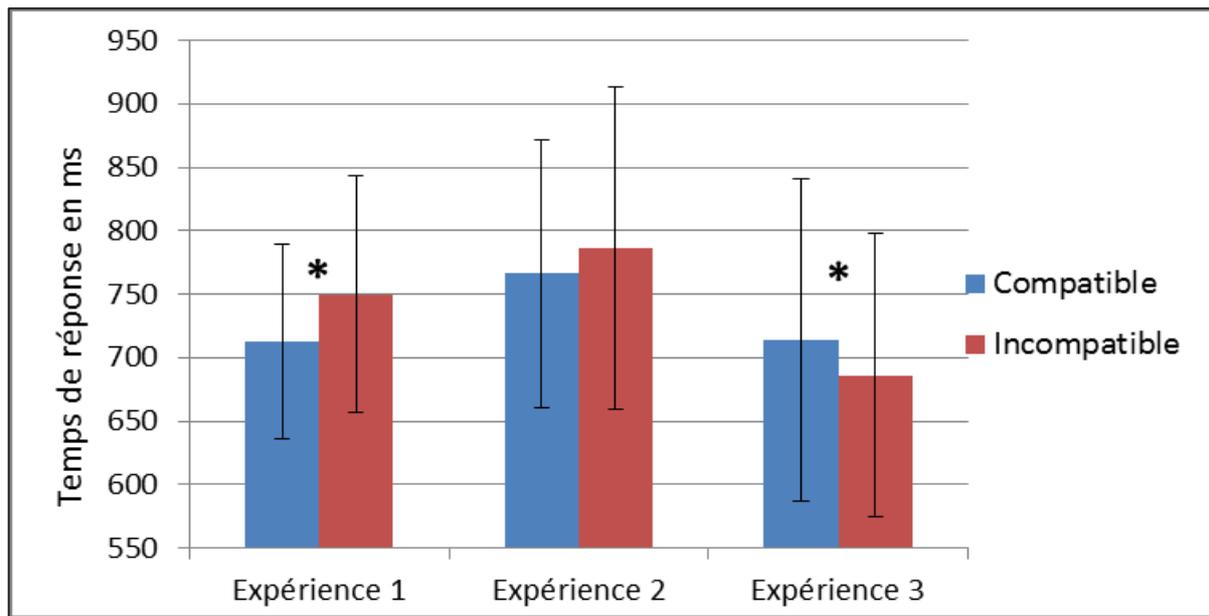


Figure 15. Résultats des trois expériences réalisées. La troisième expérience impliquant la phase de manipulation met en évidence un renversement du pattern de facilitation classiquement observé dans les tâches employant le paradigme de compatibilité stimulus-réponse.

Discussion et perspectives

Lors de cette dernière expérience, les participants manipulaient un mug réel contraignant leurs mains avant de réaliser la tâche de catégorisation. Le seul moyen de manipuler le récipient était de le saisir par son réservoir du fait de l'angle d'ouverture des doigts. Les résultats mettent en évidence un effet de facilitation localisé du côté Incompatible au regard de la dénomination classique qui est faite dans le cadre des travaux utilisant le paradigme SRC. Notre interprétation est que cette phase de manipulation pourrait avoir conduit à une intégration des potentiels d'action associés à la position des mains adoptée par les participants dans cette expérience contrairement à ce qui avait été observé dans l'expérience 2. En effet, au cours de l'expérience 2, les sujets n'avaient à leur disposition aucun indice quant au propos du port des gants. En revanche, dans la dernière expérience, la manipulation qu'ils exécutaient avant de catégoriser l'objet était susceptible de les conduire à être plus performants dans les situations où le réservoir du mug était disposé du même côté que la localisation de la réponse.

Axe 1 : Incidence de contraintes physiques sur l'émergence d'effets d'affordance

Pris dans leur globalité, les résultats de cette série d'étude suggèrent que les effets de compatibilité stimulus-réponse semblent effectivement impliquer des activations motrices. En effet, en se référant à un cadre explicatif abstractionniste tel que celui proposé par Phillips et Ward (2002), aucun postulat n'aurait pu prédire que la phase de manipulation réalisée conduirait à un renversement du pattern de l'effet de facilitation. De la même manière, l'hypothèse d'une capture attentionnelle n'est pas ici susceptible de rendre compte de nos résultats. Les images employées pour les trois expériences étaient identiques et seules les contraintes physiques des sujets et la qualité de leurs intégrations quant à ces contraintes furent manipulées.

Un point intéressant ici est en outre que l'interprétation de Tucker et Ellis (1998, 2001) en terme d'activations *spécifiques* n'est pas d'avantage à même d'être explicative de ces effets. En effet, même si la phase de manipulation avait bien conduit à une intégration des potentiels moteurs associés à la contrainte manuelle des sujets, ils répondaient toujours à la tâche de catégorisation au moyen de leurs pieds. Si en effet, l'effet d'une affordance telle que la saisie se traduisait par une activation spécifique du seul membre a priori pertinent pour la manipulation de l'objet, il n'y aurait aucune raison à retrouver ici des effets de compatibilité SR, et encore moins à les voir varier aussi drastiquement sous l'impact d'un simple entraînement moteur. Cette série d'étude apporte donc des éléments de réflexion quant aux modalités d'apparition d'effets d'affordance, mais soulève néanmoins un nombre plus important de questions qu'il conviendra de traiter par un développement futur de ce travail.

Dans un premier temps, il conviendra de reproduire la troisième expérience en présentant d'autres objets susceptibles ou non d'inviter aux mêmes gestes. Cette manipulation pourrait nous informer sur la spécificité associée à une affordance et sur ces conséquences. Particulièrement dans le contexte de réponses effectuées avec un membre non-pertinent au regard des objets présentés. Il serait également informatif de reproduire d'une part la dernière manipulation en modulant le temps entre la présentation de l'objet et la demande de réponse (*i.e.* le SOA) afin de déterminer la durée effective de l'effet de facilitation et la comparer à ce qui a déjà été mis en évidence dans la littérature. D'autre

Axe 1 : Incidence de contraintes physiques sur l'émergence d'effets d'affordance

part, si la phase de manipulation a conduit à une intégration de potentiels d'action, il est raisonnable de penser que cette conséquence devrait influencer la dynamique perceptive du sujet sur une période relativement courte. En effet, si saisir un mug par son réservoir est possible, on peut s'interroger sur la fréquence d'un tel comportement moteur en comparaison à une saisie de l'anse qui pourrait apparaître comme adoptée plus fréquemment dans la vie de tous les jours. Afin d'approfondir la compréhension de l'effet des gants, il serait également pertinent de faire manipuler le mug par des participants qui ne porteraient qu'un seul gant à la fois. Au-delà de ces pistes d'approfondissement demeure en outre des questions plus fondamentales quant à l'effet observé et sur ses conditions réelles d'apparition.

D'une part, au cours de la phase de manipulation, il est raisonnable de penser que les participants aient pu prêter une attention accrue au réservoir du mug et que cet exercice les aient conduit à maintenir cette attention au cours de la tâche subséquente. Dans ce cas, les effets observés dans l'expérience 3 seraient bien de nature attentionnelle et représenteraient d'avantage un épiphénomène expérimental. Pour traiter cette incertitude, il serait pertinent d'utiliser le contexte comme l'avaient fait précédemment Kalénine et collaborateurs (2013). En effet, cette démarche nous permettrait d'écarter une interprétation attentionnelle puisque les affordances seraient dans ce cas portées par le contexte d'utilisation des objets et non plus par leur seule disposition. Enfin, si les résultats de cette série d'étude semblent être explicables au regard de notre hypothèse générale d'une activation généralisée du corps, d'autres investigations sont nécessaires. Il conviendrait de manipuler la posture des sujets et plus particulièrement la répartition de leur poids durant de telles tâches. Si une affordance telle que la saisie se traduit par une activation des effecteurs sollicités lors de l'appui d'un côté du corps (*i.e.* celui localisé du même côté que la partie à saisir), une altération de ces appuis devraient se traduire sur l'effet des affordances perçues. Ce point sera développé dans les perspectives générales de la présente thèse, car il représente une voie d'investigation ergonomique et intégrative du couplage sujet-environnement.

Axe 1 : Incidence de contraintes physiques sur l'émergence d'effets d'affordance

En conclusion, les effets mis en évidence au terme de cette série d'étude semblent corroborer l'hypothèse d'une affordance portée par la relation sujet-environnement. Le résultat de l'expérience 3 met en outre en évidence que cette relation se doit d'être significative pour le sujet en ce sens qu'elle doit être à même d'offrir des possibilités cohérentes au regard de ses potentiels effectifs d'action. Cette vision défendue en outre par Stoffregen (2003) remet en cause les affirmations externalistes proposées à l'origine par Gibson (1979). Une affordance serait en effet ici une propriété émergée et interactionnelle, « existant » dans et seulement dans l'espace de réalisabilité du sujet, au regard de ses possibilités et des contraintes de sa situation.

**Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur
l'émergence d'effets d'affordances**

Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances

La série d'études réalisées dans le cadre de l'axe 1 nous a apporté un certain nombre d'informations sur l'incidence de contraintes physiques du sujet sur l'émergence des affordances. Nous avons pu ainsi apprécier que l'intégration de nouveaux potentiels d'action conduise à une modulation des effets facilitateurs classiquement observés dans le cadre du paradigme stimulus-réponse.

Cependant, l'emploi rigoureux de ce paradigme nous a nécessairement conduits à opérer certaines réductions expérimentales par rapport aux situations écologiques rencontrées par le sujet. En l'occurrence, l'une de ces conséquences fût de focaliser notre attention sur modalités de perception à l'égard d'un objet isolé. Or, si en effet il est informatif de se questionner sur les effets d'affordance à l'égard d'un objet, il convient toutefois de prendre en compte qu'il est d'abord nécessaire pour le sujet d'avoir détecté cet objet parmi les autres qui l'environnent. Par ailleurs, et en se référant à la description synthétique originale des affordances (Gibson, 1979), cet ensemble d'objets pourrait se traduire par un paysage d'affordances invitant potentiellement le sujet à des actions non pertinentes entre elles. Ce type de situation a conduit certains chercheurs à postuler l'existence d'une sélection parmi des affordances disponibles dans l'environnement. Cette idée sous-tendrait l'existence d'une forme de compétition parmi celles-ci. Elle implique également que l'effet d'affordance des objets agirait consécutivement à la détection de ces derniers. Dans le cadre de ce travail, nous avons souhaité questionner l'existence d'une telle compétition en postulant que les activations motrices opérant précocement lors de la recherche d'un objet pourraient constituer un critère à sa détection. Notre propos était donc de mettre en évidence que les caractéristiques motrices associées à la perception d'un objet seraient à même de participer à sa détection et non l'inverse.

Introduction

Lorsque le sujet animal ou humain évolue dans son milieu, il est confronté à une multitude de possibilités d'action. Ces possibilités sont induites à la fois par ses buts et ses contraintes, mais également par les caractéristiques des objets qui l'entourent. Il n'y a donc pas d'immédiateté dans la dynamique de couplage entre le sujet et son milieu puisque pour

Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances

accomplir ce qu'il souhaite, il sera contraint de rechercher et détecter les supports susceptibles d'être adaptées (ou adaptables) aux buts qu'il s'est fixé. Il est intéressant à cet égard de considérer que lorsqu'un sujet éprouvera un besoin, une tension apparaîtra entre l'environnement et lui. Celle-ci se traduira par une activité exploratoire visant à ce qu'il obtienne les moyens de résolutions de cette tension par l'apaisement de son besoin (cf. Koffka, 1935).

Si l'on met en parallèle cette idée d'une tension homéostasique à la théorie des affordances, on en vient raisonnablement à penser que la recherche visuelle pourrait *in fine* avoir pour objet une recherche des supports les plus adaptés à l'action. Par exemple, un individu soudainement sujet à un malaise devrait être amené à rechercher avec insistance un support susceptible de lui permettre de s'asseoir. Lorsqu'il explorerait l'environnement, les objets (ou surfaces) à même de lui permettre cette action devraient occuper un rôle privilégié parmi les autres objets non-pertinents pour répondre à ce besoin impérieux. Des influences mutuelles devraient donc exister entre les capacités attentionnelles des sujets et les potentiels d'action associés aux objets et surfaces qu'ils sont susceptibles de percevoir. De telles influences ont d'ailleurs été mises en évidence par Craighero, Fadiga, Rizzolatti et Umiltà (1997). Dans une série d'étude de cinq expériences, ces auteurs ont mis en évidence que la préparation d'un geste moteur à l'égard d'un objet conduisait à de meilleures performances pour détecter des stimuli congruents avec l'action engagée. Dans leur première expérience, les sujets devaient saisir aussi rapidement que possible une barre rectangulaire fixée à l'intérieur d'un orifice rectangulaire. La disposition de cette barre permettait une saisie avec le pouce et l'index. La barre pouvait être orientée à 45° dans le sens des aiguilles d'une montre ou à 45° dans le sens opposé aux aiguilles d'une montre (*i.e.* par rapport au plan sagittal du corps du participant). Une consigne écrite permettait aux participants d'anticiper le mouvement qu'ils auraient à exécuter durant l'essai à venir. À la suite d'un signal, un dessin représentant un cercle (condition neutre) ou un rectangle, lui aussi renversé à 45°, dans un sens ou dans l'autre, apparaissait sur un écran. Les résultats mirent en évidence que les participants étaient significativement plus rapides à saisir la barre lorsque l'orientation du stimulus affichait était congruente par rapport au geste

Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances

amorcé. Ce premier résultat fournissait une confirmation de l'existence d'un effet de compatibilité stimulus-réponse avec le matériel employé. Les auteurs conclurent que cet effet mettait en évidence qu'une préparation à l'action favorisait la détection d'un objet visuel. Afin d'écartier la possibilité que cet effet prenne exclusivement appui sur un mécanisme attentionnel, ils réalisèrent dans une seconde expérience la même manipulation en modifiant les stimuli présentés. Lors de cette déclinaison, des dessins orientés de deux crayons étaient présentés à l'écran. Le premier correspondait à un grand crayon classique à une mine et le second à un petit crayon doté de deux mines à chaque extrémité (cf. Figure 16).

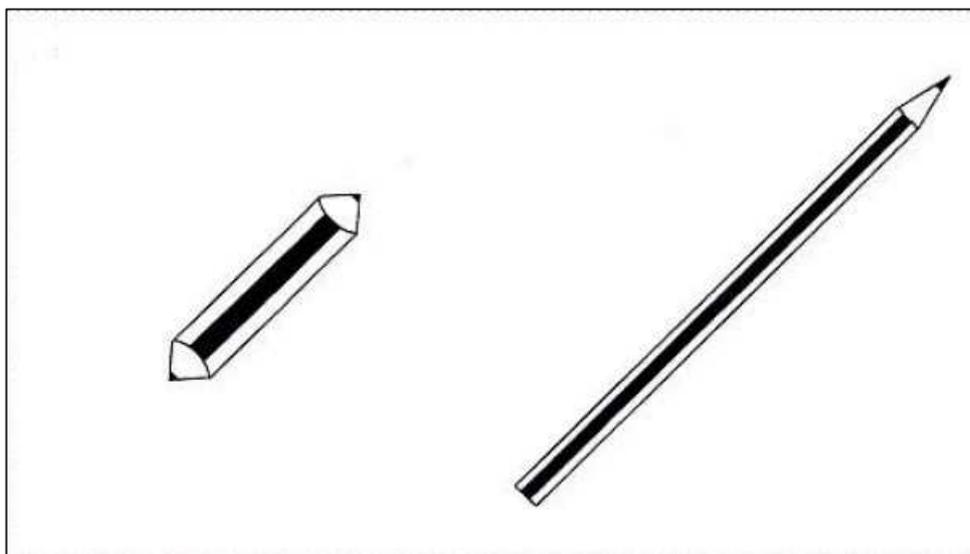


Figure 16. Illustration des deux objets visuels présentés lors de la seconde expérience de Craighero et collaborateurs (1997). Seule l'orientation dans le sens des aiguilles d'une montre est présentée.

Au terme de cette expérience, les auteurs ne retrouvèrent pas l'effet de facilitation précédemment observé. Ce point est intéressant puisque le stimulus orienté lors de l'expérience précédente avait les mêmes dimensions que le petit crayon présenté ensuite. Nonobstant le contraste dû à la coloration des crayons, la seule différence reposait donc ici sur le fait que les stimuli de l'expérience 2 représentaient des objets réels. Les auteurs interprétèrent cette différence comme une preuve que l'apparition d'effets facilitateurs était fonction des affordances associées aux objets perçus. Lors d'une expérience complémentaire, ils purent également apprécier que l'effet de facilitation apparaissait

Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances

même lorsqu'il était demandé aux participants de répondre avec un pied après avoir amorcé le geste avec la main. Ce résultat fut interprété comme une évidence qu'un effet facilitateur se traduisait par l'activation d'un programme moteur global et pas seulement par celle d'effecteurs spécifiques. Conclusion que nous partageons également (cf. Axe 1). Des résultats similaires furent observés par Anderson, Yamagishi et Karavia (2002) lorsqu'ils présentèrent des illustrations simples d'objets disposés à la verticale ou incliné sur le plan sagittal. Les réponses étaient dans cette série d'étude données via deux touches latéralement opposées.

Si ces travaux sont susceptibles de nous renseigner sur les liens existant entre l'attention visuelle et les possibilités d'action, il demeure qu'ils sont, de par leur méthodologie limités à l'identification d'objets visuels isolés. Or, dans le cadre de l'étude de l'attention visuelle, il convient de considérer qu'en situation réelle, le sujet est confronté à une multitude d'objets (*i.e.* au sens d'objets de la perception) et que, de par ses intentions et besoins, il devra avoir recours à une activité exploratoire afin de détecter ce qui est de premier intérêt pour lui. Il pourrait donc être pertinent de se questionner sur la manière dont le lien action-perception module ces capacités exploratoires. Dans une étude de 2002, Bekkering et Neggers proposèrent un paradigme original à même de rendre compte des conséquences d'un geste de saisie sur les capacités de détection visuelle. Le matériel visuel employé consistait en 16 blocs rectangulaires orientées et encastrées sur une surface de plexiglas (cf. Figure 17).

Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances

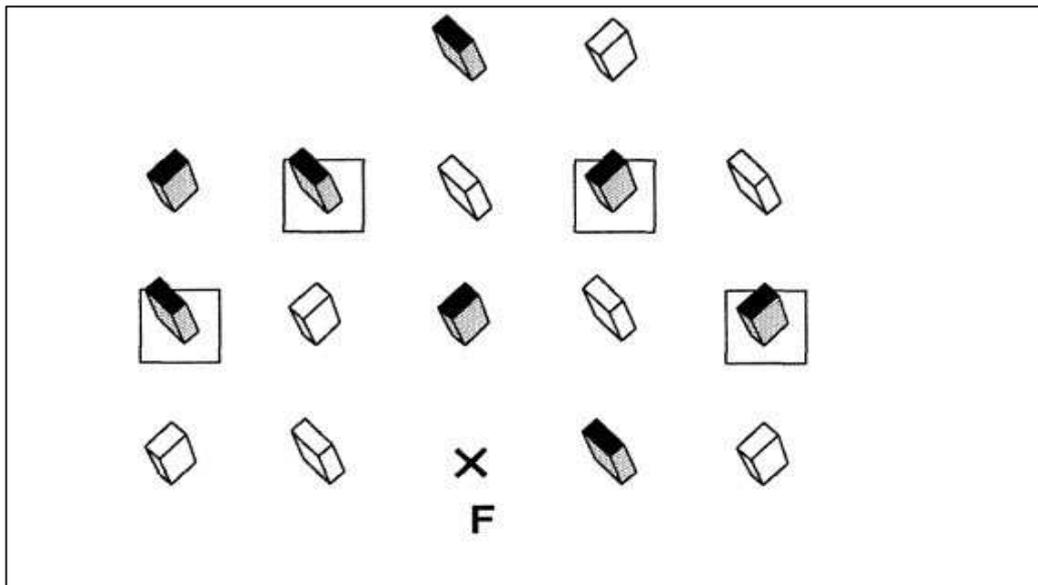


Figure 17. Emplacement potentiel des cibles (blocs sombres) et des distracteurs dans le travail de Bekkering et Neggers (2002). Les blocs encadrés représentent les cibles équidistances du point de fixation (noté F) qui précédait à la tâche.

Les blocs pertinents pour l'essai en cours s'éclairaient au moyen de diodes électroluminescentes disposées directement derrière eux. La tâche consistait pour les participants à pointer du doigt puis toucher la face supérieure du bloc cible (désigné par sa couleur), ou d'exécuter une saisie de ce dernier au moyen de l'index et du pouce. Le nombre de distracteurs, les couleurs cibles/distracteurs aussi bien que l'orientation de l'ensemble des objets étaient manipulés. Les auteurs mesuraient les saccades oculaires ainsi que les mouvements de la tête et des mains des participants au moyen d'un dispositif de suivi adapté (SMI™ Eye Link et OPTOTRAK Northern Digital™). Outre un effet significatif du nombre de distracteurs, aucun effet principal ou d'interaction du geste (*i.e.* pointer ou saisir) ne fut mise en évidence concernant la probabilité de regarder la bonne cible lors de la première saccade oculaire. Au cours de cette analyse, aucun effet de la couleur ne fut trouvé par ailleurs. Les auteurs comparèrent ensuite les erreurs rattachés à la couleur aux erreurs rattachées à l'orientation des cibles/distracteurs. Les analyses mirent alors en évidence une interaction entre le geste et le type d'erreur indiquant ainsi que les participants commettaient significativement moins d'erreurs rattachées à l'orientation lorsqu'il devait exécuter ensuite un geste de saisie. Les auteurs interprétèrent cet effet comme une preuve que les intentions d'actions influencent le processus de recherche visuel à un stade

Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances

particulièrement précoce. En effet, il convient de rappeler ici que les effets révélés lors de ce travail prenaient place lors des premières saccades oculaires des sujets. Ce résultat pourrait représenter une première confirmation à l'égard du postulat Gibsonien faisant des affordances l'objet principal de l'activité exploratoire (cf. *information picking*, Gibson, 1979).

De telles modulations ont également été observées par Garrido-Vásquez et Schübo (2014) lors de présentations simultanées de deux objets sur une table virtuelle en trois dimensions. Les deux objets étaient disposés face à l'observateur, l'un relativement proche de ce dernier (*i.e.* à la portée d'un geste d'atteinte), et l'autre plus loin. Les conditions variaient sur le caractère préhensible des objets : un premier objet pouvait être préhensible autant que les deux, ou encore aucun d'entre eux (cf. Figure 18).

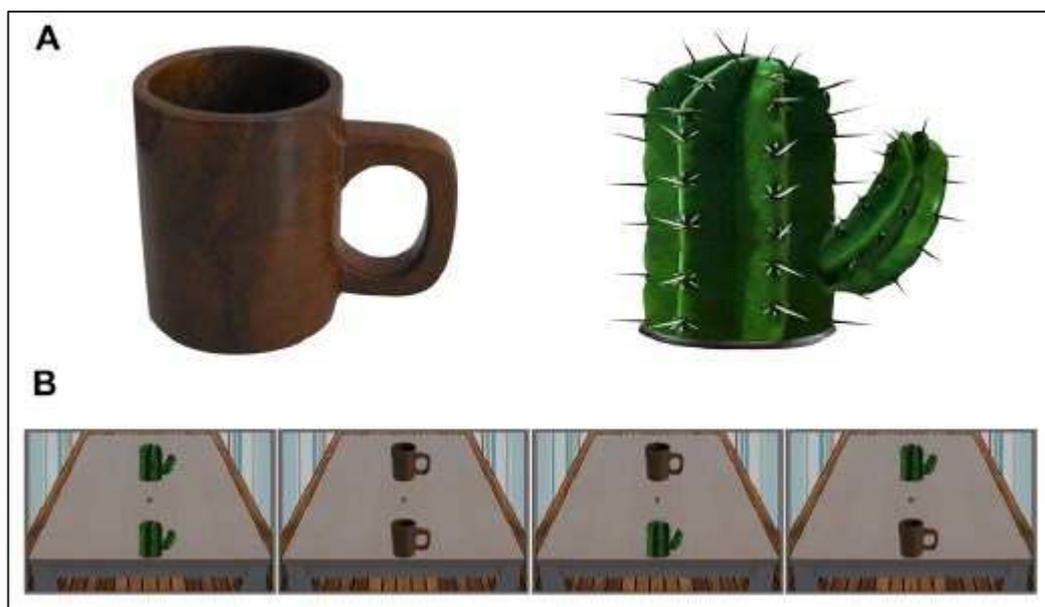


Figure 18. Illustration des stimuli employés dans l'étude de Garrido-Vásquez et Schübo (2014). Les différentes combinaisons présentées sont illustrées dans le panel B.

La tâche consistait à détecter le plus rapidement possible un changement de luminosité apparaissant sur l'un des objets après un intervalle de 200 millisecondes. Pour ce faire, les participants appuyaient sur des touches latéralement opposées dans un premier cas ou saisissaient une poignée de réponses orientée vers la droite dans le second. Les auteurs relevaient les temps associés aux réponses effectuées par pression sur les touches ainsi que les trajectoires des mouvements de bras effectués lors des réponses par saisie de poignée.

Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances

L'hypothèse des chercheurs était que l'attention visuelle des sujets serait préférentiellement dirigée vers les objets manipulables disposés à distance de préhension. Cette prédiction se traduirait par des temps de réponse significativement plus petits dans cette situation expérimentale que la réponse soit donnée via pression sur une touche ou au moyen d'une saisie. Les résultats confirmèrent cette prédiction. La détection du changement était plus rapide lors des réponses effectuées à l'égard des objets manipulables disposés dans l'espace d'atteinte de l'objet par rapport aux objets manipulables disposés relativement plus loin. En outre, cette facilitation était également observée comparativement aux objets non préhensibles (disposés près ou loin du participant). Ces conclusions sont partagées par un nombre important d'auteurs ayant investigué les liens affordance-attention visuelle par le biais de paradigmes variés (*e.g.* Riggio, Iani, Gherri, Benatti, Rubichi & Nicoletti, 2008 ; Symes, Tucker, Ellis, Vainio, Ottoboni, 2008). De plus, il a été démontré que les systèmes artificiels bénéficiaient d'une amélioration conséquente autant en terme de performances attentionnelles qu'en termes de pouvoir prédictif lorsque ces derniers étaient programmés de manière à capter des potentiels d'action. Ces potentiels modélisés au regard des caractéristiques prototypiques des objets rencontrés par le système ainsi que de ses capacités effectives à agir (Tünnermann, Krüger, Mertsching & Mustafa, 2015).

En revanche, significativement moins de travaux se sont consacrés à étudier l'aptitude des sujets à détecter des objets au regard des actions qui leurs étaient associées. De plus, les auteurs ayant étudié cette question ne considérèrent pas le contexte écologique dans lequel cette aptitude était employée. Cisek (2007) proposa par exemple que la résultante d'un paysage d'affordances à même d'être perçues conduisait à une compétition entre ces affordances. Cette proposition s'appuyait sur l'observation d'activations de populations de neurones corticaux présumément consacrés à l'implémentation des représentations d'actions potentielles. Autrement dit, l'observation d'une compétition dans l'activation de ces neurones était interprétée comme le pendant d'une compétition entre les affordances. Le sujet devrait ainsi opérer une sélection parmi les affordances et cette dernière serait d'autant plus coûteuse que le nombre de possibilités d'action serait élevé. Cette hypothèse

Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances

de compétition entre les affordances s'appuyait sur des travaux précédemment réalisés à l'égard du comportement animal et plus spécifiquement sur l'étude des circuits sous-corticaux (Ewert 1997; Prescott, Redgrave & Gurney, 1999; Ewert, Buxbaum-Conradi, Dreisvogt, Glasgow, Merkel-Harff, Rottgen, Schurg-Pfeiffer & Schwippert, 2001). Le problème est qu'en se positionnant exclusivement dans une perspective neurophysiologique, cet auteur négligea de considérer le contexte dans lequel s'inscrit l'acte de percevoir. Postuler qu'une compétition existe entre les possibilités d'action associés aux objets de l'environnement de l'animal revient en effet à postuler que tout ce qui l'environne est effectivement perçu. Or, et pour reprendre la formulation de Gibson (1979), il conviendrait ici de distinguer la vision de la perception. Si les objets de l'environnement sont bien susceptibles d'être vus en ce sens qu'ils réverbèrent la lumière radiante, ils ne sont pour autant pas *nécessairement* perçus. Il est selon nous ici plus raisonnable de considérer que le sujet perçoit au regard de ce qu'il est effectivement occupé à rechercher. Si des mécanismes d'inhibition sont en effet à l'œuvre lors de la recherche visuelle, il reste incertain dans quelle mesure le sujet est contraint d'y avoir recours lorsqu'il parcourt son milieu du regard. Nous pensons qu'une position différente pourrait adopter concernant cette question de l'impact d'affordances multiples. Notre hypothèse générale était que lors de la recherche visuelle, les affordances participent directement à la détection de l'objet recherché. Cela aurait pour conséquence que lors de la présence de plusieurs possibilités d'action dans l'environnement visuel du sujet, le facteur impactant sa capacité à détecter un objet ne serait pas le nombre d'affordances « présentes » mais la différence d'action évoquée entre l'objet recherché et ceux qui l'environnent. Autrement dit, détecter un objet reviendrait à trouver ce qui le distingue des autres en termes de possibilité d'action. L'individu étant dans son contexte quotidien le plus souvent au fait de ce qu'il recherche (puisque motivé par quelque chose qu'il doit *faire avec*), il est peu probable que tout ce qui l'entoure lui impose une quelconque sélection⁵.

⁵ La question d'une sélection pourrait en revanche se poser si l'on s'intéressait aux situations dans lesquelles un sujet doit réaliser une action spécifique sans avoir à sa disposition l'objet nécessaire pour la réaliser (*e.g.* planter un clou sans marteau).

Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances

Dans le cadre du présent travail de recherche, nous avons donc souhaité mettre en évidence que les affordances associées à un objet pourrait participer directement à la détection de ce dernier. Cette situation était selon nous susceptible d'être représentative des conditions environnementales dans lesquelles l'activité exploratoire est employée au quotidien. Le plus souvent en effet, nous recherchons des objets en vue de réaliser des actions spécifiques. Il nous a semblé raisonnable de considérer qu'un fait aussi ancré chez l'homme et l'animal pouvait de fait être un critère indispensable à leur capacité à détecter efficacement les objets de leur milieu. Pour des raisons de faisabilité, nous avons employé un protocole expérimental ne requérant pas l'utilisation de dispositifs de suivi visuels ou moteurs. Nous avons donc reproduit une méthode originale employée par Chun et Jiang (1999).

Objectifs de l'axe 2

Le deuxième axe de cette thèse s'est consacrée à l'étude des performances de détection d'un objet-cible partageant ou non les mêmes invites à l'action avec un ensemble variables d'autres objets distracteurs. La première expérience consistait en l'étude exclusive de cette relation inter-objets sans qu'aucun facteur moteur ne soit manipulé. L'expérience suivante consistait à induire des changements dans les modalités de réponse des participants. L'objectif général était de mettre en évidence que l'affordance associée à un objet pourrait représenter un critère majeur de la capacité du sujet à le détecter. La première expérience représentait une investigation de l'effet des caractéristiques de situations perceptives impliquant plusieurs potentiels d'action. En complément, l'expérience suivante se proposait d'étudier les conséquences des modulations des types de réponse employés par les sujets dans cette même situation de détection. Cette série d'étude s'employait donc à étudier certaines contraintes environnementales couramment rencontrées par le sujet (*i.e.* des « paysages » d'objets) dans un cadre cohérent avec notre postulat initial faisant de l'affordance une propriété émergente et constitutive de l'activité perceptive.

Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances

Expérience 1

La première expérience consistait en une tâche de détection d'un objet cible parmi des objets distracteurs. La méthode utilisée fut inspirée de Chun et Jiang (1999). Le matériel employé lors de cette expérience, comme lors des suivantes, était constitué d'objets naturels ou artificiels (*i.e.* manufacturés). Outre cette caractéristique, ces objets se distinguaient par la préhension généralement mise en œuvre pour les saisir. Une moitié du matériel représentait en effet des objets saisissables à deux doigts (*i.e.* saisie en pince avec l'index et le pouce), alors que l'autre moitié représentait des objets saisissables à pleine main. Ce facteur représentait la variable d'intérêt de cette expérience et la manipulation consistait à faire varier la relation de préhension de la cible comparée à celle évoquée par les distracteurs.

Au regard des résultats obtenus dans la littérature quant à la modulation des capacités attentionnelles en fonction des possibilités d'action, nous postulons qu'une situation dans laquelle cible et distracteurs invitaient à des actions différentes conduiraient à de meilleurs résultats que la situation où tous les objets partageaient les mêmes possibilités d'action. Cette proposition correspondait donc à envisager l'existence d'un effet de « saillance perceptivo-motrice ». Un tel effet serait selon nous en mesure d'expliquer l'efficacité de l'activité exploratoire particulièrement dans des situations d'urgence (comme dans notre exemple relatif au malaise).

Méthode

Le paradigme employé fut emprunté à Chun et Jiang (1999) dans leur travail consacré à l'étude de l'apprentissage des covariances de nouvelles formes dans une tâche de détection. Ce paradigme se découpe en deux étapes. Dans la première, un ensemble de formes visuelles sont présentées, lorsque le sujet détecte la cible demandée, il appuie sur une touche. Les temps de réponse sont ainsi relevés. Dans la seconde étape, un écran sur lequel sont affichées des lettres disposées aux emplacements précédemment occupés par les formes s'affiche. Le sujet doit alors presser la lettre disposée à l'emplacement de la cible

Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances

identifiée lors de l'étape précédente. Cette démarche permet ainsi de s'assurer que le sujet a détecté la bonne cible et conduit de fait à pouvoir relever les proportions d'erreurs commises lors de la tâche de détection.

Participants. Cinquante participants (36 femmes) de l'université Paul Valéry ont pris part à cette expérience et recevaient des points de compensation pour leur participation volontaire. Ils étaient âgés de 18 à 36 ans ($M = 23.3$, $ET = 3.13$). Tous avaient une vue normale ou correctement corrigée et étaient naïfs quant au but réel de l'expérience (information donnée par les échanges réalisés en fin d'expérience). Seulement six gauchers étaient présents dans cet échantillon et furent répartis dans les deux groupes de contrebalancement (forme prise par la main actionnant la touche Espace). L'expérience était réalisée en accord avec le Code Éthique de la World Medical Association (Déclaration d'Helsinki).

Matériel. L'expérience fut développée par le biais du logiciel Open Sesame 3.1 (Mathôt, Schreij & Theeuwes, 2012). Le matériel visuel avait à l'origine été développé par Camus, Hommel, Brunel et Brouillet (2017) et était constitué de 40 photographies d'objets préhensibles. Ces objets étaient pour moitié catégorisables comme naturels (*i.e.* fruits, légumes et autres plantes), ou comme artificiels lorsqu'ils étaient manufacturés. Au sein de ces deux catégories, 10 objets étaient attrapables au moyen d'une préhension fine et 10 autres au moyen d'une préhension à pleine main. Au total, cinq objets de quatre sous-catégories (*i.e.* naturels et artificiels saisissables en pince ; naturels et artificiels saisissables à pleine main) apparaissaient en tant que cibles : chacune de ces cibles était présentée deux fois pour chaque condition du nombre de distracteurs (*i.e.* 1, 4 et 9 distracteurs).

Dans le cadre de cette série d'études, la taille, la forme, la résolution et la couleur des images originales ont fait l'objet d'ajustements au moyen d'un logiciel de traitement d'image (GIMP 2.0) de manière à les rendre aussi homogènes que possible en terme de taille (≈ 60 pixels) et de saillance visuelle. Tous les objets offrant une partie préhensible latéralement localisée étaient disposés avec cette dernière orientée vers la droite. Seuls cinq objets offraient une telle configuration.

Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances

Une seule cible devait être détectée à chaque essai parmi un nombre de distracteurs variable selon trois modalités : un, quatre ou neuf distracteurs (40 essais pour chaque condition). Le facteur d'intérêt était ici la relation de préhension cible-distracteurs. La cible pouvait donc être environnée par des distracteurs partageant la même préhension de saisie ou par des distracteurs associés à une préhension différente.

Concernant les lettres, elles étaient affichées en majuscule dans une police sans Serif pour une taille d'environ 40 pixels. Pour chaque essai, le pool de lettres était constitué de manière à ce qu'aucune lettre affichée lors de l'étape de confirmation ne soit également une lettre débutant le nom d'un objet présenté dans la tâche de détection. Par exemple, lorsqu'une cerise était affichée dans la phase de détection, la lettre « C » était absente de la phase de confirmation. Il est également à noter que les lettres étaient disposées de façon à correspondre le moins possible à leur emplacement relatif sur un clavier AZERTY (*i.e.* clavier employé dans cette série d'études). Le but de cette démarche était de limiter le risque d'erreur en phase de confirmation dans des situations où la cible avait pour autant été bien détectée. Les participants avaient été informés que la phase de confirmation n'était pas chronométrée et qu'ils pouvaient donc prendre le temps nécessaire pour rechercher la bonne lettre.

Tout le matériel visuel était projeté sur une plaque de PVC blanche d'environ un mètre quarante de diagonal disposée devant le participant. Les deux phases relatives à un essai sont illustrées dans la Figure 19.

Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances

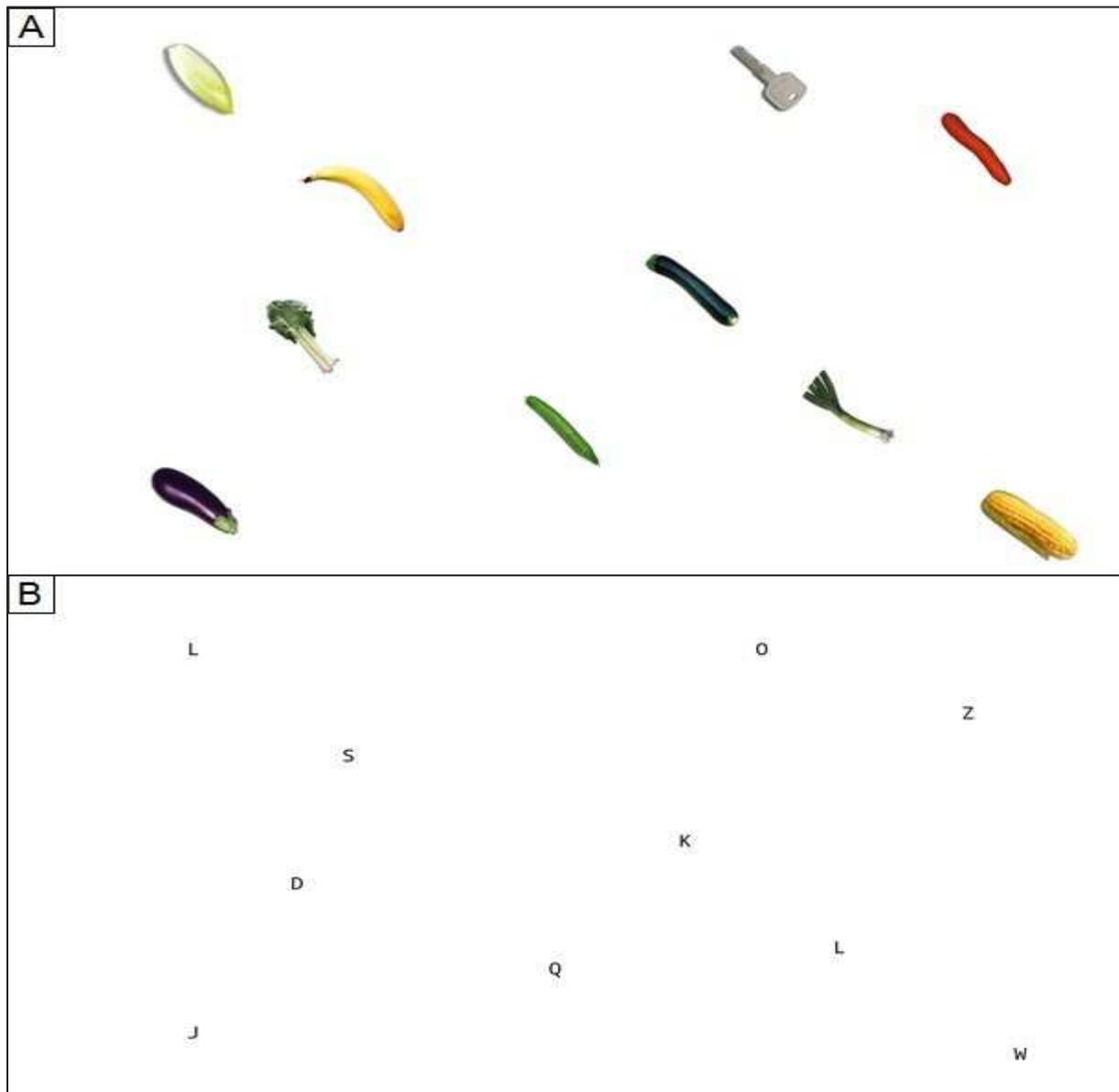


Figure 19. [A] Phase de détection : condition de préhension Cible/Distracteurs différente pour 9 distracteurs. L'objet cible était ici la clé. [B] Phase de confirmation : le participant devait presser la touche « O » qui était disposée à l'emplacement précédemment occupée par la clé.

Procédure. La tâche consistait à détecter le plus rapidement possible un objet naturel parmi un ensemble d'objets artificiels ou inversement. Avant que ne débute l'expérience, un échange avait lieu pour s'assurer que les participants aient bien compris ce à quoi référait les deux catégories. Les participants étaient également informés que le nombre d'objets projetés pouvait varier d'un essai à l'autre.

Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances

Chaque essai débutait par une consigne affichée durant une seconde et indiquant la nature de l'objet à détecter. Les objets demeuraient sur la table jusqu'à détection. Cette dernière était donnée en pressant la touche Espace d'un clavier AZERTY disposé devant eux et devant la zone de projection. Pour éviter tout effet lié à la réponse motrice exécutée par les participants lors de la détection, une moitié d'entre eux pressait la touche Espace avec la main ouverte et l'autre moitié avec deux doigts. Une fois la détection effectuée, l'écran de confirmation apparaissait. La confirmation qu'elle soit correcte ou non conduisait au passage à l'essai suivant. Les participants devaient utiliser leur main dominante pour l'ensemble des réponses à fournir. Leur autre main était disposée à plat sur la table à côté du clavier. L'ordre des essais était totalement aléatorisé. Au total, chaque participant répondait à 120 essais correspondant aux croisements du facteur de préhension de la cible (fine ou pleine main), de la relation de préhension cible-distracteurs (identique ou différente) ainsi que du nombre de distracteurs (1, 4 ou 9).

Résultats

Au total, le taux d'erreur représentait 7.18% du total des essais. Ce taux d'erreur était calculé au moyen des confirmations opérées par les participants dans la phase 2 des essais. Le taux général de réussite était de 97.03%. Une analyse de variance fit apparaître que le nombre de distracteurs avait impacté significativement les performances des participants, $F(2, 48) = 19,763, p < .05$. Ils commettaient donc d'autant plus d'erreurs que le nombre d'objets distracteurs était important.

Concernant l'analyse des temps de réponse, les temps inférieurs ou supérieurs à deux écarts-type de la moyenne d'un sujet étaient exclus de ses résultats. Ce filtrage conduisit à l'exclusion de 4.52% du total des séries. De par la nature de la tâche, un filtre était réalisé pour chaque condition du nombre de distracteurs ainsi que pour chaque distracteur afin que les temps de réponse soient centrés de manière cohérente au regard de l'influence majeure de ce facteur. Naturellement, les participants étaient d'autant plus longs à détecter la cible que le nombre de distracteurs était élevé. Ces temps de réponse moyens étaient respectivement de 813.68 millisecondes ($ET = 162.04$) pour 1 distracteur, de 991.85

Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances

millisecondes ($ET = 197.66$) pour 4 distracteurs et de 1139.83 millisecondes ($ET = 218.28$) pour 9 distracteurs. Cette différence était significative, $F(2, 48) = 83,260, p < .05, \eta^2_G = .29$. Nonobstant le nombre de distracteurs, aucun effet rattaché aux catégories des objets cibles et des objets distracteurs (*i.e.* naturelles et artificielles) ne fut mis en évidence lors des analyses.

Concernant les temps de réaction associés à la dimension perceptivo-motrice, les résultats ne révélèrent pas d'effets principaux concernant la Relation de préhension entre les cibles et les distracteurs les environnant ($p > .05$). En revanche, une analyse de variance opérée sur les temps de réponse avec les facteurs Relation de préhension cible-distracteurs (identique versus différente) et le facteur Nombre de distracteurs (1, 4 et 9) a mis en évidence une interaction statistiquement significative. Le principe de sphéricité n'ayant pas été respecté dans ce plan croisé (méthode de Mauchly), une correction de Greenhouse-Geiser fut appliquée aux résultats du test : $F(1.79, 87.91) = 3.28, p < .05, \eta^2_G = .002$. L'analyse des contrastes mis en évidence que les participants avaient été plus rapides à détecter la cible ($M = 826.20, ET = 251.64$) lorsqu'elle était accompagnée d'un distracteur ne partageant pas la même invite à l'action par rapport aux situations dans lesquelles les deux objets invitaient à la même action ($M = 870.42, ET = 318.69$). Cette différence était statistiquement significative, ($t(49) = 2.69, p < .05, d = .15$) et n'apparaissait pas lorsque 4 ou 9 distracteurs environnaient la cible ($p > .05$). Ces différences de temps de réaction sont illustrées dans la Figure 20.

Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances

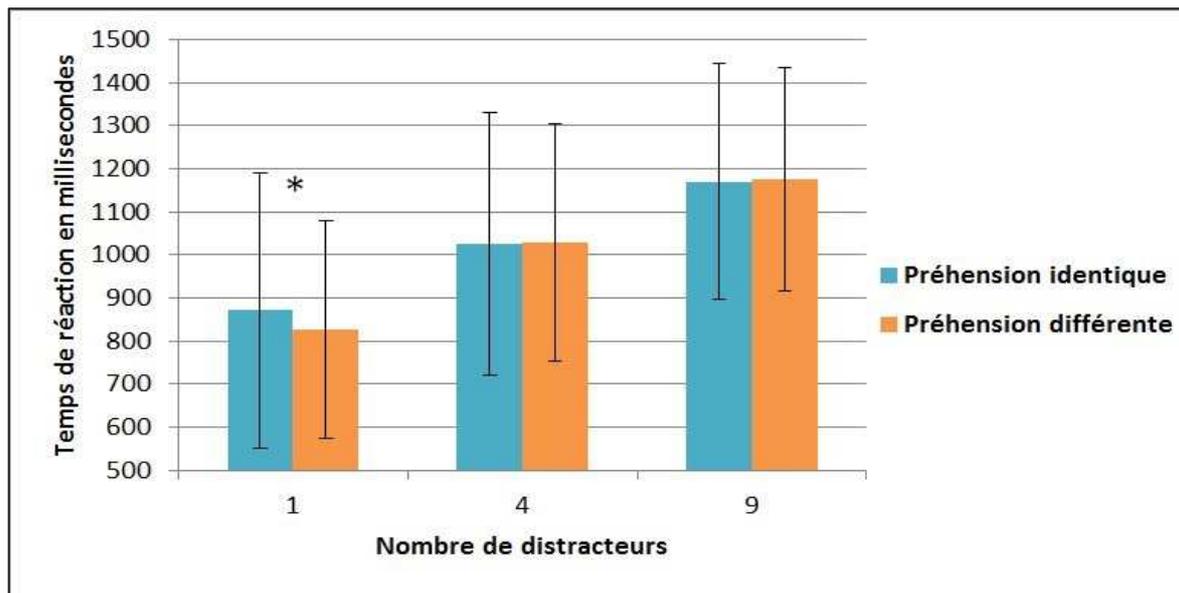


Figure 20. Temps de réaction moyens (centrés à 2 écarts-type) en fonction de la relation de préhension cible-distracteurs et du nombre de distracteurs environnant la cible.

Ainsi, les participants étaient significativement plus rapides à le détecter un objet cible lorsque l'objet distracteur ne partageait pas la même préhension évoquée ce qui représente une confirmation de notre hypothèse.

Discussion

Les résultats de cette première expérience ont mis en évidence que les performances de sujets lors d'une tâche de détection de cible avaient été impactées par les actions évoquées par ces objets. Cet effet n'est en revanche apparu que lorsque deux objets étaient présents à l'écran. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que lorsque les cibles étaient environnées de 4 ou de 9 distracteurs, l'activité exploratoire des sujets était d'avantage sollicitée pour parcourir des objets plus nombreux à l'écran. Les temps de réaction généraux révèlent en effet que plus le nombre de distracteurs était élevé, plus la tâche devenait cognitivement coûteuse pour les sujets. En l'état, il demeure difficile de statuer sur les facteurs ayant impactés les résultats dans ces deux conditions du nombre de distracteurs. À cette fin, nous pensons que seule une reproduction de cette expérience associée à une investigation oculométrique serait susceptible d'être suffisamment informative. Il conviendrait dans ce cas de rendre compte des tracés oculomoteurs des sujets lors de leurs

Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances

balayages visuels. Il reste raisonnable à ce stade de penser que l'augmentation du nombre de distracteurs ait pu conduire à davantage de saccades oculaires. En outre, les trajectoires d'explorations pourraient tout à fait avoir pris des formes plus chaotiques dans ces situations coûteuses. Si l'effet n'est pas apparu dans ces conditions, c'est donc probablement du fait de la variabilité de l'activité exploratoire suscitée par le nombre d'objets projetés.

Concernant les situations dans lesquelles deux objets étaient présents, les résultats mettent en évidence deux éléments particulièrement intéressants. D'abord, les sujets étaient plus rapides pour détecter un objet cible lorsque celui-ci était accompagné d'un objet ne partageant pas la même invitation à l'action. Ce résultat est en accord avec notre hypothèse : les affordances semblent être susceptibles de conduire à une activité exploratoire plus efficace. Cet effet pourrait donc a priori représenter une illustration expérimentale d'un effet de saillance perceptivo-motrice. Au regard d'un positionnement conceptuel faisant des affordances un critère d'efficacité de l'activité exploratoire (Gibson, 1979), ce résultat semble donc cohérent. Enfin, si l'hypothèse de compétition des affordances proposée par Cisek (2007) n'est pas susceptible d'être réfutée en l'état, il apparaît que cette dernière n'aurait pas pu prédire le pattern de résultat que nous avons observé.

En complément, nous avons souhaité réaliser une seconde expérimentation dans laquelle la motricité des sujets serait davantage sollicitée. Comme cela était le cas pour les expériences réalisées dans le cadre de l'Axe 1, l'objectif était ici d'ajouter au protocole expérimental une modulation de la situation motrice des participants au cours de la réalisation de la tâche. Pour ce faire, de nouveaux sujets devaient cette fois opérer une saisie avant et pendant la détection de la cible. Cette saisie pouvait être compatible ou incompatible avec la saisie normalement employée à l'égard de l'objet cible. L'intérêt se portait donc ici sur l'influence d'une action en cours sur la tâche perceptive menée en parallèle. Si l'effet précédemment observé s'appuyait bien sur une composante perceptivo-motrice, nous nous attendions ici à observer une modulation de celui-ci en fonction du type de préhension exécutée par les sujets. Alors que classiquement et comme nous l'avons

Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances

évoqué, l'effet de compatibilité stimulus-réponse se traduit le plus généralement par des effets de facilitation dans des tâches dites perceptives, nous nous attendions cette fois à observer un pattern bien différent. En effet, il a paradoxalement été observé que des interférences pouvaient également apparaître lorsque la réponse motrice et la caractéristique perceptivo-motrice d'un stimulus étaient compatibles. Ces interférences sembleraient le plus souvent apparaître lorsque le mouvement est engagé avant la présentation du stimulus cible. Müsseler et Hommel (1997) ont par exemple observés de tels effets d'interférence lorsqu'ils présentaient à des participants deux flèches orientées à gauche ou à droite alors que ces derniers devaient répondre au moyen de deux touches latéralement opposées. Les participants répondaient tous d'abord à l'orientation d'une première flèche. Au moment de leur réponse, une flèche rapidement masquée apparaissait à l'écran. Celle-ci pouvait être orientée du même côté (compatible) ou du côté opposé (incompatible) à la flèche précédente. Lorsque la seconde flèche était affichée du même côté que la première, les participants commettaient significativement plus d'erreur lorsqu'ils évaluaient son orientation. Lorsque les participants préparaient un mouvement dans une direction donnée, la perception de la flèche orientée du même côté subissait donc une interférence. Au regard du fait que dans l'Expérience 2 de la présente série d'études, les participants devaient engager et maintenir leur mouvement de saisie durant la tâche de détection, nous nous attendions donc à observer une inversion de l'effet de facilitation précédemment observé lorsque le mouvement était compatible et à une amplification de l'effet lorsque le mouvement était incompatible. Ce fait était susceptible selon nous de renforcer notre interprétation de l'effet observé lors de l'Expérience 1 comme un effet prenant bien place à un niveau perceptivo-moteur.

Expérience 2

Bien que l'objectif de l'Expérience 1 ait été d'interroger l'impact de la présentation simultanée d'objets invitant à des actions différentes, la dimension motrice n'était pas directement manipulée. Dans cette seconde expérience, nous avons souhaité questionner l'impact d'une variation de la situation motrice sur l'émergence des effets précédemment

Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances

observés. Pour ce faire, nous avons proposé à de nouveaux participants de réaliser la même expérimentation, mais cette fois, chaque essai était précédé d'une saisie en pince ou à pleine main sur un dispositif. Le but était donc ici de rendre compte de l'influence d'un geste de saisie déjà amorcé sur l'activité exploratoire à l'égard d'objets partageant ou non la même relation de saisie. Notre hypothèse était qu'un geste de saisie modulerait les effets de facilitation précédemment observés sur les objets cibles invitant à la même saisie. En outre, si les résultats précédents découlaient bien d'effets perceptivo-moteurs, nous pouvions nous attendre à trouver ici des interférences se traduisant par de plus longs temps de réponse lorsque la préhension engagée et celle évoquée par la cible correspondait par rapport aux situations dans lesquelles elles différaient (cf. Müsseler & Hommel, 1997).

Méthode

Participants. Seize participants (9 femmes)⁶ de l'université Paul Valéry ont pris part à cette expérience et recevaient des points de compensation pour leur participation volontaire. Ils étaient âgés de 18 à 29 ans ($M = 25.2$, $ET = 4.16$). Tous avaient une vue normale ou correctement corrigée. Deux gauchers étaient présents dans cet échantillon. L'expérience était réalisée en accord avec le Code Éthique de la World Medical Association (Déclaration d'Helsinki).

Matériel. Les phases de détection et de confirmation étaient en tous points identiques au protocole expérimental réalisé précédemment. Le matériel visuel était constitué des 40 photographies d'objets préhensibles. En revanche, du fait de l'ajout ici du facteur de préhension composé de deux modalités (*i.e.* saisie en pince versus saisie à pleine main), le pool total des 120 essais était répété deux fois. Les participants devaient donc ici répondre à 120 essais en ayant au préalable exécuté une saisie en pince et aux 120 autres essais en ayant exécutés une saisie à pleine main. Lorsque la saisie effective et la saisie associée à l'objet cible étaient les mêmes, l'essai était considéré comme compatible (au regard de la

⁶ Cette expérience ayant été réalisée durant les périodes d'examen des étudiants de l'université, nous n'avons malheureusement pas été en mesure de construire un échantillon comparable à précédemment.

Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances

situation de compatibilité stimulus-saisie). Il était considéré comme incompatible lorsque les deux saisies différaient.

Le dispositif de saisie était composé de deux cylindres de métal encastrés côte à côte sur la face inférieure d'une plaque de bois. Ce dispositif était fixé au bord de la table avec les cylindres orientés horizontalement vers le bas de manière à être agrippés avec une main. Le cylindre de gauche avait un diamètre d'environ 1,5 centimètre et permettait donc une saisie idéale en pince. Le cylindre de droite avait un diamètre d'environ 4,5 centimètres et était adapté à une saisie à pleine main (cf. Figure 21).

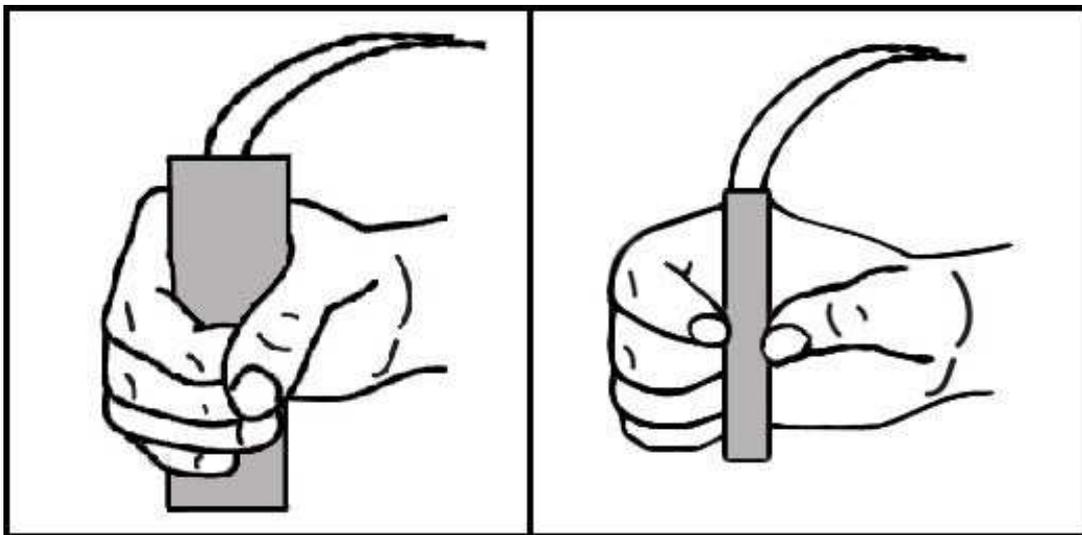


Figure 21. Poignées employées lors de l'Expérience 2. Ces poignées devaient être saisies pour débiter l'essai et maintenues jusqu'à détection de l'objet cible.

Pour tous les participants, le dispositif demeurait inchangé. Ainsi, la poignée de gauche correspondait toujours à une saisie en pince et celle de droite à une saisie à pleine main. Ce dispositif était fixé à la droite des participants et c'est avec cette main qu'ils devaient préalablement saisir l'une des poignées avant chaque essai. Pour s'assurer que les participants saisissent correctement les poignées, ces dernières étaient reliées à un dispositif électronique (carte d'émulation de clavier : Makey Makey, <http://makeymakey.com>). Si seul un contact sur la poignée de gauche suffisait à valider la préhension de celle-ci, il était nécessaire de saisir avec la totalité de la main celle de droite puisque le capteur était disposé à l'opposé du poignet du participant.

Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances

Procédure. La tâche était identique à précédemment et consistait donc toujours à détecter le plus rapidement possible un objet naturel parmi un ensemble d'objets artificiels ou inversement. En plus des explications données aux participants concernant la nature des catégories ainsi que la présence d'un nombre variable de distracteurs, il leur était indiqué de saisir la poignée de gauche comme un stylo et celle de droite comme une raquette de tennis.

Chaque consigne (*i.e.* catégorie de la cible à détecter) était cette fois précédée de l'affichage d'une flèche centrée sur l'écran orientée vers la gauche ou vers la droite. Cette flèche correspondait à la poignée que le participant devait saisir. L'essai ne débutait que lorsque la saisie du participant était effectuée. Le participant devait maintenant cette dernière durant la phase de détection et jusqu'à l'apparition de l'écran de confirmation (cf. Figure 19). Il était cette fois demandé aux participants de répondre avec la main gauche sur la touche Espace du clavier puisque leur main droite était exclusivement employée à la saisie des poignées. Aucune consigne relative à la forme de la main utilisée pour la détection n'était cette fois donnée. La confirmation était également donnée avec la main gauche. L'ordre des essais était totalement aléatorisé. Au total, chaque participant répondait à 240 essais correspondant aux croisements du facteur de préhension de la cible (fine ou pleine main), de la relation de préhension cible-distracteurs (identique ou différente), du nombre de distracteurs (1, 4 ou 9) ainsi que de la relation de compatibilité cible-saisie (Compatible ou Incompatible).

Résultats

Au total, le taux d'erreur représentait 3.75% du total des essais. Les participants ne commirent cette fois pas plus d'erreurs en fonction du nombre de distracteurs affichés ($p > .05$). La compatibilité entre la saisie des poignées de réponses et la saisie associée aux objets cibles n'avait pas d'avantage d'influence sur la précision des participants.

À nouveau, les temps inférieurs ou supérieurs à deux écarts-type de la moyenne d'un sujet étaient exclus de ses résultats, et ce, pour chaque condition du nombre de distracteurs. Ce filtrage amena à l'exclusion de 4.49% du total des séries. Les participants étaient à

Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances

nouveau d'autant plus longs à détecter la cible que le nombre de distracteurs était élevé, $F(2, 30) = 41.81, p < .05$. Aucun effet rattaché aux catégories des objets cibles et des objets distracteurs (*i.e.* naturelles et artificielles) n'avait d'impact statistiquement significatif ici également.

Concernant les temps de réaction associés à la dimension perceptivo-motrice, une analyse de variance identique à celle réalisée lors de la première expérience et incluant donc la Relation de préhension cible-distracteurs (Identique, Différente) ainsi que le Nombre de distracteurs (1, 4 et 9) mis cette fois en évidence un effet principal de la Relation de préhension à la limite du seuil de significativité statistique, $F(1, 15) = 4.18, p = .05, \eta^2_G = .002$. Si aucun test de contraste ne mis en évidence de différences significatives pour chaque condition du Nombre de distracteurs, on peut observer sur la Figure 22 que les différences étaient toujours en faveur des situations dans lesquelles objets cibles et objets distracteurs invitaient à des actions de saisie différentes.

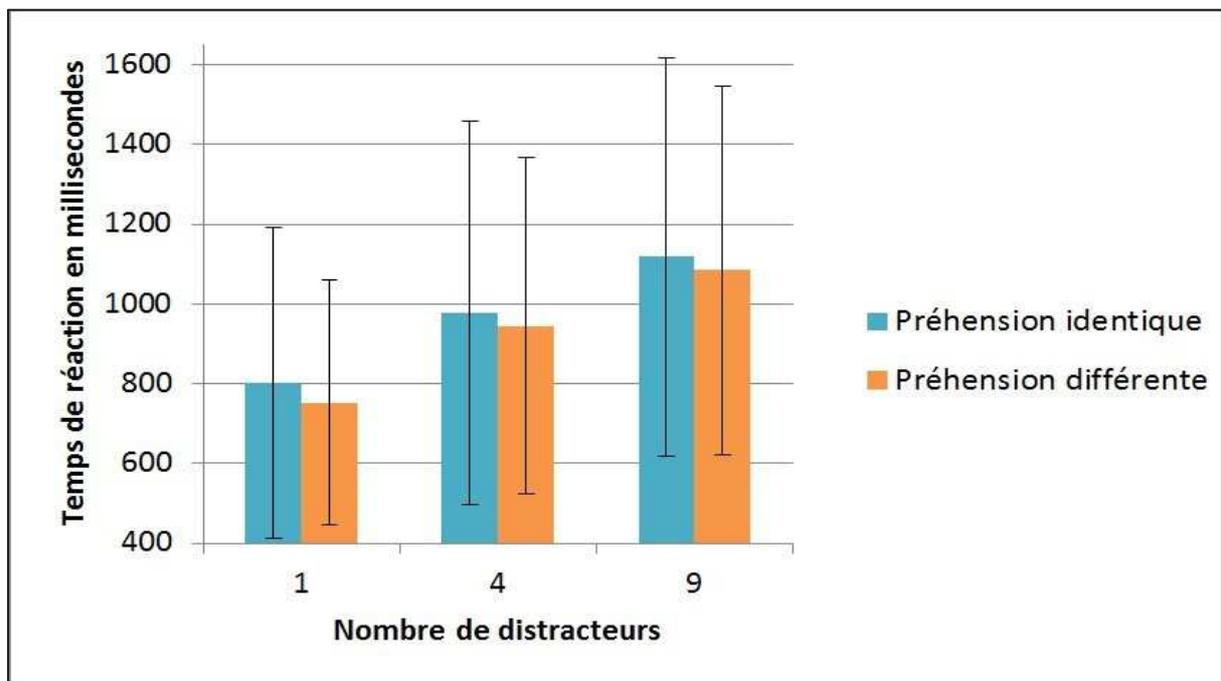


Figure 22. Temps de réaction moyens (centrés à 2 écarts-type) en fonction de la relation de préhension cible-distracteurs et du nombre de distracteurs environnant la cible.

Il semble donc que dans cette expérience, les résultats aient adoptés une tendance similaire à ceux produits lors de l'Expérience 1. En revanche, l'effet s'est ici manifesté aussi

Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances

bien lorsque l'objet cible était accompagné d'un seul objet distracteur que lorsqu'il était environné de 4 ou de 9 objets. La présence d'une saisie maintenue durant la tâche de détection semble a priori avoir magnifié la force de l'effet observé précédemment. Ainsi, si l'effet principal du Nombre de distracteurs était statistiquement significatif (résultat corrigé : $F(1.14, 17.7) = 41.93, p < .05, \eta^2_G = .09$), aucun effet d'interaction ne fut révélé par cette analyse.

Une analyse de variance incluant la compatibilité cible-saisie de la poignée ne montra aucun effet principal significatif de ce facteur sur les différences précédemment exposées ($p > .05$), pas plus que d'effets d'interaction. Les performances générales des participants n'étaient donc pas significativement impactées par le geste de saisie spécifique réalisé durant celles-ci. Cependant et au regard du fait que l'effet attendu dans l'Expérience 1 n'était apparu que lors de la présence de deux objets à l'écran, nous avons souhaité observer si la compatibilité avait pu impacter les performances de détection des sujets de manière différenciée selon le nombre d'objets présentés. Des analyses de contrastes mirent en évidence que l'effet de compatibilité n'avait impacté les performances que lorsque deux objets étaient présents à l'écran. Spécifiquement, les analyses mirent en évidence que lorsque le geste de saisie était incompatible avec celui associé à la saisie usuelle de la cible, les participants étaient plus rapides pour détecter l'objet cible lorsqu'il ne partageait pas la même préhension potentielle que l'objet distracteur ($M = 772.44, SD = 373.77$), que lorsque les deux objets partageaient la même préhension évoquée ($M = 825.59, SD = 452.48$) ; cette différence était significative, $t(15) = 2.6, p < .05$. En revanche, cette différence n'apparaissait pas lorsque le geste de saisie réalisé était compatible au regard de la saisie associée à l'objet-cible ($p > .05$). Il semble donc que la compatibilité cible-saisie ait eu un impact localisé lors de cette expérience.

Discussion et perspectives

Les résultats de la première expérience avaient révélé que lorsque deux objets n'invitant pas au même geste de saisie étaient présentés, l'objet cible était significativement mieux détecté par les participants. Pour autant, cet effet n'apparaissait pas lorsque cet objet

Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances

cible était environné de 4 ou de 9 distracteurs. Ce fait était selon nous représentatif de l'augmentation de l'activité exploratoire des sujets. Cette dernière se traduirait par d'avantage de balayages visuels à l'égard des objets distracteurs, représentant ainsi un obstacle à la survenue de l'effet observé lorsque deux objets seulement étaient présentés. Lorsque nous avons proposé à de nouveaux participants de réaliser la même tâche de détection en maintenant une saisie sur un dispositif préhensible, les effets apparurent cette fois pour l'ensemble des conditions du nombre de distracteurs. Il semble donc qu'un geste de saisie ait conduit à une magnification de l'effet.

En outre, dans cette dernière expérience, l'effet général n'était modulé par la saisie réalisée que lorsque deux objets étaient présents à l'écran. Notre hypothèse relative à la compatibilité n'a donc été confirmée que dans cette situation. Néanmoins, ce résultat tendrait à confirmer les explications apportées par Müsseler et Hommel (1997) stipulant que sous certaines conditions temporelles, la compatibilité stimulus-réponse pouvait conduire à des interférences lors de la réalisation d'une tâche perceptive. Ces explications sont d'ailleurs en accord avec la théorie du codage des événements (Theory of Event Coding ou TEC) développée par Hommel, Müsseler, Aschersleben et Prinz (2001) stipulant que les représentations cognitives des événements (*i.e.* perçus ou à générer dans l'environnement) assurent non seulement les fonctions de représentation (*i.e.* pour la perception, l'imagerie, la mémoire, le raisonnement) mais également des fonctions liées à l'action (*i.e.* pour la planification d'action et son initiation).

Le postulat général de cette théorie est de considérer que les processus de perception et la planification d'actions prennent place au sein d'un même médium. Si le recours à une instance médiatrice ne nous semble pas nécessaire, il est cependant pertinent de considérer que l'interférence étant apparue lors de la seconde expérimentation réalisée pourrait bien être consécutive à une forme de chevauchement entre d'une part le geste de saisie réalisé et maintenu durant la détection et d'autre part, l'action potentialisée par l'objet cible à détecter.

Au regard de l'ensemble de nos résultats, il est évident qu'un nombre important de

Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances

biais potentiels aient pu impacter leur survenue. Tout d'abord, il est possible que de par l'hétérogénéité des stimuli présentés, une variabilité trop importante ait impacté les performances des sujets. Ceci pourrait avoir engendré un bruit qui n'aurait pas permis aux effets de s'exprimer comme nous l'attendions (e.g. facilitation pour l'ensemble des conditions du nombre de distracteurs lors de l'Expérience 1). En outre, les deux échantillons différaient grandement par leur taille limitant ainsi le pouvoir explicatif de comparaisons effectuées entre celles-ci. Cette différence importante est également probablement responsable d'un certain nombre de ces variations entre les résultats de L'Expérience 1 et ceux de l'Expérience 2. Il est ainsi possible que l'effet d'interférence observé lorsque deux objets étaient présents lors de l'Expérience 2 aurait pu avoir un impact plus significatif si nous avions pu bénéficier d'un échantillon plus important.

Néanmoins, l'effet que nous interprétons ici comme un effet de saillance perceptivo-motrice a été observé dans les deux expériences fournissant ainsi d'une part un premier élément de réflexion sur l'impact des caractéristiques environnementales sur l'activité perceptive et d'autre part, sur des liens que semblent entretenir cette activité exploratoire avec les possibilités d'action du sujet. Globalement, il pourrait s'agir ici d'une preuve que l'activité exploratoire est bien modulée par la situation dans laquelle se trouve l'observateur. Plus encore, il pourrait s'agir d'un premier élément de réponse tendant à confirmer notre postulat faisant de l'affordance un critère à la détection d'un objet recherché. Conceptuellement, ces résultats sont également en accord avec la proposition faisant des affordances des propriétés émergeant du couplage sujet-environnement comme l'avait proposé Stoffregen (2003). Si des résultats futurs étaient à même de confirmer ces postulats, il deviendrait dès lors judicieux de proposer que l'étude des caractéristiques d'un environnement nécessite une prise en compte de celles de la situation du sujet à son égard, mais également, du type d'activité qu'il exécute en son sein. Cette démarche déjà employée en éthologie serait en accord avec la définition de l'environnement faisant de ce dernier un *milieu* (Uexküll, 1934). En plaçant l'emphase sur l'activité perceptive signifiante pour le sujet, les recherches consacrées à la perception pourraient bénéficier d'un pouvoir explicatif accru, car s'orientant d'avantage sur les processus de réalisation des comportements plutôt que

Axe 2 : Incidence de caractéristiques environnementales sur l'émergence d'effets d'affordances

sur les contenus supposés dans lesquels ces processus sont localisés.

Dans le cadre de notre travail, nous avons pu ainsi apporter des éléments en faveur du postulat suivant : explorer visuellement son environnement pourrait correspondre à rechercher le support de résolution des tensions exercées sur le sujet (*i.e.* ce qu'il doit réaliser).

Les résultats de cette série d'expériences fournissent ainsi un premier élément de réponse quant au lien que nous supposons exister entre les potentiels d'action et l'activité exploratoire. L'engagement effectif d'une action de saisie a en effet augmenté l'impact des affordances associées aux objets recherchés par les sujets. A l'avenir, il conviendrait cependant de prolonger cette étude en réalisant d'avantage de déclinaisons du paradigme proposé. Dans un premier temps, il serait pertinent de faire varier la taille visuelle des stimuli. Deux déclinaisons pourraient ainsi être réalisées en modulant cette taille soit dans un sens écologique (*i.e.* objets affichés dans une taille comparable à leur taille réelle) ou au contraire, dans un sens non écologique (*i.e.* objets saisissables en pince relativement plus grands que ceux saisissables à pleine main). Ces transformations pourraient s'avérer décisives puisqu'en l'état, nos résultats ne sont pas en mesure d'écarter la possibilité que les tailles évoquées par les objets aient ici joué un rôle important. Ensuite, ce protocole se devrait d'être reproduit en l'associant à un dispositif de suivi oculomoteur. Il est en effet tout à fait envisageable que si certains facteurs n'aient pas ici donnés lieu à des variations de performances chronométriques, ils aient néanmoins impacté le déroulement de l'activité exploratoire. De toute évidence, l'absence de ce type de mesures constituait ici un réel rempart à l'investigation des facteurs qui nous intéressaient. De la même manière et justement car notre propos est de nous interroger sur la dimension écologique de l'activité perceptive, l'emploi d'objets présentés en contexte plutôt que sur un support non signifiant serait d'une utilité cruciale ici. L'emploi de la réalité virtuelle serait en l'occurrence idéale afin de satisfaire à cet objectif.

Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l'affordance pour l'activité perceptive

Travail soumis à la revue Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance. En cours de correction.

Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l'affordance pour l'activité perceptive

La seconde série d'expérience s'était consacrée à étudier les conséquences de situations perceptives offrant plusieurs potentiels d'action. Ces situations étaient selon nous à même de mieux rendre compte de l'activité exploratoire du sujet dans son environnement. En ajoutant un mouvement moteur à la tâche de détection, nous avons pu mettre en évidence qu'un effet de facilitation semblait être à l'œuvre lorsque les sujets devaient détecter un objet susceptible d'inviter à une action différente que les objets qui l'environnaient. À ce stade de notre travail de recherche, et malgré l'incertitude relative à nos résultats, il semble que les informations récoltées jusqu'ici aillent dans le sens de l'hypothèse générale que nous avons proposé. Les affordances pourraient en effet représenter une traduction perceptivo-motrice du couplage entre le sujet et son environnement. Spécifiquement, au vu des modulations que nous avons eu l'occasion d'observer aussi bien dans la première que dans la seconde série d'expérience, il semble que le phénomène soit d'avantage à envisager comme une propriété émergente de ce couplage plutôt que comme un processus localisable en l'une de ses composantes.

Le dernier axe de cette thèse se démarquera des précédents, car l'objectif n'était plus ici de rendre compte des conditions d'émergence des affordances, mais de fournir des preuves expérimentales en faveur d'un rôle fonctionnel et constitutif du phénomène pour l'activité perceptive du sujet.

Introduction

Dans l'approche écologique de la perception visuelle (1979), Gibson avait défini les affordances comme les possibilités d'action directement offertes par l'environnement. Un postulat particulièrement fort de cette théorie était d'affirmer que toutes les affordances existent simultanément, qu'elles soient perçues ou non. Gibson avait d'ailleurs insisté sur ce point en affirmant que percevoir l'affordance d'un objet ne reviendrait absolument pas à le catégoriser. Par exemple, une boîte aux lettres demeurerait une boîte aux lettres que l'on ait ou non à poster une lettre (Gibson, 1979).

Ce point de vue se distingue drastiquement de celui défendu par Lewin (1935) lorsqu'il avait à l'origine proposé l'existence de l'*Aufforderungscharakter*. En effet, pour ce dernier,

Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l'affordance pour l'activité perceptive

les caractères d'invites à l'action étaient à envisager comme des propriétés phénoménologiques produites lors de la rencontre entre les besoins d'un sujet (*i.e.* ses tensions), ses possibilités effectives d'action, et les supports physiques à même de lui permettre la réalisation de ces actions.

Or, s'il n'est pas de premier intérêt ici de réactualiser une explication phénoménologique peu propice à trouver confirmation dans notre méthodologie, on est néanmoins en droit de questionner l'affirmation externaliste de Gibson. Il existe en effet un paradoxe évident à postuler qu'une affordance puisse simultanément être fonction de celui qui la perçoit (et modulée par ses contraintes) tout en étant indépendante du sujet. Le paradoxe devient encore plus prégnant lorsque l'on considère une autre proposition de Gibson (1979) à l'égard du support de la perception. Dans le même chapitre consacré aux affordances, Gibson postule en effet que percevoir un objet pourrait revenir en fait à percevoir ce à quoi il invite. Difficile alors de considérer que toute catégorisation puisse être indépendante de ces invites à l'action. Au regard de notre positionnement quant à la nature émergente des affordances, il conviendrait d'avantage selon nous d'au contraire considérer que toute catégorisation prend en fait racine dans les actions associées à l'objet de la perception. Dans le présent travail, nous défendrons ainsi que la catégorisation que nous faisons des objets est en fait fonction des affordances qui sont associées à cet objet. Autrement dit, la boîte aux lettres n'est une boîte aux lettres seulement lorsque nous souhaitons poster une lettre.

Comme nous l'avons précédemment présenté, les affordances ont souvent été investiguées au moyen du paradigme de compatibilité stimulus-réponse (*e.g.* Michaels, 1988 ; Tucker & Ellis, 1998, 2001, 2004). Typiquement, les participants de ces expériences s'engageaient dans des tâches de catégorisation en réalisant des actions. Ces actions pouvaient être congruentes ou non au regard de la saisie ou de l'utilisation des objets présentés. Les effets observés dans ces expériences représentaient toujours des facilitations dans la reconnaissance ou la catégorisation des objets présentés aux sujets. À la suite de ces travaux, l'attention s'est tantôt portée sur : les conditions d'apparition d'effets d'affordance (*e.g.* Borghi, Flumini, Natraj & Wheaton, 2012, Girardi, Lindemann & Bekkering, 2010 ; Makris, Hadar & Yarrow, 2013), les conséquences de ces affordances sur la planification à

Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l'affordance pour l'activité perceptive

l'action (*e.g.* Makris, Hadar & Yarrow, 2011 ; Regia-Corte & Luyat, 2004 ; Yang & Beilock, 2011), ou encore sur l'identification de substrats neurologiques impliqués (*e.g.* Cisek, 2007).

Il est remarquable de constater que nombre de travaux (tels que les nôtres) s'étant consacré à l'étude des affordances emploient des tâches de catégorisation alors que pour Gibson (1979), affordances et catégorisations ne partageaient aucun mécanisme commun. En effet, l'auteur avait clarifié son point de vue en mettant l'accent sur le fait que si les objets sont effectivement classifiés (*i.e.* catégorisés), c'est avant tout sur la base de leurs caractéristiques communes et que les noms que nous leur donnons ne sont rien de plus que des entités abstraites. En l'occurrence, Gibson considérait que les noms arbitrairement donnés aux objets étaient sans intérêt pour l'activité perceptive. Cette affirmation repose selon nous sur une confusion quant au propos de la catégorisation. En effet, l'intérêt écologique de la catégorisation repose moins sur le fait de désigner consensuellement un objet que sur le fait de le distinguer de ceux qui l'entourent. Cette dernière activité représente un avantage évolutif certain pour l'ensemble des espèces. En outre, les animaux ne possèdent pas un répertoire langagier comparable à celui de l'homme. Ces derniers sont pour autant à même de distinguer avec efficacité les éléments qui se présentent à eux. Il est d'ailleurs raisonnable de penser qu'ils catégorisent les objets perceptifs de leur milieu. Par corollaire, le seul critère à même de rendre compte de cette efficacité ne pourrait pas être le langage. L'hypothèse des affordances comme support de la catégorisation apparaîtrait donc comme une explication viable. Concernant le sujet humain, il n'y a aucune raison de penser que les choses puissent se passer de manière différente. Or, cette question n'a pas reçu beaucoup d'attention ces dernières années (Withagen & Chemero, 2012). Comme nous l'avons vu, les psychologues se sont le plus souvent employés à démontrer que la perception des affordances influençait les performances dans des tâches de catégorisation ou encore qu'elle conduisait à moduler des jugements à l'égard de la faisabilité d'actions spécifiques (*e.g.* des jugements sur la « grimpeabilité » de marches d'escalier ; Warren, 1984).

Par conséquent, le rôle des affordances a été spécifiquement considéré en termes de préparation à l'action : percevoir l'affordance d'un objet conduirait donc à favoriser la sélection de la meilleure réponse à son égard. Une tâche impliquant donc la présentation d'une boîte aux lettres devrait conduire des sujets à de meilleures performances s'ils doivent

Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l'affordance pour l'activité perceptive

exécuter un geste congruent avec le postage d'une lettre. Néanmoins, la catégorie demeurerait inchangée. Il semble donc que l'affordance soit le plus souvent entendue comme une modulatrice de l'accès au concept d'objet et bien plus rarement comme l'objet lui-même.

Pour autant, il serait intéressant de considérer qu'au contraire, catégoriser un objet requiert la perception d'une affordance spécifique. Dans ce cas de figure, exécuter un geste à l'égard d'un objet physique contribuerait directement à sa construction en tant qu'objet perceptif. Jusqu'à aujourd'hui, tester cette hypothèse était néanmoins difficile pour au moins deux raisons. D'abord, les principales mesures réalisées dans le cadre du paradigme SRC étaient des mesures chronométriques relatives à des tâches de catégorisation à choix forcés. Par conséquent, les résultats reportés mettaient en évidence des différences entre des situations compatibles et incompatibles. Or, si l'on postule que percevoir une affordance est inhérent à la catégorisation d'un objet, des mesures chronométriques à l'égard des catégorisations d'un tel objet ne sont pas susceptibles d'en rendre compte. En effet, l'étude des performances dans ces tâches ne fournit pas d'information sur ce qui est effectivement perçu, mais seulement sur la facilité avec laquelle le sujet perçoit.

Ensuite, dans les paradigmes destinés à étudier l'effet des affordances, les stimuli présentés étaient dans leur grande majorité univoques. En l'absence d'incertitude sur la nature de l'objet, il apparaît donc qu'il était impossible d'investiguer une hypothèse faisant de l'affordance un critère à la constitution de cet objet. Par exemple, Tucker & Ellis (1998) mirent en évidence que leurs participants produisaient moins d'erreur dans des situations compatibles par rapport aux situations incompatibles. Or, si l'on considère par exemple les situations où les objets étaient présentés à l'endroit et les participants répondaient pourtant « à l'envers », une question se pose. Ces erreurs sont-elles dues au fait que les participants ont mal répondu alors qu'ils avaient bien perçu l'orientation des objets (*i.e.* une erreur d'exécution portée par des activations motrices) ? Ou sont-elles représentatives d'erreurs quant à la perception des objets eux-mêmes ? Dans ce dernier cas, cela voudrait dire que les participants avaient perçu les objets comme étant disposés à l'envers alors qu'ils étaient effectivement disposés à l'endroit. C'est donc à la fois la nature des stimuli autant que les considérations théoriques qui n'ont pas permis d'investiguer cette question. Pourtant,

Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l'affordance pour l'activité perceptive

comme nous l'avons déjà suggéré, elle constitue sans doute l'une des affirmations les plus fortes de la théorie des affordances.

Il existerait cependant une solution pour pouvoir tester le rôle des affordances dans la constitution de l'objet perçu. Cette solution consisterait à utiliser des stimuli ambigus, c'est-à-dire à même d'être perçus comme plusieurs objets. Dans ce cas de figure, ces différents objets seraient tous considérés comme des réponses appropriées et l'emphase se porterait sur les facteurs à même de conduire le sujet à percevoir l'un ou l'autre de ces derniers. Dans la présente étude, nous avons donc souhaité construire un paradigme de catégorisation en utilisant des stimuli ambigus susceptibles être perçus comme un premier ou un second objet. Dans ce contexte expérimental, l'objectif était de rendre compte d'un rôle potentiel de l'affordance : la résolution de cette ambiguïté. Si comme l'a proposé Gibson (1979), et comme nous le croyons, percevoir un objet pourrait revenir à percevoir ce à quoi il invite, une activité perceptive impactée par une forte variabilité devrait être à même de fournir des informations quant à cette affirmation.

Pour ce faire, nous avons tout d'abord créé un matériel visuel susceptible de conduire à une importante ambiguïté perceptive. Ce matériel était créé sur la base des séries progressives de Fisher (1967) telles que celle illustrée sur la Figure 23.

Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l'affordance pour l'activité perceptive

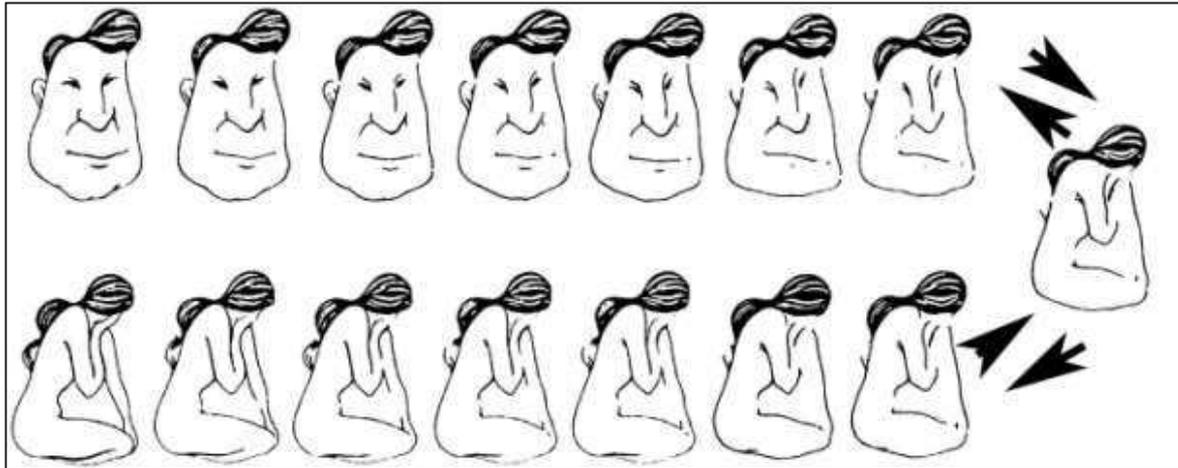


Figure 23. Illustration d'une série de transformations réalisée par Fisher (1967). Un visage masculin se transforme très progressivement en silhouette féminine. L'ambiguïté perceptive est maximum vers le milieu de la série (autour de l'image 8 localisée ici à droite).

Dans ce contexte, les expérimentations consistent en des tâches de catégorisation à choix non forcés en ce sens qu'il n'est pas précisé aux sujets qu'une réponse est meilleure qu'une autre. Les réponses sont donc toutes considérées comme égales par ailleurs. Dans le cadre de la présente étude, l'affordance était opérationnalisée en termes de compatibilités entre l'orientation de la partie préhensible des objets et la localisation de la réponse comme c'est le cas avec les paradigmes SRC classiques (*e.g.* Tucker & Ellis, 1998). L'ambiguïté était opérationnalisée par l'utilisation de stimuli bistables (*i.e.* stimuli pour lesquels deux objets pouvaient être perçus) construits sur le modèle que les séries de Fisher (1967).

La bistabilité intervient dans l'activité de nombreuses modalités sensorielles (Schwartz, Grimault, Hupé, Moore & Pressnitzer, 2012) et apparaît lorsqu'un stimulus présente simultanément les caractéristiques de deux percepts (*e.g.* le Cube de Necker). À la présentation d'objets bistables, on observe une oscillation entre les deux percepts possibles. Le sujet perçoit en effet l'un ou l'autre des objets successivement et jamais simultanément. Cette oscillation peut cependant être contrôlée lorsque l'on décompose une image bistable en plusieurs autres images partageant d'avantage de propriétés visuelles avec le premier ou le second objet. Lorsque de plus, on organise ces images décomposées en séries progressives, on obtient un continuum de transformation entre le premier et le second objet (cf. Figure 23). Par exemple, la série de Fisher (Fisher, 1967) consistait en 15 images représentant une transformation progressive entre un visage masculin et une silhouette

Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l'affordance pour l'activité perceptive

féminine. Un fait expérimental notable est que si l'on soumet des sujets à une tâche de catégorisation (*i.e.* « visage d'homme » ou « silhouette de femme » ?) en présentant dans un sens ou dans l'autre une série de ce type, on observe un effet de préservation du premier percept comparé au second. Les participants tendent donc à catégoriser plus longtemps un stimulus comme appartenant à la catégorie à laquelle ils ont déjà été confrontés précédemment. Lorsqu'ensuite, on observe les changements de catégories effectués dans les deux sens d'une série donnée, on constate que ces changements ne prennent pas place à la même image (Viglieno, 2013).

Tuller, Case, Ding et Kelso (1994) ont étudié ce type de variations sur des catégorisations effectuées à la présentation auditive des mots « say » et « stay ». Leur travail a mis en évidence que trois profils de réponse apparaissaient : l'hystérèse (ou hysteresis), le contraste ou la bordure (cf. Figure 24).

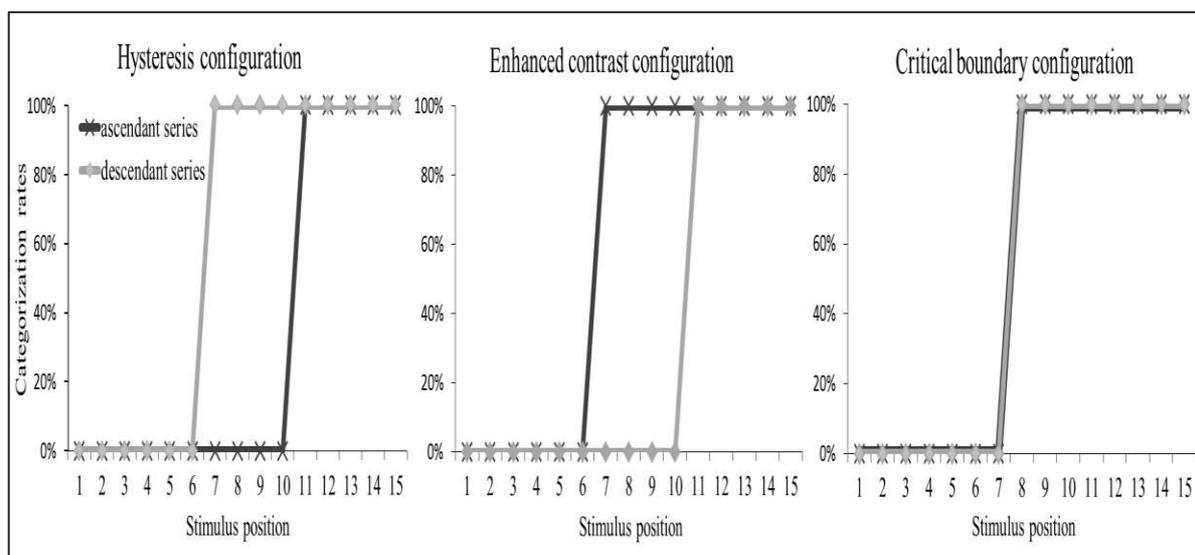


Figure 24. Les trois profils de réponse observés en fonction des taux de catégorisation, de la direction de la série, et de la position relative du stimulus dans celle-ci. L'écart entre le basculement effectué dans un sens et celui effectué dans l'autre détermine la nature du profil.

L'hystérèse correspond à un basculement plus tardif dans une série ascendante que dans une série descendante (*i.e.* une préservation du premier objet perçu) ; le contraste correspond au pattern inverse (*i.e.* un basculement prématuré potentiellement témoin d'une anticipation du second percept) ; et la bordure à des basculements effectués à la

Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l'affordance pour l'activité perceptive

même image que ce soit dans un sens ou dans l'autre.

L'hystérèse, le contraste et la bordure correspondent à des propriétés de transitions de phase observables dans les systèmes oscillatoires non-linéaires (Haken, Kelso & Bunz, 1985). Originellement observée dans le domaine du ferromagnétisme (Ewing, 1885), l'hystérèse a été mise en évidence dans de nombreux processus régulatifs humains tels que la coordination des mouvements manuels (Kelso, Holt, Rubin & Kugler, 1981), les transitions de mouvements monomanuels vers bimanuels et vice-versa (Lopresti-Goodman, Turvey & Frank, 2011) ou encore la perception de mouvements apparents (Hock, Kelso & Schöner, 1993). Il semble d'ailleurs que parmi ces profils de basculement, l'hystérèse tende à être celui le plus fréquemment rencontré. En effet, le contraste (évoqué parfois comme une « hystérèse inversée ») est le plus souvent observé lorsque l'observateur témoigne d'un engagement plus faible à l'égard des propriétés pertinentes de l'objet de sa perception. Par exemple, des participants auxquels il est demandé de reporter verbalement l'action à accomplir à l'égard d'un objet qui leur est présenté tendent à basculer plus tôt d'une catégorie d'action à une autre par rapport aux situations où ils doivent effectivement réaliser cette action (Lopresti-Goodman et al., 2011). Concernant l'effet de bordure, il n'a pas été étudié en tant que tel et semble le plus souvent représenter un artefact expérimental.

En 2014, Poltoratski et Tong ont étudié la perception dynamique de scènes visuelles et d'objets en réalisant des transformations progressives entre les uns et les autres au moyen de zooms et de dézooms. Dans le contexte de leur étude, ces auteurs ont observé des effets d'hystérèse persistants. Pour eux, et de par sa nature conservatrice, l'effet d'hystérèse pourrait représenter un indicateur de la capacité des observateurs à lever l'ambiguïté rattachée à ce qui se présente à eux. Cette proposition est particulièrement intéressante, car si en effet l'hystérèse représente un indicateur de la qualité de résolution de l'ambiguïté perceptive, une variation dans la taille de cet effet pourrait bien représenter une variation de cette capacité.

Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l'affordance pour l'activité perceptive

Objectif de l'axe 3

Dans la présente étude, nous avons considéré l'hystérèse comme un indicateur de stabilité perceptive (Poltoratski & Tong, 2014), et la variation de sa taille comme une modulation de cette stabilité. De fait, cette modulation était opérationnalisée comme la mesure d'intérêt des expériences réalisées.

Notre hypothèse était qu'une situation de compatibilité stimulus-réponse devrait stabiliser la perception sur les objets les plus compatibles. Une situation compatible devrait donc donner lieu à des basculements catégoriels significativement plus tardifs qu'une situation incompatible. Par corollaire, si cet effet apparaît dans les deux directions d'une série donnée, l'effet d'hystérèse serait plus grand en situation compatible. Au regard de notre hypothèse générale, l'implémentation de l'ambiguïté devait ici nous permettre de rendre compte de l'implication des affordances dans la constitution de l'objet perceptif. Si nos prédictions étaient confirmées, cela fournirait une première confirmation à l'égard d'un rôle constitutif des affordances.

Expérience 1

Le matériel initial était constitué d'images d'objets préhensibles utilisés dans la vie de tous les jours (cf Figure 25). Ces derniers avaient au préalable été testés par le biais d'un paradigme SRC classique. Il était de fait confirmé que dans des tâches de catégorisation à leur égard, des effets de facilitation localisés du côté de leurs parties préhensibles apparaissaient.

Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l'affordance pour l'activité perceptive



Figure 25. Matériel initial employé dans cette série d'expérience. Ces stimuli avaient été préalablement testés dans une tâche de catégorisation à choix forcés classique. On observait donc des temps de réponse significativement plus rapides lorsque parties préhensibles et mains de réponses étaient localisées du même côté.

Ces images furent ensuite transformées de manière à construire des séries de transformation progressives. L'expérience consistait en une tâche de catégorisation. Les participants devaient catégoriser aussi vite que possible les objets qui s'affichaient uns à uns comme appartenant à la catégorie « ustensile de cuisine » ou « outil de jardin ». Les images présentées autour du milieu de série avaient pour propriétés de posséder les caractéristiques de deux objets : celui de début ainsi que celui de fin de série. Ces images positionnées en milieu de série étaient de fait les plus ambiguës. Les séries étaient opérationnalisées comme Ascendantes lorsqu'elles débutaient par la présentation d'un objet appartenant à la catégorie « ustensile de cuisine » et Descendantes lorsqu'elles débutaient par la présentation d'un objet appartenant à la catégorie « outil de jardin ».

Il est à noter que pour des raisons évidentes de cohérence visuelle, si les propriétés visuelles des objets changeaient à mesure de l'avancement d'une série, la partie préhensible de ces derniers restaient constamment orientée du même côté. La Figure 26 illustre par exemple la transformation progressive d'un couteau à pain disposé avec sa poignée orientée vers la gauche en une scie disposée de la même manière.

Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l'affordance pour l'activité perceptive

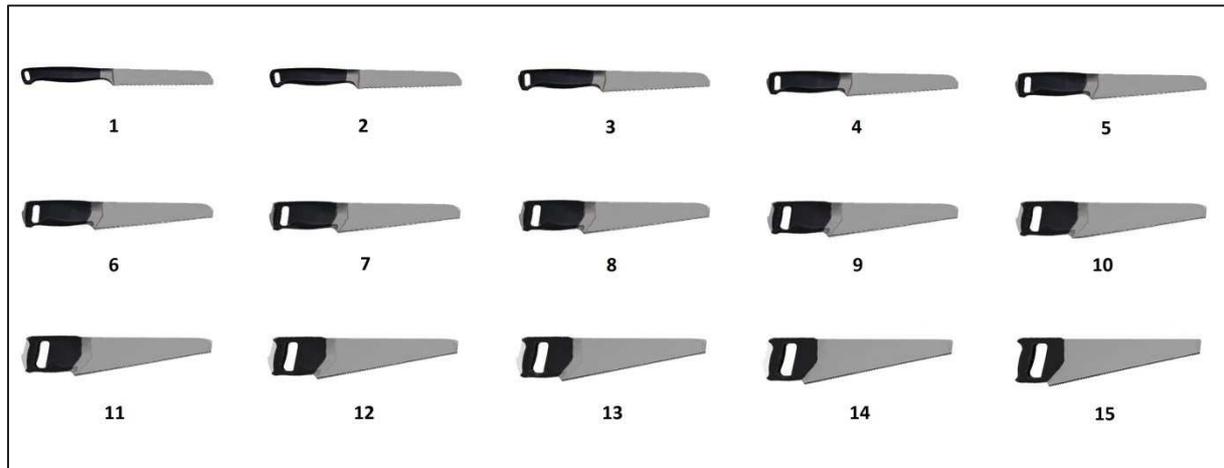


Figure 26. Illustration d'une série de transformations utilisée dans ce travail. Un couteau à pain se transforme progressivement en une scie. L'ambiguïté perceptive est maximum vers le milieu de la série (autour de l'image 8).

Du fait du caractère très progressif des transformations, nous nous attendions tout d'abord à retrouver un effet d'hystérèse qui se traduirait par un basculement plus tardif en série descendante qu'en série ascendante (cf. Rosenbaum, Chapman, Weiss & van der Wel, 2012). La différence entre le point de basculement catégoriel entre une série ascendante et descendante allait déterminer la magnitude de cet effet d'hystérèse.

Notre hypothèse était que les situations de compatibilité stimulus-réponse se traduiraient par une plus grande stabilité perceptive comparée aux situations d'incompatibilité. Nous avons par ailleurs choisi de mesurer cette stabilité exclusivement dans les situations où le profil de basculement était l'hystérèse. Il s'agissait donc ici de comparer des situations d'hysteresis entre elles et non d'étudier les facteurs à même de rendre compte de l'apparition préférentielle de tel ou tel pattern de basculement catastrophique (*e.g.* Viglieno, 2013). Nous avons cependant étudié l'occurrence de ces profils de basculement selon les situations de compatibilité stimulus-réponse.

Méthode

Participants. Quarante-quatre étudiants (36 femmes) de l'université Paul Valéry de Montpellier ont pris part à cette expérience et recevaient des points de compensation pour leur participation volontaire. Ils étaient âgés de 17 à 48 ans ($M = 21.88$, $ET = 7.05$). Tous

Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l'affordance pour l'activité perceptive

avaient une vue normale ou correctement corrigée et étaient naïfs quant au but réel de l'expérience (information donnée par les échanges réalisés en fin d'expérience). Pour éviter tout effet de latéralisation durant nos expérimentations, deux groupes étaient constitués au regard de la localisation de la réponse (*i.e.* catégorie rattachée à une réponse). Il y avait dans ce premier échantillon six gauchers qui furent répartis parmi les deux groupes de contrebalancement. L'expérience était réalisée en accord avec le Code Ethique de la World Medical Association (Déclaration d'Helsinki).

Matériel. L'expérience a été réalisée à l'aide du logiciel E-Prime 2.0 (Schneider, Eschman & Zuccolotto, 2002). Le matériel consistait en deux séries représentant la transformation d'un premier objet préhensible en un second. Un le logiciel de transformation FantaMorph 5.3.5 (*FantaMorph* software, Abrasoft) fut utilisé pour créer deux groupes de 15 images : le premier représentant la transformation d'un couteau à pain en une scie, et le second d'une cuillère à café en une scie. L'orientation de ces deux premières séries fut ensuite latéralement renversée. Un travail sur les dimensions visuelles (*i.e.* taille, résolution, contraste et luminosité) fut ensuite réalisé afin que les transformations soient les plus fluides possibles.

En plus des séries progressives, deux séries pseudo-aléatoires furent créées pour les deux paires d'objets et dans les deux orientations possibles. Le propos de ces séries était de limiter l'habituation à la tâche. Dans ces séries, les images étaient présentées dans l'ordre suivant : 15, 1, 3, 14, 2, 12, 13, 5, 11, 4, 6, 10, 7, 9, 8. Ainsi, les images les plus polarisées (*i.e.* localisées en début et fin de séries progressives) étaient présentées d'abord et les plus ambiguës étaient présentées à la fin. Cette démarche a été empruntée à Viglieno (2013). Les réponses étaient données sur deux touches latéralement opposées (*i.e.* touches « Q » et « M ») d'un clavier AZERTY sur lesquelles avaient été disposées deux gommettes colorées en vert et en jaune. Les deux conditions expérimentales étaient la Compatibilité SR et l'ordre des séries.

Procédure. Après s'être assuré que les participants étaient confortablement installés et qu'ils avaient bien compris les consignes de l'expérience. L'expérience débutait. Chaque série était précédée d'un message à l'écran indiquant qu'une série allait débiter. La tâche

Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l'affordance pour l'activité perceptive

consistait pour eux à indiquer le plus rapidement possible à quelle catégorie ils associaient l'objet qui apparaissait à l'écran. L'attribution des catégories était contrebalancée pour la moitié de l'échantillon. Pour ce faire, ils devaient presser l'une des deux touches marquée d'une gommette au moyen de leurs index. Au total, 360 images furent présentées correspondant aux deux conditions d'orientation (gauche et droite), aux trois ordres de présentation des séries (ascendantes, descendantes et pseudo-aléatoires), et au deux paires d'objets (couteau-scie et cuillère-pelle).

Les situations dans lesquelles la partie de l'objet présenté était orientée du même côté que la main de réponse étaient considérées comme des situations Compatibles. Les situations inverses étaient considérées comme Incompatibles. Les séries progressives débutant par la présentation du couteau (ou de la cuillère) étaient dénommées Ascendantes et celles débutant par la présentation de la scie (ou de la pelle) étaient dénommées Descendantes. Nous avons préféré cette terminologie aux termes incrémentiels et décrémentiels qui réfèrent usuellement à des augmentations ou des diminutions physiques quantifiables (*e.g.* fréquence oscillatoire d'un métronome, Kelso et collaborateurs, 1981). Il est important de noter que si l'objet demeurait dans la même orientation au cours d'une série progressive, la situation de compatibilité stimulus-réponse changeait lors du basculement catégoriel effectué par le sujet. Par exemple, dans le cas de la série illustrée dans la Figure 26, un participant répondant à la catégorie « ustensile de cuisine » avec sa main gauche commençait donc la série dans une situation compatible (au regard de l'orientation du couteau). Cette situation était cependant renversée lorsque ce participant choisissait de catégoriser l'objet comme un outil de jardin puisque sa main de réponse (la droite) était cette fois localisée à l'opposé de la poignée de l'objet. De fait, les séries débutant par une situation compatible étaient identifiées comme telles de même que les séries débutant par une situation incompatible.

Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l'affordance pour l'activité perceptive

Concernant l'ordre de présentation, l'orientation de la partie préhensible ainsi que le couple d'images changeait à chaque série. De plus, chaque série ascendante ou descendante était séparée de la suivante par l'une des deux séries pseudo-aléatoires qui étaient également orientées à l'opposé. Deux blocs furent en outre construits de manière à ce qu'une série donnée soit présentée une fois dans le premier et une fois dans le second bloc. L'ordre du second bloc était l'inverse du premier de manière à ce qu'une série dans un bloc ne soit jamais précédée ou succédée par la même série dans l'autre bloc.

Résultats

Profils de basculement. Un point moyen de basculement catégoriel était calculé pour chaque condition expérimentale (*i.e.* Compatibilité SR et Ordre de la série). Ce point correspondait à l'image située immédiatement après le basculement. Pour des raisons méthodologiques, les images étaient identifiées par un nombre correspondant à leur positionnement dans l'ordre ascendant plutôt que par le positionnement relatif à l'ordre présenté au sujet. Cette attribution numérique est celle représentée sur la Figure 26. De cette manière, une image était identifiable au sein de sa série et ce qu'elle soit présentée dans l'ordre ascendant ou descendant. Cette démarche nous permit de calculer des points de basculements moyennés sur les séries ascendantes puis descendantes. Nous pûmes également calculer les proportions de patterns de basculement (*i.e.* Hystérèse, Contraste et Bordure) en fonction des situations de compatibilité stimulus-réponse. Le tableau 1 regroupe ces proportions de configurations de basculement en fonction de la compatibilité SR des séries.

Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l'affordance pour l'activité perceptive

Tableau 1. Proportions des profils de basculement observés en fonction des situations de compatibilité stimulus-réponse pour l'Expérience 1.

	Hystérèse	Contraste	Bordure
Situations Compatibles	87.5%	4.54%	7.96%
Situations incompatibles	78.4%	15.91%	5.69%
Moyennes	82.95%	10.22%	6.83%

Comme le montre le Tableau 1, l'hystérèse était le profil de basculement dominant et ce, dans les situations compatibles et incompatibles. Cependant, une analyse plus détaillée a mis en évidence que la distribution des trois profils étaient significativement différente en fonction des situations de compatibilité. Un test du Chi2 réalisé sur l'interaction entre les profils de basculement (Hystérèse, Contraste et Bordure) et la compatibilité SR (Compatible et Incompatible) révéla en effet que significativement plus de profils d'Hystérèse et moins de profils de Contraste étaient apparus en situation Compatible par rapport aux situations Incompatibles ($\chi^2(2) = 10.07, p < .05$). Si l'hystérèse constitue bien un révélateur de stabilité perceptive, ce premier résultat était consistant avec notre hypothèse

Points moyens de basculement. Au regard de notre hypothèse initiale, l'analyse des points de basculements moyens s'effectuaient exclusivement sur les séries pour lesquelles le profil adopté était l'hystérèse. Un premier filtrage fut appliqué afin de ne conserver que les sujets ayant adopté ce profil de basculement et ayant donc basculé plus tard en série descendante qu'en série ascendante. De plus, les participants ayant effectué plus de deux basculements au cours de plusieurs séries furent écartées de l'analyse. Cette instabilité élevée pouvait en effet témoigner d'un manque de concentration durant la tâche ; particulièrement lorsque l'on observe que ces basculements multiples apparaissaient le plus souvent en début et en fin de série (*i.e.* à la présentation d'images peu ambiguës). L'analyse des points de basculement fut donc réalisée sur les données relatives à 20 participants témoignant donc à la fois d'un engagement suffisant à la tâche de catégorisation (illustré par la présence majoritaire du profil d'hystérèse) ainsi que par une stabilité suffisante de leur

Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l’affordance pour l’activité perceptive

dynamique de réponses.

Une ANOVA à mesures répétées effectuée sur les points de basculements moyens et incluant le facteur Ordre de la série (Ascendante et Descendante) et la compatibilité SR de la situation (Compatible et Incompatible) mis tout d’abord en évidence un effet principal du facteur Série ($F(1, 19) = 61.18, p < .05, \eta^2_p = .76$). Les participants basculaient significativement plus tard lors des séries Ascendantes ($M = 8.48, ET = .72$) que lors des séries Descendantes ($M = 5.69, ET = 1.26$). Ce résultat témoigne de la force du profil d’hystérèse. Concernant la compatibilité SR, la différence entre le basculement moyen en série Ascendante Compatible ($M = 8.67, ET = 1$) et celui en série Ascendante Incompatible ($M = 8.30, ET = .79$) n’était pas significative ($t(19) = 1.56, p > .05$). De même, la différence entre les séries Descendantes Compatibles ($M = 5.54, ET = 1.43$) et les séries Descendantes Incompatibles ($M = 5.85, ET = 1.25$) n’était pas significative ($t(19) = 1.62, p > .10$). En revanche, l’analyse de variance mit en évidence une interaction statistiquement significative entre le facteur Ordre de la série et le facteur Compatibilité SR ($F(1, 19) = 4.42, p < .05, \eta^2 = .18$). Ce résultat est illustré dans la Figure 27.

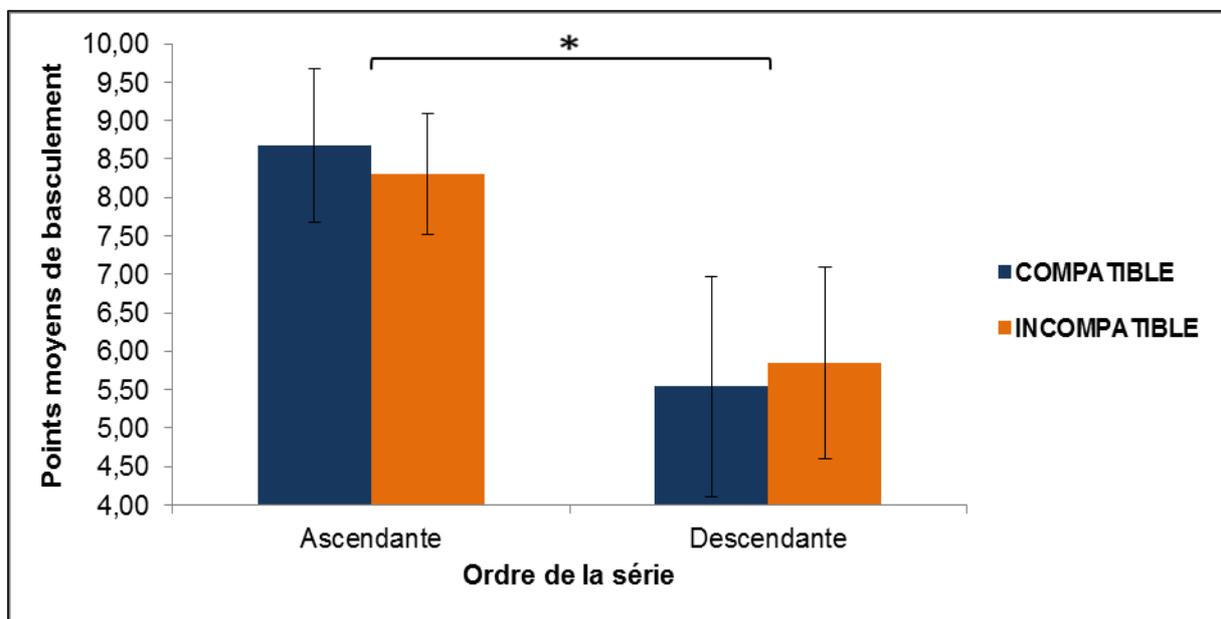


Figure 27. Points de basculement moyens en fonction de l’ordre de la série et de la situation de compatibilité stimulus-réponse.

Taille des effets d’hystérèse. La taille des effets d’hystérèse était calculée en soustrayant

Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l'affordance pour l'activité perceptive

le point de basculement moyen (*i.e.* le numéro attribué à l'image) en série ascendante à ceux effectués en série descendante pour chaque situation de compatibilité. Un test de Student pour échantillons appariés révéla ($t(19) = 2.03, p < .05, d = .39$) que les participants avaient catégorisés significativement plus d'images comme appartenant à la même catégorie en situations Compatibles ($M = 3.14, ET = 1.78$) qu'en situations Incompatibles ($M = 2.45, ET = 1.72$) Ils basculaient donc significativement plus tard dans les deux sens d'une série donnée lorsque l'attribution à une catégorie était effectuée avec la main située du même côté que la partie préhensible des objets qui leur étaient présentés.

Discussion

L'objectif de cette première expérience était d'investiguer l'effet potentiel des affordances sur la catégorisation d'objets suscitant progressivement une importante ambiguïté perceptive. Les résultats mirent en évidence que la catégorisation était dans ce contexte substantiellement impactée par la compatibilité stimulus-réponse. Les sujets basculaient ainsi significativement plus tard d'une catégorie à une autre dans des situations compatibles par rapport à des situations incompatibles. Il semblerait donc que les situations compatibles, susceptibles d'offrir un meilleur couplage entre le sujet et la tâche, l'affordance ait renforcée la catégorie initiale au détriment de la suivante. En outre, l'étude des proportions de profils de basculement nous a renseigné sur le fait que de manière générale, la compatibilité stimulus-réponse semblait susciter d'avantage d'engagement des sujets à la tâche (cf. Lopresti-Goodman et al., 2011). En effet, le profil d'hystérèse était observé plus fréquemment dans les situations compatibles au détriment du profil de contraste.

Si ces résultats semblent confirmer notre hypothèse quant à un rôle fonctionnel constitutif de l'affordance sur l'activité perceptive, ils ne nous fournissent pas d'informations sur l'importance de la qualité du couplage-sujet environnement dans leur apparition. Or, comme nous l'avons vu dans le cadre de l'Axe 1, des modifications dans les contraintes de réponses sont à même de représenter un obstacle à un bon couplage SE. De plus, il est toujours possible d'interpréter ces effets comme résultants essentiellement de composantes attentionnelles (*e.g.* un effet de type Simon). Même si comme nous l'avons discuté au cours de l'introduction générale, nous pensons que l'opposition affordance/capture attentionnelle

Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l'affordance pour l'activité perceptive

résulte d'une incompréhension du rôle écologique de l'activité exploratoire (cf. Michaels, 1988), nous nous devons ici de réaliser une expérience supplémentaire. Le propos de cette dernière était d'impacter négativement le couplage SE en faisant répondre de nouveaux sujets de manière moins congruente à la même tâche. Si les modulations précédemment observées consistaient bien en une résultante des affordances émergeant du couplage SE, les effets précédemment observés en seraient cette fois significativement impactés.

Expérience 2

Les résultats de l'Expérience 1 ont mis en évidence une modulation dans la dynamique de catégorisation de sujets lorsqu'ils devaient catégoriser des objets perceptivement ambigus. Spécifiquement, il est apparu que la compatibilité stimulus-réponse était à même de moduler les catégories perceptives. Pour estimer si cet effet prend racine dans le couplage sujet-environnement (ou sujet-tâche), il était cependant nécessaire de réaliser une expérience supplémentaire à même d'être informative sur les conséquences de contraintes de réponse. Dans la présente expérience, nous avons donc proposé à de nouveaux sujets de catégoriser les mêmes couples d'objets, mais en répondant cette fois-ci au moyen de deux touches opposées verticalement. Au regard des invitations à l'action des stimuli employés, qui étaient localisées vers la gauche ou la droite, les effets consécutifs à cette disposition des réponses pourraient être en mesure d'impacter significativement les résultats précédemment observés.

Méthode

Participants. Trente-et-un étudiants (26 femmes) de l'université Paul Valéry de Montpellier ont pris part à cette expérience et recevaient des points de compensation pour leur participation volontaire. Ils étaient âgés de 18 à 38 ans ($M = 22.41$, $ET = 5.01$). Tous avaient une vue normale ou correctement corrigée et étaient naïfs quant au but réel de l'expérience (information donnée par les échanges réalisés en fin d'expérience). À nouveau, deux groupes étaient constitués au regard de la localisation de la réponse (*i.e.* catégorie rattachée à une réponse). Il y avait dans cet échantillon cinq gauchers qui furent répartis parmi les deux groupes de contrebalancement.

Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l’affordance pour l’activité perceptive

Matériel. Le matériel employé pour cette expérience était en tout point identique que précédemment.

Procédure. Le protocole expérimental était identique à celui employé lors de l’Expérience 1, excepté concernant les modalités de réponses. En effet, les participants répondaient cette fois en appuyant au moyen de leurs index sur deux touches opposées verticalement (*i.e.* touche « B » et « 6 » d’un clavier AZERTY). Concernant la compatibilité stimulus-réponse, elle était envisagée par référence égocentrée et non-spatiale. Une réponse était donc considérée comme Compatible lorsque la main de réponse était celle normalement employée pour saisir un objet dont la partie préhensible était orientée du même côté (*i.e.* main gauche pour partie préhensible orientée à gauche) et inversement pour la situation Incompatible.

Résultats

Profils de basculement. De la même manière que lors de l’analyse des résultats produits lors de l’Expérience 1, nous avons d’abord calculé les proportions des profils de basculement en fonction de la situation de compatibilité stimulus-réponse rattachée aux séries progressives présentées. Ces proportions sont présentées dans le Tableau 2.

Tableau 2. *Proportions des profils de basculement observés en fonction des situations de compatibilité stimulus-réponse pour l’Expérience 2.*

	Hystérèse	Contraste	Bordure
Situations compatibles	82.26%	11.25%	6.5%
Situations incompatibles	82.26%	6.45%	11.29%
Moyennes	82.26%	8.85%	8.9%

De manière similaire à l’expérience précédente, le profil dominant était également ici le profil d’hystérèse. Quelles que soient les situations de compatibilité SR, les participants tendaient à basculer tardivement dans les deux directions (Ascendante et Descendante) d’une série donnée. En revanche, le test du Chi2 réalisé sur l’interaction entre les profils de

Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l'affordance pour l'activité perceptive

basculement (Hystérèse, Contraste et Bordure) et la compatibilité SR (Compatible et Incompatible) ne révéla pas ici de différences d'occurrence des profils en fonction de la compatibilité.

Points moyens de basculement. Les participants dont le profil général de réponses n'était pas l'hystérèse furent écartés pour l'analyse des points moyens de basculement. De la même manière, les séries pour lesquelles des participants avaient basculé plus de deux fois furent écartées. Pour garantir l'homogénéité de nos analyses, seuls les résultats produits par 20 participants furent donc traités ici.

Les points moyens de basculement furent calculés pour chaque condition de compatibilité. L'ANOVA à mesures répétées effectuée sur les points de basculements moyens incluant le facteur Ordre de la série (Ascendante et Descendante) et la compatibilité SR de la situation (Compatible et Incompatible) mis tout d'abord en évidence un effet principal du facteur Série ($F(1, 19) = 55.99, p < .01, \eta^2 = .74$). Les participants basculaient significativement plus tard lors des séries Ascendantes ($M = 8.50, ET = .36$) que lors des séries Descendantes ($M = 5.81, ET = .99$). En revanche, aucun effet principal de la Compatibilité SR ni d'interaction entre cette compatibilité et l'Ordre des séries n'étaient significatifs ici ($p > .05$).

Taille des effets d'hystérèse. Contrairement à l'analyse de l'expérience 1, le test de Student pour échantillons appariés ne révéla pas ici ($p > .05$) que les participants avaient catégorisés significativement plus d'images comme appartenant à la même catégorie en situations Compatibles qu'en situations Incompatibles. Ils basculaient donc de manière analogue dans les deux sens d'une série donnée lorsque l'attribution à une catégorie était effectuée avec la main située du même côté (par référence égocentrée) que la partie préhensible des objets qui leur étaient présentés.

Discussion

L'objectif de cette seconde expérience était d'explorer le rôle des moyens de réponse employés par les sujets sur l'effet de modulation observé au terme de l'Expérience 1. La

Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l'affordance pour l'activité perceptive

question sous-tendue ici était de se questionner sur la nature de cet effet. À nos yeux, cette modulation prenait origine dans le couplage sujet-environnement et les résultats de l'Expérience 2 semblent confirmer cette proposition. En effet, en impactant négativement le couplage entre les participants et les objets suggérés lors de la tâche de catégorisation (*i.e.* leur disposition à répondre rapidement dans ce contexte), la modulation de la dynamique de catégorisation n'a pas été observée. De la même manière que dans le cadre de l'Axe 1 de la présente thèse, il semble donc qu'une mauvaise intégration de potentiels moteurs dégradés conduise à une dégradation des effets d'affordance. En outre, il semble raisonnable de penser que les effets observés lors de la première expérience dépendent bien du contexte de compatibilité stimulus-réponse et non pas exclusivement d'effets attentionnels au sens stricte.

Discussion et perspectives

L'objectif de cet axe d'études était de fournir des preuves expérimentales à même de rendre compte que les affordances ont un rôle fonctionnel pour l'activité perceptive. Le rôle ici mis en exergue prenait la forme d'une stabilisation de la perception sur les objets les plus compatibles ou congruents au regard de l'activité perceptive en cours. Si l'effet des affordances est investigué depuis plus de 30 ans, il apparaît qu'au regard de la psychologie expérimentale, il se soit cantonné à celui d'une préparation à l'action (*e.g.* Tucker & Ellis, 1998, 2001, 2004) ou aux jugements à l'égard de la réalisabilité d'actions spécifiques (*e.g.* Warren, 1984). Le plus souvent, les mesures étaient de nature exclusivement chronométrique et le caractère perceptivement univoque des stimuli présentés aux sujets a conduit à une limitation du champ explicatif du phénomène des affordances⁷.

Si de nouvelles investigations s'avéreront indispensables pour étudier les effets mis en évidence ici, ce travail représente néanmoins une approche originale. En combinant la présentation de stimuli progressivement ambigus à une tâche de catégorisation à choix non

⁷ Cette limitation n'est cependant pas exclusivement imputable aux chercheurs. Des carences essentiellement épistémologiques sont attribuables au concept même d'affordance (cf. Niveleau, 2006). Nous discuterons d'avantage ces limitations dans la Discussion générale du présent document.

Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l'affordance pour l'activité perceptive

forcés, nous avons été en mesure de montrer que d'une part, les affordances impactent qualitativement la catégorisation d'objets préhensibles et que d'autre part, la dynamique de ces catégorisations semble bien s'inscrire dans la relation sujet-environnement.

L'Expérience 1 nous a permis d'observer que les situations de compatibilité et d'incompatibilité ont conduits à l'apparition de différents profils de catégorisation. Le profil d'hystérèse était, en effet, plus fréquent en situation compatible qu'en situation incompatible. Le pattern inverse était observé concernant le profil de contraste. Ce résultat pourrait refléter que les effets d'affordances modifient l'engagement de l'observateur et donc sa capacité à détecter des changements dans les caractéristiques visuelles offertes par l'objet de sa perception. Si nous formalisons cet engagement comme un « engagement fonctionnel » (Lopresti-Goodman et al., 2011, 2013), nos résultats pourraient suggérer qu'au moins un rôle fonctionnel de l'affordance est de stabiliser l'activité perceptive sur les objets offrant les meilleures possibilités de couplage (*i.e.* dans nos expériences, les objets disposés de manière compatible). Cette proposition est supportée par l'observation de la modulation des tailles d'hystérèse. Les sujets basculaient en effet plus tard lorsqu'ils s'étaient installés dans une dynamique compatible au regard de la tâche d'une part, et de leurs moyens de réponses d'autre part. Plus que par la simple modulation de leur efficacité à répondre, c'est la manière elle-même dont ils ont catégorisé les objets de leur perception qui a été ici impactée.

Le propos de l'Expérience 2 était d'interroger la nature de l'effet précédemment observé. L'expérience était identique à la précédente à l'exception de l'orientation des réponses des sujets. Cette fois, ni la distribution des profils de réponse, ni la variation des tailles d'effets d'hystérèses ne variaient en fonction de la compatibilité stimulus-réponse. À notre connaissance, les résultats produits ici constituent un travail princeps quant à la mise en évidence de modulations qualitatives de l'activité perceptive par les affordances. Le propos de ce travail était en effet de s'interroger sur ce qui est perçu et non pas seulement sur comment cela est perçu. Au regard d'une perspective plus écologique, les résultats de ce travail remettent également en cause l'affirmation de Gibson (1979) quant à la nature des affordances. L'auteur avait en effet affirmé que les affordances rattachées à un objet ne devaient pas impacter sa catégorisation. L'auteur avait également particulièrement insisté

Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l'affordance pour l'activité perceptive

sur la dimension externaliste du phénomène : toutes les affordances d'un objet devraient exister simultanément dans l'environnement qu'elles soient ou non perçues ; elles ne devraient ainsi pas dépendre de l'état de l'observateur. Ce positionnement est pourtant problématique. En effet, comment un objet pourrait-il être perçu par le biais de ces affordances (Gibson, 1979) s'il est à même d'offrir simultanément plusieurs possibilités qui seraient indépendantes du sujet ?

Selon nous, le problème pourrait en fait émerger d'une confusion entre la catégorisation et la labellisation. Quand Gibson affirmait que les noms arbitraires attribués aux objets n'étaient pas des perceptions, il s'était, en effet, focalisé sur les expressions canoniques qui leur sont attribuées. Cette confusion n'est pas anodine parce qu'elle sous-tend que les noms soient des expressions exhaustives de l'expérience perceptive. Or, ces noms représentent justement tout le contraire : l'objectif du langage est de se faire comprendre par ses pairs et donc de réduire la variabilité rattachée aux spécificités des objets (et des situations) que nous leur décrivons. Une explication satisfaisante peut en revanche être proposée si nous opérons une distinction entre les noms, envisagés dans une dimension essentiellement sociale (*i.e.* nécessairement synthétique), et les percepts, envisagés dans une dimension phénoménologique (*i.e.* nécessairement indescriptible). Dans ce contexte, les catégories pourraient tout à fait être envisagées comme construites par le biais des interactions sujet-environnement.

Dans le présent travail, nous avons souhaité apporter un éclairage (modéré) sur cette dimension phénoménologique en investiguant la dynamique de catégorisation d'objets ambigus. Les résultats nous amènent à postuler que les catégories pourraient être envisagées comme des agrégats émergeant de multiples facteurs situationnels, et que les affordances devraient être considérées comme de tels facteurs⁸. Dans le contexte de ce travail, les résultats mettent en évidence qu'au moins une dimension fonctionnelle peut être rattachée aux affordances : la stabilisation de la perception sur les objets les plus compatibles à l'activité de catégorisation lorsqu'une ambiguïté importante est soumise au

⁸ Si des travaux complémentaires étaient à même de fournir des informations en ce sens, il apparaît également qu'une description similaire pour être proposée concernant les percepts en général.

Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l'affordance pour l'activité perceptive

sujet. Pour reprendre l'exemple de la boîte aux lettres de Gibson (1979), nous adhérons au positionnement de l'auteur sur le fait que celle-ci pourrait être perçue au travers de ce qu'elle invite en terme d'actions, mais contrairement à lui, nous affirmons qu'elle n'est jamais la même. Si les catégories sont, en effet, dépendantes de la situation du sujet, aucune perception ne pourrait être exactement égale par ailleurs. Bien que les noms demeurent les mêmes, ils ne sont pas à même de rendre compte de la variabilité rattachée à la rencontre d'un objet précisément puisque leur propos est d'accomplir le processus inverse. Dans ce cadre explicatif, l'étude de l'ambiguïté perceptive est au contraire particulièrement pertinente pour rendre compte de cette variabilité. L'utilisation de stimuli multistables et l'étude des dynamiques perceptives à leur égard apparaissent ainsi comme des moyens appropriés pour investiguer des singularités associées à des perceptions communément envisagées comme stables et exactes.

En termes de perspectives, des études devront à l'avenir se focaliser sur le lien s'articulant entre les affordances (et autres effets perceptivo-moteurs), et la variabilité catégorielle. Dans notre travail, seulement deux réponses étaient possibles pour les sujets. Nous pensons que des paradigmes de catégorisation offrant une plus grande liberté de réponses seront d'avantages susceptibles de nous éclairer sur les rôles fonctionnels de l'affordance et sur sa nature potentiellement constitutive.

De par sa nature, notre travail souffre également encore d'un manque de validité externe. En effet, les situations proposées aux sujets s'écartent significativement des situations qu'ils rencontrent quotidiennement. À cet égard, une attention particulière devrait être portée à l'avenir sur l'écologie maximum des situations expérimentales proposées. Cette critique est d'ailleurs applicable à l'ensemble des travaux réalisés au cours de cette thèse. Cette trajectoire écologique pourrait être prise en utilisant des dispositifs de réponses plus proches de ce que nous utilisons au quotidien (*i.e.* poignées de réponses ou objets réels connectés). Des mesures supplémentaires devraient être également mises en place. Ces dernières devraient bénéficier de technologies récentes telles que les dispositifs de suivi oculomoteur et ceux consacrés à l'étude des mouvements humains. En outre et comme nous le discuterons ensuite, une démarche plus intégrative pourrait être à même de nous renseigner sur les conséquences globales des effets d'affordance qui selon nous se

Axe 3 : Un rôle fonctionnel de l'affordance pour l'activité perceptive

traduisent par des activations bien plus généralisées que celles des seules membres effecteurs observés dans les tâches expérimentales.

En l'état, ce travail est néanmoins cohérent avec une vision intégrative de l'activité perceptive plaçant les affordances comme des éléments émergeant du couplage sujet-environnement et constituants du « contenu » perceptif. Si de nombreuses questions restent rattachées aux processus sous-jacents aux effets ici mis en évidence, ces questions demeurent pour autant porteuses de potentiels explicatifs qui font souvent défaut lorsqu'un positionnement réductionniste est adopté. Des efforts accomplis avec le même souci intégratif pourraient bien résulter en une définition à la fois plus holistique et plus claire des affordances et des autres mécanismes de couplage sujet-environnement.

Discussion générale

Synthèse des travaux expérimentaux réalisés

L'objectif de ce travail de thèse était d'investiguer le phénomène des affordances proposé à l'origine par James Jerome Gibson (1979) en tentant de le redéfinir comme une propriété émergente du couplage sujet-environnement. Cette entreprise nous apparaissait indispensable pour deux raisons. D'une part, la description initiale qui en avait été fournie reposait sur des postulats qui, une fois regroupés au sein d'une même pensée, tendaient à être inconciliables. En effet, Gibson avait décrit les affordances comme des propriétés de l'environnement indépendantes des besoins de l'individu percevant. Or, une lecture attentive des exemples d'affordances fournis par l'auteur conduit nécessairement à une conclusion : le phénomène est inévitablement interactionnel. Si percevoir une surface plane et rigide est susceptible de m'inviter à la marche (Gibson, 1979), c'est bien parce que je suis au fait de ma capacité effective à pouvoir marcher dessus. De la même manière, si une situation m'invite à la fuite, c'est nécessairement car mon activité perceptive m'a permis de distinguer (à tort ou à raison) une menace qui s'ancre sur ma connaissance de ce qui est dangereux pour mon intégrité. Enfin, et cela était ici notre principal sujet de recherche, si je perçois un objet m'invitant à une préhension particulière, c'est fondamentalement car j'intègre mes potentiels d'action présents à l'activité de perception de cet objet. Loin d'être des invitations existant à l'extérieur de l'observateur, les affordances devraient donc nécessairement s'appuyer sur la rencontre entre des propriétés de l'environnement, des potentiels moteurs d'un sujet, et des contraintes s'exerçant sur lui au regard de ses besoins. La première raison à envisager l'affordance comme une propriété émergente était donc relative aux paradoxes mêmes rattachés à sa définition originale.

Par ailleurs, au fil du temps, l'ambiguïté relative à la question des affordances a conduit les chercheurs à les définir en des termes très divers et parfois même inconciliables avec la vision non représentationaliste de la perception proposée par Gibson (*e.g.* Tucker & Ellis, 1998, 2001). Si certains chercheurs se sont ardemment consacrés à défendre la position Gibsonnienne des affordances, il semble néanmoins que cela ait souvent été au prix d'une radicalisation peu susceptible d'éclairer d'avantage le débat sur la nature du phénomène. À la question de savoir si les affordances existent indépendamment à l'individu, Michaels

Discussion générale

(2003) répond par exemple que les affordances ne sont pas créées par l'acte de percevoir, elles existent indépendamment à lui. Elle ajoute par ailleurs que la théorie des affordances étant une part de l'ontologie écologique, celle-ci constitue essentiellement une description de ce qui est disponible pour la perception dans l'environnement. Or, selon nous, la question fondamentale est justement de savoir ce qui permet cette *disponibilité*. Etablir que ces possibilités d'action sont déjà existantes ne revient en fait qu'à écarter la question de leurs moyens d'existence pour le sujet. Or, le propos de la psychologie étant de rendre compte des comportements du sujet, établir l'inventaire de ce qui est possible dans l'environnement n'a que peu de valeur si ce n'est au regard de celui qui y évolue. La position émergentiste que nous avons adopté était donc également motivée par le souci de fournir un cadre à la fois intégratif car réintégrant le sujet dans les modalités d'apparition des affordances et explicatif car replaçant ces possibilités d'action au regard des besoins de ce même sujet.

La première série d'expérience réalisée se proposait par le biais d'un protocole expérimental très simple de requestionner les modalités d'apparition d'effets d'affordance en faisant varier la situation motrice du sujet à l'égard de la tâche. Nous avons choisi d'utiliser un dispositif semblable à celui de Phillips et Ward (2002) puisque les résultats produits lors de leurs expériences ainsi que les discussions qu'ils avaient initiées étaient selon nous représentatifs des incohérences rattachées à la description classique des affordances. En proposant une tâche de catégorisation exécutée avec les pieds à l'égard d'un objet manuellement préhensible, ces auteurs avaient en effet mis en évidence des effets de facilitation semblables à ce que l'on peut trouver à la lecture d'une majorité des travaux usant du paradigme de compatibilité stimulus-réponse. Pour expliquer ces résultats, les auteurs avaient opposé à l'interprétation en termes d'activations motrices spécifiques (Tucker & Ellis, 1998) celle d'un codage moteur abstrait. Si la première interprétation suggérait que la perception d'un objet manipulable implique l'activation des effecteurs moteurs utilisés lors de son utilisation, la seconde postulait que la présence d'une affordance activait un code de réponse abstrait qui facilitait les actions correspondantes à l'emplacement de ces affordances. Lors de notre première expérimentation, nous avons répliqué un effet semblable à celui mis en évidence par Phillips et Ward (2002) : les sujets étaient plus rapides à catégoriser un objet lorsque sa partie préhensible était orientée du

Discussion générale

même côté que le pied de réponse. Dans une seconde expérience, nous avons durant la même tâche contraint les mains de nouveaux sujets. Les résultats précédemment observés n'apparaissaient plus de manière significative. Cette modulation est intéressante puisque selon nous, la position représentationaliste proposée par Phillips et Ward n'aurait pas été à même de la prédire. Il n'y en effet pas d'explication raisonnable à ce qu'un effet prenant appui sur un code abstrait de l'objet soit pourtant impacté par les membres n'agissant pas lors de la tâche. Lors d'une troisième expérience, nous avons souhaité amener de nouveaux sujets à intégrer les potentiels moteurs toujours disponibles malgré le port des gants. En proposant à ces sujets une tâche de manipulation au cours de laquelle ils saisissaient l'objet réel manière différente, nous avons pu observer que les effets de facilitation réapparaissaient cette fois en direction de cette partie de l'objet. Ce résultat original est selon nous représentatif d'une intégration sensori-motrice consécutive à la phase de manipulation. Conceptuellement, les résultats de ces trois expériences représentent une remise en cause des interprétations exposées précédemment. Si comme nous l'avons suggéré, l'explication abstractionniste n'est pas satisfaisante pour rationaliser ces résultats, il apparaît également qu'une interprétation en termes d'activations motrices spécifiques n'est pas d'avantage pertinente. Cette dernière proposition échoue selon nous par excès de « rigorisme expérimental ». Par là nous entendons que lorsque Tucker et Ellis affirment que ces activations concernent les seules membres effecteurs employés lors de la manipulation d'un objet, ils omettent que toute manipulation implique un engagement moteur global du corps si modéré soit-il. Dans son contexte quotidien, le mouvement de saisie est, en effet, associé à un mouvement d'ajustement du corps en direction de l'acte de saisir ou d'utiliser. Ce mouvement se traduit le plus souvent par une déportation du centre de gravité du côté où le bras sera dirigé. On peut d'ailleurs aisément observer ce fait lorsque l'on se penche sur le travail d'artistes ayant souhaité représenter ce type de mouvements (cf. Figure 28). Si le contexte expérimental contraint le sujet à des mouvements limités lors de ses réponses, il peut être pertinent de se souvenir qu'il invite potentiellement l'expérimentateur à négliger le contexte quotidien dans lequel ce mouvement s'inscrit le plus souvent. Si nous partageons l'idée que l'effet d'affordances se traduit par des activations motrices précoces, nous pensons que ces dernières opèrent à des niveaux bien plus généralisés que le seul membre qui interagit physiquement avec l'objet. Autrement dit, l'effet d'affordance est un

Discussion générale

observable expérimental parcellaire. Cette interprétation en termes d'activations généralisées est selon nous à la fois susceptible d'expliquer les effets mis en évidence au cours de paradigmes de compatibilité stimulus-réponse classiques (Tucker & Ellis, 1998, 2001, 2004) autant que les résultats a priori étonnants que l'on observe dans le travail de Phillips et Ward (2002) ou encore dans notre série d'expérience.



Figure 28. Mouvement de saisie du bras droit en direction d'un objet. Dans son contexte quotidien, le geste s'associe le plus souvent à un engagement généralisé du corps afin de maintenir l'équilibre du sujet. Un engagement du bras droit implique dès lors également un engagement du même côté du pied, de la jambe, de la hanche, etc. ("Woman Grasping Fruit", Abraham Brueghel, 1669; Louvre, Paris).

Cette interprétation implique donc que l'activité de percevoir sollicite chez le sujet une prise en compte de sa situation motrice et des potentiels moteurs correspondants. Elle est également susceptible d'impliquer que l'effet d'affordance associé à la perception d'un objet corresponde d'avantage à l'affordance associée à la rencontre entre le sujet et l'objet, et modulée par ses possibilités d'action à l'égard de ce dernier. Autrement dit, ces affordances apparaissent d'avantage comme des propriétés émergent du couplage sujet-milieu que comme des possibilités externes directement disponibles. Du fait du caractère hautement intégratif de cette position, il sera à l'avenir indispensable de multiplier les moyens d'observations sur de telles tâches expérimentales. Outre les propositions que nous avons

Discussion générale

exposées lors de la discussion de la première série d'étude, il serait particulièrement intéressant de conduire à nouveau ce type d'expériences en faisant varier le centre de gravité des sujets (*e.g.* fauteuil légèrement incliné, etc.). Ce type de manipulation associé à des variations appliquées sur la proximité perçue des parties préhensibles des objets présentés (*e.g.* profondeur de la poignée, Phillips & Ward, 2002) serait selon nous susceptible de moduler à nouveau les performances des sujets. De plus, à l'avenir, il sera de première importance d'utiliser des dispositifs à même de favoriser une immersion accrue des participants lors de telles tâches expérimentales. Le recours à la réalité virtuelle constituerait donc un excellent moyen pour proposer des situations plus proches de celles vécues au quotidien par les sujets car susceptibles d'évoquer des contextes plus écologiques. En effet, si des débats tels que ceux que nous avons évoqué ont toujours lieu aujourd'hui, cinquante années après l'invention du concept d'affordance, c'est probablement car les contextes expérimentaux utilisés ont souvent été limités à l'observation d'effets isolés puisqu'émergeant dans des situations expérimentales appauvries et donc peu significatives pour le sujet. Notre série d'étude ne fait d'ailleurs pas exception. Le souci de contrôler des variables parasites conduit nécessairement à contraindre celles qui occupent potentiellement un rôle majeur pour le comportement étudié.

La seconde série d'études réalisée s'est consacrée à investiguer les conséquences attentionnelles d'un environnement visuel constitué de plusieurs objets, susceptibles d'offrir ou non les mêmes potentiels d'action à l'observateur. Au vu des résultats observés dans la littérature et au regard de notre position générale, nous défendons l'idée que les potentiels d'action pourraient représenter un critère à la détection. Dans ce contexte, il avait précédemment été proposé qu'un paysage d'affordance conduirait à une compétition entre ces dernières (Cisek, 2007). L'observateur confronté à une multitude de possibilités sélectionnerait donc la plus adéquate au prix d'un traitement d'autant plus important que le paysage serait riche en possibilités d'action. Si cette proposition était pour l'auteur en accord avec l'observation des activations de populations de neurones neuro-corticaux, elle n'est pas susceptible selon nous de rendre compte de l'efficacité avec laquelle les individus animaux ou humains détectent rapidement et suffisamment efficacement ce qui se trouve à leur portée visuelle. En outre, la proposition de compétition entre les affordances sous-tend

Discussion générale

un fait selon nous peu vraisemblable. Estimer qu'un paysage d'affordance conduit à une compétition entre ces dernières revient en effet à considérer que toute chose potentiellement visible est également effectivement perçue. Or, si nous considérons les situations écologiques que les individus rencontrent au quotidien, il est plus raisonnable de penser que le déroulement du processus de détection s'ancre d'avantage et est conditionné par ce qui est recherché par l'individu. Autrement dit, si je dois rechercher un objet dans mon environnement proche, mon activité perceptive sera nécessairement modulée par ce besoin de manière à ce qu'un nombre réduit de supports visuels soient effectivement explorés. Si je dois par exemple rechercher un stylo dans le milieu qui m'entourne, il est plus raisonnable de penser que seuls les objets suffisamment proches perceptivement de ce dernier seront susceptibles d'être perçus et auront donc potentiellement un effet perceptivo-moteur sur moi. Les situations d'urgence que nous avons évoquées lors de l'introduction de cette seconde série d'études sont d'ailleurs tout à fait représentatives de ce type de contrainte exercée en prémisses à l'activité exploratoire. L'alternative que nous proposons au postulat de compétition des affordances était donc une explication faisant de la recherche visuelle une activité proactive. Dans le travail réalisé, nous postulons que le support à cette activité pourrait être les actions potentialisées par les objets observés. Pour tester cette hypothèse, nous avons réalisé deux expériences au cours desquelles un objet cible devait être détecté parmi un nombre variable d'objets distracteurs. Le facteur d'intérêt consistait en la relation de préhension entre ces objets cibles et distracteurs. Les résultats de la première expérience mirent en évidence que lorsque deux objets ne partageaient pas la même saisie usuelle, l'objet cible était plus rapidement détecté. Cet avantage n'apparaissait pas lorsque plus d'un objet distracteur était présent à l'écran. Ces résultats pourraient représenter une traduction expérimentale du postulat que nous proposons. Lors de la seconde expérimentation, les sujets devaient engager et maintenir une saisie durant la détection. Sur le plan général, l'effet observé précédemment apparaissait cette fois pour l'ensemble des conditions du nombre de distracteurs. Ceci pourrait représenter une magnification de l'effet de facilitation.

En outre, nous avons observé que lorsque le mouvement exécuté par les sujets correspondait au mouvement normalement réalisé pour saisir l'objet cible, les temps de

Discussion générale

détection tendaient à être plus longs que lorsque le mouvement ne correspondait pas à la saisie usuelle de cet objet. Ce résultat nous a semblé cohérent au regard des travaux déjà réalisés par Müsseler et Hommel (1997) et qui avaient été discutés par le biais de la théorie du codage des événements (Hommel et al., 2001). Selon ces auteurs, action et perception partageraient un code commun et de par le fait, des interférences apparaîtraient lorsque la perception d'un stimulus et le geste planifié ou exécuté à son égard étaient compatibles. Le résultat de la seconde expérience était donc susceptible selon nous de prendre en effet place à un niveau perceptivo-moteur. Néanmoins, un nombre important de biais pourrait exister dans cette série d'expérience. De plus, nos deux échantillons étaient particulièrement hétérogènes en termes de taille. Il conviendra donc à l'avenir d'approfondir de telles investigations. En outre, l'emploi de dispositifs offrant un nombre plus important de mesures sera selon nous indispensable pour mener à bien cet objectif. Il conviendra également de questionner l'importance des contextes écologiques dans lesquels sont rencontrés les objets dans ce type de situation. Il est, en effet, probable que les situations appauvries que nous avons proposées lors de ces deux expériences ne rendent pas justice à l'activité de recherche visuelle. Celle-ci intervient en effet dans des contextes variés et les contraintes pesant sur l'observateur sont nécessairement à envisager au regard de sa situation. Ce travail a néanmoins apporté des premiers éléments de discussion qui seront susceptibles de donner lieu à de nouvelles investigations plus intégratives sur la question de l'activité exploratoire du sujet au regard des caractéristiques de son milieu.

Si ces deux premières séries d'études ont été informatives sur les conditions d'émergence des affordances et sur les modulations de celles-ci au regard de la situation du sujet, la troisième série d'études s'était consacrée à mettre en évidence que la perception d'une affordance pouvait avoir des conséquences sur le « contenu » de la perception. Le plus souvent en effet, les études sur le phénomène s'étaient attelées à démontrer que percevoir une affordance constituait un facteur déterminant pour la planification à l'action et l'évaluation de l'observateur sur sa capacité à effectivement réaliser des actions. Si ces éléments sont particulièrement informatifs sur l'adaptation du sujet à l'environnement, ils n'étaient pas susceptibles selon nous de mettre à l'épreuve un postulat avancé par Gibson (1979) relativement tombé dans l'oubli. L'auteur avait en effet avancé que percevoir un

Discussion générale

objet pourrait en fait percevoir ce à quoi il invite. À nos yeux, ce postulat pourrait avoir des implications très fortes pour l'étude de l'activité perceptive. Nous avons donc souhaité tester l'une de ces implications par une série d'expériences originales. Notre postulat sous-jacent était que si percevoir un objet revient à percevoir ce à quoi il invite, l'observation d'une activité perceptive à l'égard d'objets explicites ne serait pas susceptible d'en rendre compte. En effet, l'affirmation de Gibson est en l'état irréfutable puisqu'elle fait intervenir une dimension phénoménologique peu encline à être confirmée ou infirmée par la méthode expérimentale. Néanmoins, nous avons émis l'hypothèse que lors de situations perceptives particulièrement ambiguës, la variabilité associée aux perceptions des sujets était susceptible de nous renseigner sur *ce* qu'ils percevaient effectivement. Contrairement à Gibson (1979) cependant, nous pensons que la catégorisation perceptive pouvait tout à fait représenter un élément pertinent pour rendre compte de la perception des affordances.

Au cours d'une première expérience, nous avons proposé à des sujets de catégoriser des images d'objets se transformant très progressivement. Un objet explicite devenait donc de plus en plus ambigu à mesure des réponses du sujet pour ensuite devenir un autre objet explicite. Ce qui nous intéressait ici était la faculté du sujet à basculer d'un premier objet perçu vers un second. Les objets présentés étaient des objets manipulables par un côté et la compatibilité stimulus-réponse était considérée au regard de la localisation de la réponse du sujet en fonction de cette partie préhensible. Les résultats mirent en évidence que lorsqu'une compatibilité s'exerçait entre la localisation de la réponse donnée et celle de la partie préhensible de l'objet présenté, les sujets basculaient significativement plus tard d'une première catégorie vers une seconde. Comme attendus, les basculements intervenaient le plus souvent lorsque l'ambiguïté rattachée aux stimuli était importante. Il semble donc que lors de situations ambiguës, la dimension perceptivo-motrice ait été un critère déterminant pour la catégorisation des objets. Afin de déterminer si les modalités de réponse des sujets avaient impacté cet effet, nous avons conduit une seconde expérimentation au cours de laquelle ils répondaient cette fois en disposant leurs mains de réponse sur le plan vertical. Les objets présentés avaient quant à eux toujours leur partie préhensible toujours orientée vers la gauche ou la droite. Les résultats de cette dernière expérience ne mirent pas en évidence un effet significatif en fonction de la compatibilité

Discussion générale

stimulus-réponse. Ces résultats sont intéressants puisqu'ils semblent corroborer l'idée que percevoir un objet requiert bien une prise en compte de la situation motrice du sujet au moment de cette activité comme nous l'avons d'ailleurs discuté lors de l'Axe 1. Ils sont également susceptibles de remettre en cause l'affirmation de Gibson (1979) consistant à différencier le processus de catégorisation de celui de perception des affordances. Comme nous l'avons discuté précédemment, la catégorisation ne représente pas seulement une activité de dénomination ou de classification, mais bien de distinction d'un objet perceptif au sein d'un ensemble de possibles. Cette distinction est selon nous un critère majeur de l'efficacité perceptive du sujet. Contrairement aux situations expérimentales, l'animal et l'humain sont en effet souvent contraints au quotidien d'agir rapidement en réponse aux contraintes de leur milieu. Pouvoir efficacement distinguer ce qui est susceptible de satisfaire à ses objectifs constituerait selon nous un avantage évolutif certain pour un individu. Au plan conceptuel, les résultats de cette série d'expériences tendent également à confirmer notre postulat d'un rôle constitutif des affordances sur l'activité perceptive. Néanmoins, de plus amples investigations seront indispensables pour corroborer cette hypothèse. À nouveau, les situations que nous avons proposées étaient très peu significatives pour les sujets et il sera nécessaire de rendre compte de telles variations dans des contextes plus enrichis.

Le concept d'affordance comme expression appauvrie du couplage sujet-environnement

L'ensemble des travaux réalisés tend à nous inviter à un certain nombre de questionnements sur le concept d'affordance et surtout sur les limites de celui-ci. Comme l'avait rappelé Michaels (2003), le concept d'affordance est dans le contexte de la psychologie écologique à considérer comme du ressort de l'ontologie de l'environnement. Cette spécificité a nécessairement conduit les penseurs de l'approche écologique à systématiquement écarter le rôle des besoins du sujet et de sa situation lorsqu'il s'agissait de définir explicitement les affordances. Il pourrait d'ailleurs à juste raison nous être reproché d'avoir déformé le concept en le posant comme une propriété émergente. En effet, si nos propositions étaient motivées par le même souci écologique que celui déployé

Discussion générale

par Gibson (1979), elles s'en distinguent drastiquement puisque l'objet était ici de rendre compte de l'ontologie de l'activité du sujet en accord avec sa situation et non de l'ontologie de son seul environnement (Michaels, 2003). Comme nous l'avions évoqué lors de l'introduction générale, le concept d'affordance est le fruit d'une longue maturation prenant racine dans des travaux réalisés par les Gestaltistes. Ce concept semble également avoir été inspiré par la biosémiotique développée par von Uexküll (1934) même si Gibson n'en a fait que peu référence. Malgré cet héritage, le concept d'affordance apparaît comme substantiellement appauvri et semble désormais être limité aux dimensions de l'action évoquée ou de l'action amorcée. Ce déroulement est tout à fait compréhensible puisque le concept d'affordance avait justement été développé par Gibson dans un souci de rupture avec les postulats avancés par les Gestaltistes. Comme nous l'avions exposé plus tôt, le terme d'*Aufforderungscharakter* fut initialement proposé par Kurt Lewin en 1926. Cet auteur résumait sa pensée de la manière suivante :

« Un état de tension déjà existant, qui peut être considéré comme un besoin, ou une activité à demi-finie, est intéressé par un certain objet ou évènement, qui est vécu comme attractif (ou répulsif) de telle sorte que ce système de tension particulier se traduise sur le contrôle moteur. Nous dirons de l'objet en question qu'il possède une valence⁹ »

Ce concept de valence était envisagé par le biais d'une approche faisant de la dyade perception-action une activité s'inscrivant dans un champ de forces. Ces forces correspondraient à la fois aux contraintes physiques locales imposées par l'environnement direct du sujet, mais également des tensions qui l'animent et qui seraient consécutives à ses besoins. En outre, tout champ de force ne serait pas égal par ailleurs. Les champs de forces distinguables au regard de ce qu'ils provoquent sur l'individu (et de ce qu'il recherche) seraient à envisager comme des régions. Cette approche était intéressante en ce sens qu'elle mettait l'accent sur le caractère situationnel et dispositionnel du comportement.

⁹ La traduction anglaise de *valence* reportée ici en français pour l'*Aufforderungscharakter* fut adoptée plus tard par Lewin à partir d'une suggestion de *Tolman* qui avait proposé dans un article de 1932 un concept similaire, la *demand value*.

Discussion générale

Un positionnement similaire sera par la suite adopté par Köhler (1938) qui tentera même d'établir des corrélats neuronaux susceptibles de mettre en évidence l'existence de ces champs de forces et de leur pendant neurophysiologique. Néanmoins, pour ces auteurs, seule une méthode phénoménologique était susceptible d'être informative sur l'activité (perceptive) du sujet et explicative sur ses trajectoires. Ce positionnement sera sans doute à l'origine de la direction que Gibson (1966, 1979) choisira d'adopter lorsqu'il proposera le concept d'affordance. Ce qui distingue en effet le concept d'affordance de Gibson de celui d'*Aufforderungscharakter* ou de valence de Lewin et Köhler est principalement que l'affordance ne sera envisagée pour cet auteur que comme la traduction motrice des demandes de l'environnement sur le sujet. Par corolaire, en excluant les besoins et intensions du sujet de l'équation, Gibson s'appliquera à objectiver le phénomène afin de lui appliquer une dimension de scientificité selon lui indispensable à son étude. Si cette entreprise nous semble justifiée, il nous apparaît maintenant comme évident que l'opérationnalisation de ces théories de propriétés de demande n'a finalement conduit dans son déroulement qu'à un appauvrissement significatif de leur portée. Or, si les propositions fournies par les Gestaltistes posent un nombre de problèmes importants quant à leur vérification et leur généralisation, il nous semble que ces dernières offriraient néanmoins un socle de réflexion et d'investigation tout à fait pertinent.

En effet, l'idée que l'environnement direct du sujet agirait comme un champ de forces dans lequel s'exerceraient des tensions et des attractions est selon nous susceptible de pouvoir rendre compte d'un nombre important de comportements chez l'animal comme chez l'homme. En réintégrant la signification des situations pour le sujet au regard des conséquences qu'il en attend, cette approche permettrait par exemple d'investiguer plus avant la question des phobies qui n'a toujours pas donné lieu à un consensus à l'heure actuelle. Il serait en l'occurrence intéressant de pouvoir pondérer les dimensions agissant sur le sujet au regard de ses craintes ainsi que des caractéristiques de son environnement direct susceptibles d'être vécues de manière extrême. En outre, une telle approche est susceptible de permettre la mise en place des situations potentiellement plus informatives au sein des laboratoires de recherche. Pour ce faire, une démarche pertinente consisterait à reconstituer les contextes dans lesquels apparaissent le plus souvent les comportements

Discussion générale

étudiés. Comme nous l'avons évoqué plus tôt, l'emploi de la réalité virtuelle apparaît ici comme un outil expérimental tout à fait pertinent. Mais l'utilisation de ce type d'outils novateurs devrait nécessairement s'accompagner d'une prise en compte plus générale du contexte d'apparition des comportements. Au plan conceptuel, cette démarche pourrait ainsi se traduire par une définition situation-dépendante des comportements¹⁰. Il est en effet raisonnable de penser qu'une activité telle que la catégorisation ne peut être envisagée à égale mesure selon le contexte dans lequel elle est mise en œuvre. Pour illustrer cette idée, imaginons par exemple deux situations dans lesquelles un même sujet rencontrerait un même objet, la première lorsqu'il marche le long d'une route de campagne et la seconde lorsqu'il la parcourt en voiture à allure soutenue. Au regard des contraintes différentes de ces deux situations, il est raisonnable de considérer que la manière dont un objet qu'il rencontrera (*e.g.* un arbre fruitier) sera catégorisé sera fonction de la situation vécue par le sujet et de son activité en cours. Si dans le premier cas, un tel objet serait susceptible de l'inviter à prendre un petit encas, il y a fort à parier qu'il sera perçu comme dangereux puisque constituant un obstacle dans le second cas. Si la théorie des affordances de Gibson tendrait à décrire cet arbre comme pouvant *inviter* à la nutrition et *également* à l'évitement, il nous semble qu'elle ne permettrait justement pas de rendre compte des facteurs conditionnant ces invites. De plus, et au regard des actions mises en œuvres par le sujet et de leurs conséquences pour sur ce dernier, il devient possible de réintégrer la dimension émotionnelle au sein de son activité générale. Concernant notre illustration, il est à nouveau raisonnable de considérer que dans le premier cas, la perception de l'arbre sera susceptible de conduire le sujet à lui attribuer une valence positive, mais que la situation sera tout à fait inverse dans le second si ce même arbre représente un danger immédiat. La démarche intégrative au sein de laquelle fut développé le concept d'*Aufforderungscharakter* offrait donc un cadre particulièrement holistique pour décrire l'activité de l'individu. En outre, les efforts mis en œuvre par Lewin et Köhler tendaient à placer le sujet et l'objet comme deux

¹⁰ Cette entreprise ne devrait pas représenter un problème fondamental dans la mesure où des distinctions encore majoritairement adoptées aujourd'hui (*e.g.* les différents types de mémoire) furent à l'origine choisies de manière relativement arbitraire. Le plus souvent en effet, les distinctions opérées à l'égard des grandes fonctions cognitives se sont soit ancrées sur une métaphore computationnelle rigoriste telle que celle proposée par Jerry Fodor dans les années 60, soit sous l'influence importante de la linguistique Chomskyenne.

Discussion générale

composantes d'un système général distribué dont le fonctionnement serait tributaire des conséquences anticipées des actions du sujet sur son milieu. Par son désir d'écarter ce qu'il nomma le *subjectivisme* dans l'étude des comportements perceptifs, Gibson (1966, 1979) développera dans son approche un concept qui ne sera en revanche pas en mesure d'offrir une dimension holistique comparable. C'est sans doute ce choix qui a conduit aujourd'hui les chercheurs à définir les affordances de manière aussi polymorphique.

Si dans le contexte de notre travail de recherche, l'objectif n'était et n'est toujours pas de réhabiliter une approche Gestaltiste pour l'explication des effets que nous avons étudié, nous pensons que les nouvelles approches se définissant comme incarnées et situées tendent à suivre une trajectoire intégrative motivée par les mêmes enjeux que cette ancienne école. Au cours de notre travail, nous avons souhaité reconsidérer les affordances définies à l'origine (et encore le plus souvent) comme des invites ou des opportunités à l'action disponibles dans l'environnement. Notre choix a été de les envisager comme des propriétés émergentes du couplage sujet-environnement soustraites aux différentes situations rencontrées par le sujet et n'existant nulle part ailleurs que dans sa relation aux objets qu'il perçoit. En revanche, au vu des résultats récoltés et des interprétations que nous en avons fourni, il nous semble maintenant légitime de considérer que des effets tels que ceux que nous avons mis en évidence ne représentent probablement qu'une fraction infime des conséquences perceptivo-motrice de l'activité du sujet. Loin d'être défaitiste, ce constat nous amène à nous tourner vers l'avenir afin d'envisager des perspectives de recherches plus intégratives et donc susceptibles d'investir de tous nouveaux terrains d'investigations.

Perspectives de recherches appliquées

Si la recherche fondamentale constitue une méthode particulièrement informative pour étudier le comportement humain, elle se doit de pouvoir fournir via ses propositions générales des prédictions qui seront susceptibles d'être confirmées par l'observation de situations spécifiques. Du point de vue du chercheur, ces confirmations sont le plus souvent envisagées comme représentant des preuves à la validité écologique des postulats produits à partir des travaux réalisés en laboratoire. En outre, les situations dans lesquelles seront mises à l'épreuve ces prédictions sont susceptibles de permettre l'amélioration des

Discussion générale

conditions de réalisation des activités concernées et le plus souvent, l'amélioration des conditions de travail de celle ou celui qui les réalise. Une telle démarche transactionnelle apparaît donc comme mutuellement profitable pour la recherche comme pour les conditions de vie de ceux qui opèrent dans le domaine concerné. De par sa nature transversale l'ergonomie cognitive apparaît a priori comme une parfaite illustration de cette préoccupation transactionnelle. Ce domaine « s'intéresse aux processus mentaux (*e.g.* perception, mémoire, raisonnement, actions motrices), car ils affectent les interactions entre les humains et d'autres éléments d'un système. Les sujets pertinents comprennent la charge de travail mentale, la prise de décisions, la performance, les interactions Homme-machine, la fiabilité humaine, le stress au travail et la formation » (définition de l'International Ergonomics Association). Ce domaine s'intéresse donc à améliorer les conditions et performances de réalisations de tâches pour lesquelles des sujets humains doivent interagir efficacement avec des supports très divers (*e.g.* ordinateurs, systèmes automatisés, véhicules, outils particulièrement coûteux en termes de risques et de sécurité).

L'ergonomie cognitive est développée depuis les années 70 et s'est démocratisée notamment grâce aux travaux d'Enid Mumford (cf. Mumford, 2003). Pourtant, malgré son importante démocratisation et la cohérence de son propos, ce domaine souffre de problèmes justement inhérents à l'objectif de double apport que nous avons énoncé précédemment. Le principal problème amplement discuté par Hoc (2001) concerne directement la validité écologique. Selon cet auteur, cette validité écologique (et donc externe) des théories produites en ergonomie cognitive est fortement impactée par le manque de considération de la spécificité des situations appliquées auxquelles les chercheurs s'attellent à fournir des solutions d'améliorations. Ceci découlerait directement du fait que par souci de validité interne (indispensable dans le cadre expérimental), les chercheurs produisent des situations peu enclines à être représentatives des situations naturelles réelles qui constituent pourtant les situations cibles de ce type de recherche. Hoc (2001) illustre son propos par l'exemple suivant : lorsqu'une expérimentation est réalisée au moyen d'un simulateur de vol, l'avion peut tout à fait être arrêté en vol dans l'espace aérien. Or, ce fait pourrait profondément déstabiliser le contrôleur aérien professionnel en train d'opérer sur la simulation. Ainsi, la différence entre la situation expérimentale et la situation

Discussion générale

cible pourrait ne pas toujours se traduire par un manque de cohérence entre le comportement du support étudié (ici l'avion réel) et le comportement du support expérimental (ici l'avion simulé) mais également par l'invalidation des attentes habituelles du sujet à l'égard de la situation. Ainsi, une détérioration de la validité écologique rattachée à des expérimentations peut aussi bien découler d'un matériel expérimental non-pertinent que d'une invalidation des attentes du sujet testé. Pour l'auteur, la concomitance de ces deux faits dégrade profondément les performances des sujets aussi bien que les généralisations qui pourront en être dégagées. Dans l'objectif de réduire au maximum ces biais importants, Hoc (2001) propose un certain nombre de contraintes qu'il conviendrait de s'imposer afin de garantir à partir de travaux expérimentaux un pouvoir explicatif important (validité interne) aussi bien qu'un niveau d'applicabilité satisfaisant (validité externe). Parmi celles-ci, l'une mérite particulièrement d'être évoquée ici : en connaissance du lien fort qui existe entre les processus cognitifs, les situations naturelles dans lesquelles ils sont mis en œuvre ainsi que le but des actions réalisées par le sujet, une attention particulière devrait être accordée à la conservation des boucles d'action-perception naturelles lors de la constitution des situations expérimentales. Hoc (2001) propose donc que les travaux en ergonomie cognitive prennent d'avantage la mesure des contextes naturels ainsi que de l'importance d'une prise en compte des besoins et attentes des sujets vis-à-vis de ces contextes. Une position similaire est adoptée par Read (2013) dans une revue de littérature consacrée à l'étude des comportements à risque des conducteurs lorsqu'ils abordent un passage à niveau. À partir du même constat de carence écologique, l'auteur met en exergue qu'une approche système-dépendante devrait être adoptée afin de permettre une meilleure compréhension des comportements. Cette démarche consisterait à considérer les facteurs explicatifs au regard de ce qui est signifiant dans la situation et non plus à partir des descriptions canoniques des fonctions cognitives issues principalement de la psychologie cognitive. Il est à noter que cette tendance est déjà à l'œuvre en ergonomie cognitive depuis quelques années (Hutchins, 1995 ; Hollnagel, 2009 ; Lintern, 2011 ; Salmon, Stanton, Walker & Jenkins, 2009).

Au regard des problématiques mises en évidence en ergonomie cognitive, de leur frappante similarité avec celles associées à la question de la validité écologique en

Discussion générale

psychologie expérimentale (cf. Brunswick, 1947) et de la similarité des propositions formulées par Hoc (2001), Read (2013) et nous-mêmes, il apparaît donc que l'ergonomie cognitive représente un domaine tout à fait pertinent à investiguer. Comme nous l'avons évoqué, cette entreprise serait profitable pour mettre à l'épreuve notre position située de la cognition et ainsi permettre de renforcer ou d'infirmer l'idée que le couplage sujet-milieu représente un concept particulièrement informatif pour rendre compte des comportements. Il serait également envisageable que la position émergentiste que nous avons adoptée soit susceptible de donner lieu à des solutions applicables dans les situations présentées. Dans le cas de l'étude et la sensibilisation aux comportements à risque par exemple, une considération des objets ou situations potentiellement dangereuses au regard de la signification de ces dernières selon le contexte nous semble tout à fait pertinente. Dans le cas de la formation des contrôleurs de vol, une attention pourrait être appliquée aussi bien aux moyens de réponses qu'ils ont à leur disposition (*e.g.* localisation/orientation des commandes, cohérence de ces dernières au regard des comportements moteurs d'urgence), qu'au respect de la conformité avec leur contexte réel de travail (*e.g.* temporalité et cohérence des événements). Les contextes variés investigués par l'ergonomie cognitive nous semble donc particulièrement appropriés au regard de nos objectifs de recherche.

Outre les terrains investigués par l'ergonomie cognitive, un certain nombre de travaux réalisés dans des contextes de microgravité représentent un terrain d'investigation particulièrement intéressant. Dans le contexte de ce travail de thèse, nous avons défendu que la manière dont les sujets percevaient les objets pourrait directement s'appuyer sur leur intégration de leur situation physique pendant cette activité (Axe1) ; nous avons également défendu que l'utilisation d'un matériel incluant des stimuli bistables représentait un outil particulièrement informatif pour rendre compte des variations perceptives qui pouvaient s'opérer sur les sujets en fonction de leurs dispositions à agir sur les objets (Axe 3). Un nombre croissant de travaux expérimentaux tendent à confirmer ces postulats dans le contexte de la microgravité et plus particulièrement lors de séjours spatiaux de longue durée tels que celui accompli dernièrement par Thomas Pesquier sur la Station Spatiale Internationale. Clément (2012) met par exemple en évidence que la présentation de figures bistables conduit à une activité perceptive différente selon l'importance de la gravité

Discussion générale

agissant sur les sujets. Lors de vols paraboliques au cours desquels la gravité variait de 0g à 1.8g, ces derniers devaient observer au moyen d'un casque, des images bistables statiques ou en mouvement (cf. Figure 29).

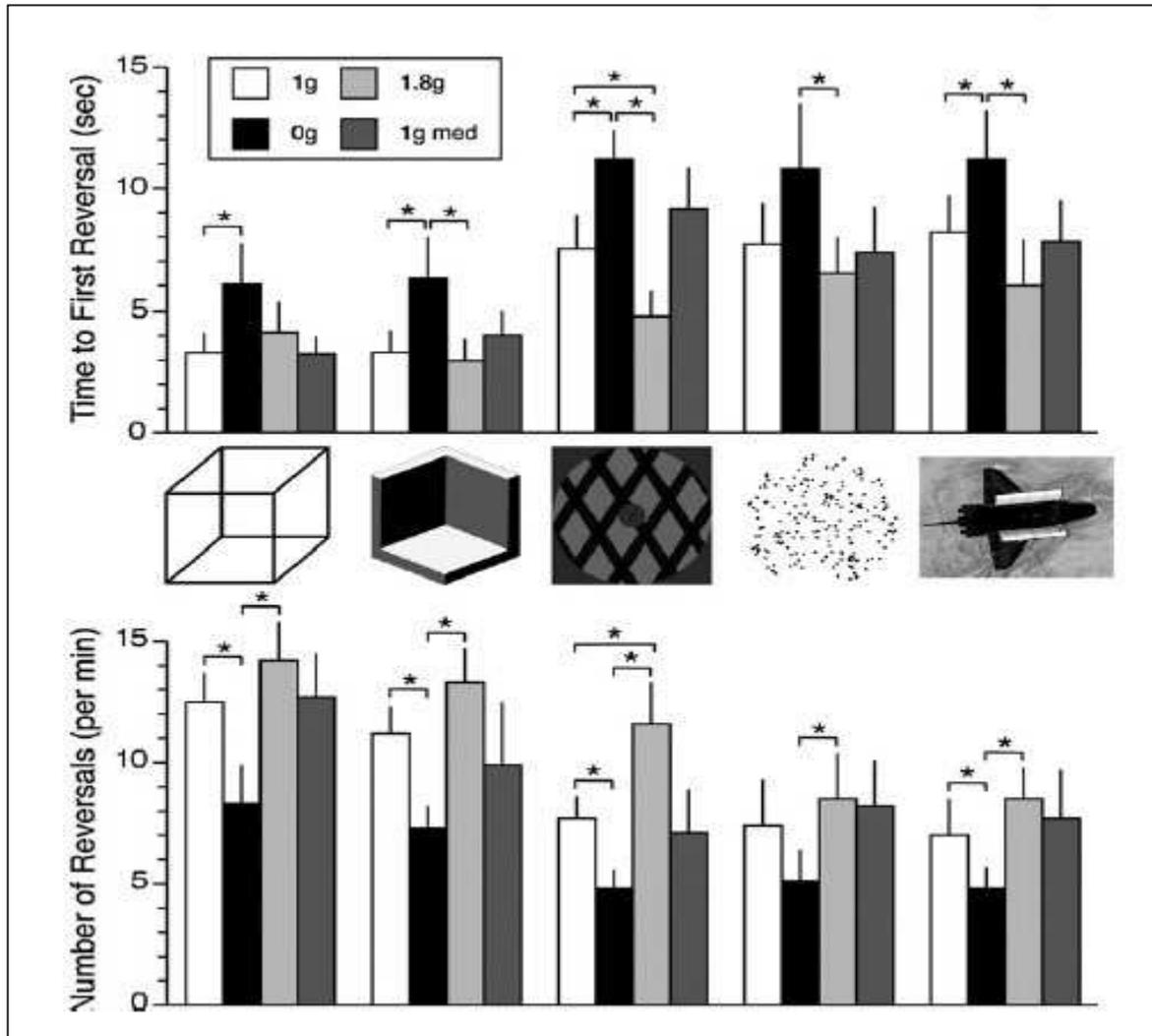


Figure 29. Illustration des cinq images utilisées dans l'expérience de Clément (2012). Les deux premières figures correspondent à deux images bistables classiques ; les deux figures suivantes étaient animées d'un mouvement susceptible d'être perçu selon deux configurations. La dernière figure représentait la navette Space Shuttle (NASA) dont les trappes du compartiment peuvent être perçues comme concaves ou convexes.

Ils devaient indiquer pour chaque image ambiguë quelle configuration ils percevaient en premier et indiquer par la suite le moment où ils voyaient apparaître la seconde configuration. Pour ce faire, ils devaient presser un bouton sur l'une des deux souris Trackball qu'ils tenaient à chaque main. Concernant les images en mouvement, ils devaient indiquer le sens de ce mouvement (*i.e.* défilement vertical ou horizontal des motifs pour la

Discussion générale

troisième image de la Figure 29 ; rotation vers eux ou vers l'extérieur pour la sphère illustrée sur la cinquième image). Le chercheur récoltait le temps pris par les sujets pour basculer du premier percept vers le second ainsi que le nombre de basculements observés par minute. Les résultats mirent en évidence que la manière dont les sujets percevaient ces images et la stabilité de leur perception à leur égard était significativement impactée par la gravité qu'ils subissaient pendant l'activité. Les résultats mirent en évidence deux conséquences du différentiel de gravité. D'une part, les sujets mettaient significativement plus de temps à percevoir une seconde configuration (et donc basculer vers cette dernière) lorsqu'ils ne subissaient aucune gravité, comparé aux situations où subissaient l'influence de leur propre poids. D'autre part, ils basculaient significativement moins d'une configuration à l'autre lorsqu'ils étaient à gravité 0 par rapports aux autres situations. L'auteur interpréta ces effets comme une preuve que la perception dans des situations ambiguës s'ancrait sur une compétition entre des représentations neuronales et la prise en compte de l'orientation du corps durant cette activité. Il ajouta que la gravité 0 semblait conduire à un avantage de cette orientation comme point de référence.

Dans un autre travail en cours réalisé par Clément et collaborateurs (sous presse), de nouvelles figures ambiguës (cf. Figure 30) furent présentées à des astronautes avant, pendant et après un vol de longue durée (*i.e.* environ 6 mois). Les premiers résultats semblent indiquer qu'alors qu'à gravité normale sur terre, une asymétrie apparaît lorsque l'on compare la fréquence des deux interprétations à l'égard de ces figures, la perception des deux configurations devient équiprobable après trois mois en orbite. L'asymétrie réapparaîtrait immédiatement au retour sur Terre (informations disponibles sur le site de l'INSERM).

Discussion générale

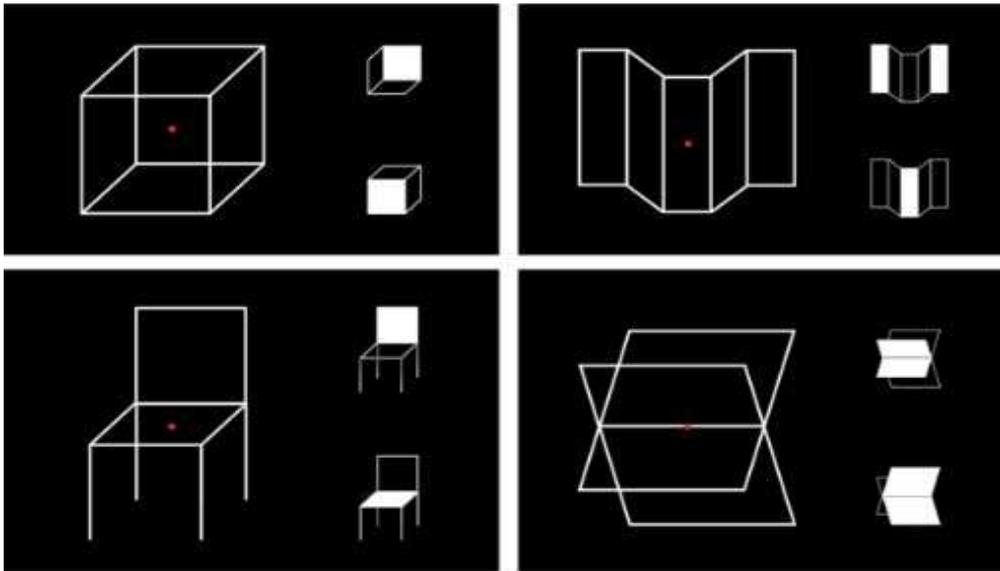


Figure 30. Figures réversibles utilisées par Clément (en cours). Pour chaque image, deux configurations sont possibles au regard l'orientation spatiale perçue de l'objet. Alors que sur Terre, une configuration est plus fréquemment perçue qu'une autre, une équiprobabilité apparaît après trois mois à gravité 0.

Si dans la majorité des travaux réalisés sur la question, l'attention particulièrement été portée sur les dysfonctionnements du système vestibulaire des sujets (cf. Nooij, Bos, Groen, Bles & Ockels, 2007) consécutifs à cet environnement très particulier, il nous semble qu'un positionnement plus intégratif pourrait être adopté ici. De notre point de vue, la perception visuelle des objets requiert l'intégration des possibilités motrices du sujet et que dans des situations d'ambiguïté perceptive la manière dont un sujet catégorisera un objet sera directement modulée par son aptitude à agir. Ces postulats sont tout à fait en mesure d'expliquer les résultats mis en évidence par Clément (2012) et constituent selon nous la preuve que la question de l'impact de la gravité 0 sur le sujet humain pourrait être investiguée pour les mêmes raisons que celles que nous avons évoquées dans le cas de l'ergonomie cognitive. D'une part, le caractère extrêmement atypique de cet environnement est susceptible de nous fournir des preuves expérimentales qui seraient à même de valider notre positionnement situé de la cognition. D'autre part, les projets de conquête spatiale (e.g. nouvelle station internationale, renouveau des vols lunaires, vol habité sur Mars) conduiront nécessairement à un besoin croissant d'expertise quant à l'adaptation du sujet humain.

Discussion générale

Les perspectives d'application dans le domaine des métiers de l'espace apparaissent donc comme tout à fait pertinentes au regard de l'importance des enjeux futurs de cette entreprise humaine.

Conclusion

Le travail réalisé dans le cadre de cette thèse avait pour objectif de mettre à l'épreuve du réel des propositions qui nous semblent essentielles dans le cadre de l'étude de la cognition. Les perspectives incarnées et situées stipulant que les comportements de l'individu s'ancrent pleinement au niveau sensori-moteur nous semblent plus que jamais particulièrement pertinentes pour décrire son fonctionnement. En effet, et malgré la relative ancienneté des idées sous-jacentes à l'approche incarnée et située, le sujet animal ou humain reste encore majoritairement décrit comme un agent de traitement, obéissant à des lois rigides imprimées dans sa chair comme le sont celles de l'algorithmique sur les circuits imprimés. Nous espérons qu'un effort holistique sans cesse plus intégratif saura à l'avenir lui redonner la place centrale qu'il occupe dans l'émergence de son monde perçu.

Références bibliographiques

- Anderson, S. J., Yamagishi, N., & Karavia, V. (2002). Attentional processes link perception and action. *Proceedings. Biological Sciences / The Royal Society*, 269(1497), 1225–32.
- Bekkering, H., & Neggers, S. F. W. (2002). Visual search is modulated by action intentions. *Psychological Science : A Journal of the American Psychological Society / APS*, 13(4), 370–374.
- Borghii, A. M., Flumini, A., Natraj, N., & Wheaton, L. a. (2012). One hand, two objects: emergence of affordance in contexts. *Brain and Cognition*, 80(1), 64–73.
- Brewer, Bill (2007). Perception and its objects. *Philosophical Studies* 132 (1):87-97.
- Brunswik, E. (1947). Systematic and representative design of psychological experiments; with results in physical and social perception. Oxford, England: U. of California Press.
- Buccino, G., Sato, M., Cattaneo, L., Rodà, F., & Riggio, L. (2009). Broken affordances, broken objects: A TMS study. *Neuropsychologia*, 47(14), 3074–3078.
- Chainay, H., Naouri, L., & Pavéc, A. (2011). Orientation priming of grasping decision for drawings of objects and blocks, and words. *Memory & Cognition*, 39(4), 614–24.
- Cho, D. T., & Proctor, R. W. (2011). Correspondence effects for objects with opposing left and right protrusions. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 37(3), 737–49.
- Chun, M. M., & Jiang, Y. (1999). Top-down attentional guidance based on implicit learning of visual covariation. *Psychological Science*, 10(4), 360-365.
- Cisek, P. (2007). Cortical mechanisms of action selection: the affordance competition hypothesis. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 362(1485), 1585–99
- Clément, G., & Demel, M. (2012). Perceptual reversal of bi-stable figures in microgravity and hypergravity during parabolic flight. *Neuroscience Letters*, 507(2), 143–146.
- Clément, G. (en cours). Résumé des travaux disponible sur le site de l'INSERM. : http://presse.inserm.fr/wp-content/uploads/2016/11/2016_11_15_KIT_Espacesante_annex.pdf
- Craighero, L., Fadiga, L., Rizzolatti, G., & Umiltà, C. (1999). Action for perception: a motor-visual attentional effect. *Journal of experimental psychology: Human perception and performance*, 25(6), 1673.

- Darwin, C. (1859). *On the origin of species by means of natural selection, or, the preservation of favoured races in the struggle for life*. London: J. Murray.
- Descartes, R. (1637). *Discours de la méthode: Pour bien conduire sa raison, & chercher la vérité dans les sciences. Plus La dioptrique. Les météores. Et La géométrie. Qui sont des essais de cette méthode*. A Leyde: De l'imprimerie de I. Maire.
- Ewert, J.-P. (1997). Neural correlates of key stimulus and releasing mechanism: a case study and two concepts. *Trends Neurocogn. Sci.* 20, 332–339.
- Ewert, J. P., Buxbaum-Conradi, H., Dreisvogl, F., Glasgow, M., Merkel-Harff, C., Röttgen, A., ... & Schwippert, W. W. (2001). Neural modulation of visuomotor functions underlying prey-catching behaviour in anurans: perception, attention, motor performance, learning. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 128(3), 417-460.
- Ewing, J.A. (1885), Experimental Researches in Magnetism, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 176, p. 523-640.
- Ferrier, L. (2011). *Simulation motrice et perception d'objets manipulables: Quand l'action potentielle contribue à l'identification de la couleur*. (Thèse de doctorat, Université Paul Valéry, Montpellier, France).
- Fischer, M. H., & Dahl, C. D. (2007). The time course of visuo-motor affordances. *Experimental Brain Research. Experimentelle Hirnforschung. Expérimentation Cérébrale*, 176(3), 519–24.
- Fisher, M. E. (1967). The theory of equilibrium critical phenomena. *Reports on Progress in Physics*, 30(2), 615–730.
- Fitts, P. M., & Seeger, C. M. (1953). S-R compatibility: spatial characteristics of stimulus and response codes. *Journal of Experimental Psychology*, 46(3), 199-210.
- Fodor, J. A. (1983). *The modularity of mind: An essay on faculty psychology*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Garrido-vásquez, P., & Schubö, A. (2014). Modulation of visual attention by object affordance. *Frontiers in Psychology*, 5(February), 1–11.
- Gibson J.J. (1966). *The Senses Considered as Perceptual Systems*, Boston, Houghton Mifflin.
- Gibson J.J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates.
- Girardi, G., Lindemann, O., & Bekkering, H. (2010). Context effects on the processing of action-relevant object features. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 36(2), 330–340.

- Haken, H., Kelso, J., & Bunz, H. (1985). A theoretical model of phase transitions in human hand movements. *Biological Cybernetics*, 356, 347–356.
- Hoc, J.-M. (2001). Towards ecological validity of research in cognitive ergonomics. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*
- Hock, H., Kelso, J., & Schöner, G. (1993). Bistability and hysteresis in the organization of apparent motion patterns. *Journal of ...*, 19(1), 63–80.
- Hollnagel, E., 2009. The ETTO Principle: Efficiency-thoroughness Trade-off: Why Things that Go Right Sometimes Go Wrong. Ashgate, Surrey.
- Hommel, B., Müsseler, J., Aschersleben, G., & Prinz, W. (2001). The Theory of Event Coding (TEC): a framework for perception and action planning. *The Behavioral and Brain Sciences*, 24(5), 849-78-937
- Hutchins, E., (1995). *Cognition in the Wild*. MIT Press, Cambridge, MA.
- James, W. (1890). *The principles of psychology*. New York: H. Holt and Company.
- Jones K. S. (2003). What is an Affordance ? *Ecological Psychology*, 15(2), pp. 107-114.
- Kelso, J.A.S. (1995). *Dynamic Patterns: The Self Organization of Brain and Behavior*. Cambridge: MIT Press. [Paperback edition, 1997].
- Kirlik, A. (2004). On Stoffregen's definition of affordances. *Ecological Psychology*, 16(1), 73–77.
- Koffka, K. (1922). Perception: An introduction to the Gestalt-theorie. *The Psychological Bulletin*, 19(10), 531–585.
- Koffka, K. (1935). Principles of gestalt psychology. In *Principles of Gestalt Psychology* (pp. 1–14).
- Köhler, W. (1913). *Über unbemerkte Empfindungen und Urteilstäuschungen*. *Zeitschrift für Psychologie*, 66, 51-80
- Kalénine, S., Shapiro, A. D., Flumini, A., Borghi, A. M., & Buxbaum, L. J. (2013). Visual context modulates potentiation of grasp types during semantic object categorization.
- Kelso, J., & Holt, K. (1981). Patterns of human interlimb coordination emerge from the properties of non-linear, limit cycle oscillatory processes: Theory and data. *Journal of Motor Behavior*, 69. Retrieved from
- Kirsch, W., & Kunde, W. (2013a) Moving further moves things further away in visual perception: Position-based movement planning affects distance judgments. *Experimental Brain Research* 226:431–40

- Lewin K. (1935). *A Dynamic Theory of Personality. Selected Papers of Kurt Lewin (1931-1935)*, New-York, McGraw-Hill Book Company.
- Lintern, G., 2011. The airspace as a cognitive system. *The International Journal of Aviation Psychology* 21, 3e15.
- Lopresti-Goodman, S. M., Turvey, M. T., & Frank, T. D. (2011). Behavioral dynamics of the affordance “graspable”. *Attention, Perception & Psychophysics*, 73(6), 1948–65.
- Lopresti-Goodman, S. M., Turvey, M. T., & Frank, T. D. (2013). Negative hysteresis in the behavioral dynamics of the affordance “graspable”. *Attention, Perception & Psychophysics*, 75(5), 1075–91.
- Makris, S., Hadar, A. a, & Yarrow, K. (2011). Viewing objects and planning actions: on the potentiation of grasping behaviours by visual objects. *Brain and Cognition*, 77(2), 257–64.
- Makris, S., Hadar, A. a, & Yarrow, K. (2013). Are object affordances fully automatic? A case of covert attention. *Behavioral Neuroscience*, 127(5), 797–802.
- Marr, D.; Hildreth, E. (29 February 1980), "Theory of Edge Detection", *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, London, 207 (1167): 187–217, doi:10.1098/rspb.1980.0020
- Marr, D. (1982). *Vision: A computational investigation into the human representation and processing of visual information*. San Francisco: W.H. Freeman
- Michaels, C. (1988). SR compatibility between response position and destination of apparent motion: evidence of the detection of affordances. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14(2), 231–40.
- Michaels, C. F. (2003). Affordances: Four Points of Debate. *Ecological Psychology*, 15(2), 135–148.
- Mumford, E. (2003) *Redesigning Human Systems*. Hershey, PA: Information Science Publishing.
- Müsseler, J., & Hommel, B. (1997). Blindness to response-compatible stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23(3), 861–872.
- Nehmzow U. (1999) *Vision Processing for Robotic Learning*, *Industrial Robot* Vol. 26, No. 2, pp 121-130, 1999
- Niveleau, C. (2006). Le concept gibsonien d’affordance: entre filiation, rupture et reconstruction conceptuelle. *Intellectica*, 159–199.
- Nooij SA, Bos JE, Groen EL, Bles W, Ockels WJ. Space sickness on earth. *Microgravity Science*

- and Technology. 2007 September; 19(5-6): 113-117. DOI: 10.1007/BF02919464.
- Open sesame : Mathôt, S., Schreij, D., & Theeuwes, J. (2012). OpenSesame: An open-source, graphical experiment builder for the social sciences. *Behavior Research Methods*, 44(2), 314-324.
- Palmer, S. E. (2002). Perceptual Organization in Vision. Stevens' Handbook of Experimental Psychology.
- Phillips, J. C., & Ward, R. (2002). S-R correspondence effects of irrelevant visual affordance: Time course and specificity of response activation. *Visual Cognition*, 9(4-5), 540-558.
- Poltoratski, S., & Tong, F. (2014). Hysteresis in the dynamic perception of scenes and objects. *Journal of Experimental Psychology: General*, 143(5), 1875.
- Prescott, T. J., Redgrave, P. & Gurney, K. 1999 Layered control architectures in robots and vertebrates. *Adapt. Behav.* 7, 99-127.
- Proctor, R. W., & Reeve, T. G. (1990) (Eds.), Stimulus-response compatibility: An integrated perspective. Amsterdam: North-Holland. Rosenthal, V., & Visetti, Y. (1999). Sens et temps de la Gestalt. *Intellectica*, 28(1), 147-227.
- Read, G. J. M., Salmon, P. M., & Lenné, M. G. (2013). Sounding the warning bells: The need for a systems approach to understanding behaviour at rail level crossings. *Applied Ergonomics*, 44(5), 764-774.
- Regia-Corte, T., & Luyat, M. (2004). Dynamic constraints on haptic perceptual judgment of slanted surfaces. *Current Psychology Letters*, 1(November), 1-9.
- Riggio, L., Iani, C., Gherri, E., Benatti, F., Rubichi, S., & Nicoletti, R. (2008). The role of attention in the occurrence of the affordance effect. *Acta Psychologica*, 127(2), 449-58.
- Rizzolatti, G., & Luppino, G.(2001) *The cortical motor system*. Neuron. 2001;31(6):889-901..
- Rosenbaum, D. a, Chapman, K. M., Weigelt, M., Weiss, D. J., & van der Wel, R. (2012). Cognition, action, and object manipulation. *Psychological Bulletin*, 138(5), 924-46.
- Salmon, P.M., Stanton, N.A.,Walker, G.H., Jenkins, D.M., 2009. Distributed Situation Awareness: Theory, Measurement and Application to Teamwork. Ashgate, Surrey.
- Schmidt, D., Ramakers, R., Pedersen, E. W., Jasper, J., Köhler, S., Pohl, A., ... Baudisch, P. (n.d.). Kickables : Tangibles for Feet.
- Schneider, W., Eschman, A., & Zuccolotto, A. (2002). *E-Prime user's guide*. Pittsburgh, PA: Psychology Software Tools.

- Schwartz, J.-L., Grimault, N., Hupé, J.-M., Moore, B. C. J., & Pressnitzer, D. (2012). Multistability in perception: Binding sensory modalities, an overview. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 367, 896–905.
- Simon, J. R. (1969). Reactions toward the source of stimulation. *Journal of Experimental Psychology*, 81, 174-176.
- Stoffregen T.A. (2003). Affordances as Properties of the Animal-environment System, *Ecological Psychology*, 15(2), pp. 115-34.
- Symes, E., Tucker, M., Ellis, R., Vainio, L., Ottoboni, G., Symes, E., ... Ottoboni, G. (2008). Grasp Preparation Improves Change Detection for Congruent Objects. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 34(4), 854–871.
- Tipper, S., & Paul, M. (2006). Vision-for-action: The effects of object property discrimination and action state on affordance compatibility effects. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13(3), 493–8.
- Tolman E.C. (1932). *Purposive Behavior in Animals and Men*, New-York, Appleton-Century.
- Tucker, M., & Ellis, R. (1998). On the relations between seen objects and components of potential actions. *Journal of experimental psychology. Human perception and performance*, 24(3), 830-46.
- Tucker, M., & Ellis, R. (2001). The potentiation of grasp types during visual object categorization. *Visual Cognition*, 8(6), 769–800.
- Tucker, M., & Ellis, R. (2004). Action priming by briefly presented objects. *Acta Psychologica*, 116(2), 185–203. <http://doi.org/10.1016/j.actpsy.2004.01.004>
- Tünnermann, J., Krüger, N., Mertsching, B., & Mustafa, W. (2015). Affordance Estimation Enhances Artificial Visual Attention: Evidence from a Change-Blindness Study. *Cognitive Computation*.
- Turvey, M. (1992). Affordances and prospective control: An outline of the ontology. *Ecological Psychology*.
- Varela, F. J., Thomson, E., & Rosch, E. (1993). *L'inscription corporelle de l'esprit: Sciences cognitives et expérience humaine*. Paris: Editions du Seuil.
- Viglieno, E. (2013). *Changement Catégoriel et transition de phase : Les catégories perceptives comme des attracteurs*. (Thèse de doctorat, Université Paul Valéry, Montpellier, France).
- von Uexküll, J. (2010). *A foray into the worlds of animals and humans: With A theory of meaning*. Minneapolis: University of Minnesota Press.

- Vu, K.-P., & Proctor, R. (2006). *Stimulus-Response Compatibility Principles*. CRC Press.
- Wertheimer, M. (1945). *Productive thinking*. New York, NY: Harper.
- Warren, W. H. (1984). Perceiving affordances: visual guidance of stair climbing. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, *10*(5), 683–703.
- Withagen, R., & Chemero, A. (2012). Affordances and classification: On the significance of a sidebar in James Gibson's last book. *Philosophical Psychology*, *25*(4), 521–537.
- Yang, S.-J., & Beilock, S. L. (2011). Seeing and doing: ability to act moderates orientation effects in object perception. *Quarterly Journal of Experimental Psychology (2006)*, *64*(4), 639–48.