



HAL
open science

Échappée visuelle: l'horizon pour connaître, l'horizontal pour agir

Anne Tüscher

► **To cite this version:**

Anne Tüscher. Échappée visuelle: l'horizon pour connaître, l'horizontal pour agir. 2004.
ijn_00000580

HAL Id: ijn_00000580

https://hal.science/ijn_00000580

Submitted on 22 Feb 2005

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.

L'horizon pour connaître, l'horizontal pour agir

Voir loin est une chose ; y aller en est une autre.

Brancusi

Dans cet article, nous nous proposons d'examiner les concepts respectifs de l'horizon et de l'horizontal au regard des théories tant psychologiques que neuroscientifiques de la vision. Nous distinguerons l'horizon et l'horizontal comme deux éléments complémentaires dans le cadre des notions fondamentales (invariant et affordance) de la théorie écologique de la perception visuelle. Nous suggérerons que ces deux éléments peuvent trouver une correspondance cohérente dans la bipartition anatomo-fonctionnelle (perception et action) du traitement visuel cérébral. Loin de prétendre à l'exhaustivité, nous espérons simplement que la mise en parallèle de ces différentes approches permettra d'apprécier la richesse des mécanismes de la perception visuelle spatiale et –partant– de l'espace architectural.

Selon la théorie dite '*écologique*' de la vision, élaborée dès les années soixante par le psychologue James Gibson, le but du système visuel est d'extraire directement du réseau optique les propriétés invariantes de l'environnement (et non d'en construire une représentation). Est appelé *invariant* un paramètre de la structure lumineuse reflétée par un objet qui demeure constant en dépit des mouvements de l'observateur. Lorsqu'un objet de l'environnement offre une possibilité d'action à un observateur, on parle alors d'*affordance*. L'affordance d'un objet dépend tout autant de ses caractéristiques propres que de celles de l'observateur. L'information invariante spécifiant une affordance agit de deux manières : elle permet à l'observateur de voir sa place dans l'environnement et, de cette façon, elle peut guider ses actions.

Dans un ouvrage très récent sur la vision humaine, le philosophe Pierre Jacob et le neuroscientifique Marc Jeannerod soutiennent que cette notion d'affordance était une intuition extrêmement perspicace de Gibson, mais satisfaisante uniquement dans le cadre d'un seul des deux aspects du traitement visuel. En effet, la thèse centrale des neurosciences de la vision des vingt dernières années affirme qu'il existe deux voies anatomiques corticales distinctes dans le système visuel des primates. En 1995, les neuropsychologues David Milner et Mel Goodale soutiennent que la voie *ventrale* sert principalement à percevoir et reconnaître visuellement les objets, tandis que la voie *dorsale* sert au contrôle visuo-moteur des actions dirigées vers les objets. Cette distinction anatomo-fonctionnelle est maintenant communément admise. L'examen de nombreux cas de désordres dans la perception spatiale et le contrôle visuel de l'action confirme que, chez l'homme, le traitement spatial est une caractéristique à la fois du courant ventral et du courant dorsal, dans lesquels l'espace visuel est codé différemment. Ces codages distincts coïncident également avec une séparation de l'espace en deux zones égocentriques : l'*espace lointain* et l'*espace proche*.

L'horizon comme invariant

À proprement parler, pour Gibson, seules les affordances sont perçues. Quelle possibilité d'action peut nous offrir l'horizon ? Aucune. Il n'apparaît donc pas comme une affordance. Néanmoins, en tant qu'invariant, il est un élément fondamental de notre perception visuelle spatiale.

L'horizon *terrestre*, considéré comme la ligne de démarcation sur laquelle la taille des objets se réduit à zéro et leur distance augmente à l'infini, est naturellement caractérisé comme un élément invariant de la vision lointaine. Or, cette limite de la vue n'est en réalité que la dramatisation d'un trait géométrique ordinaire permanent de notre champ visuel. Du point de vue de la théorie écologique, l'horizon *visuel* est en effet défini comme la ligne d'origine des vecteurs du flux optique, c'est-à-dire des transformations du réseau optique dues aux mouvements de l'observateur. Dans un espace fermé autant que dans un espace ouvert, l'horizon constitue une propriété invariante détectable par le système visuel. En tant que telle, il nous permet non seulement d'obtenir des informations sur les objets –proches ou lointains– de notre environnement, mais également de percevoir notre place dans

l'environnement car sa position dans le champ visuel correspond invariablement à la hauteur de nos yeux.

Un rapport de hauteurs, le ratio-horizon, lie de manière constante la hauteur des objets –leur *taille*– à celle de nos yeux. La règle est la suivante : la hauteur d'un objet à partir de sa base reposant sur le sol jusqu'au point où il coupe l'horizon visuel est toujours égale à la hauteur du point de station au-dessus du sol (souvent la hauteur des yeux). Une autre relation d'angles visuels basée sur l'horizon spécifie la *distance* le long du sol entre l'observateur et la base de l'objet : plus un objet est loin de l'observateur, plus sa base est proche de l'horizon visuel. Ainsi, les tailles et les distances relatives de deux objets ou plus sont complètement spécifiées par la comparaison de leurs relations invariantes respectives avec l'horizon visuel. De récentes expériences de réalité virtuelle ont montré que, lorsqu'une image est générée avec une hauteur de ligne d'horizon virtuelle correspondant proportionnellement à celle du champ visuel naturel, l'estimation des distances absolues des objets par rapport à l'observateur est notablement améliorée. L'expérimentation psychophysique a également établi que les relations avec l'horizon visuel sont utilisées spontanément avec succès pour, par exemple, évaluer l'affordance d'un escalier (sa possibilité d'être gravi) ou celle d'une porte (sa possibilité d'être franchie).

L'horizontal comme affordance

Si l'horizon n'est pas une affordance, en revanche le plan horizontal en est une. Le champ visuel de l'homme est d'ailleurs particulièrement bien adapté à la perception de ce plan horizontal dans la mesure où notre champ visuel est asymétrique relativement à la ligne d'horizon. En effet, plus de 60% de notre champ visuel est dédié à la perception des éléments situés sous cette ligne d'horizon, par conséquent au *plan horizontal terrestre*.

Gibson soutient qu'au lieu de percevoir l'espace en lui-même, nous percevons la disposition des surfaces interconnectées qui composent notre environnement visible. La surface de base est le plan terrestre. Nous ne percevons pas les distances à travers l'espace vide mais le long de ce plan terrestre. Gibson ignorait que cette même hypothèse avait été discutée environ un millier d'années auparavant par le scientifique arabe Alhazen. Ce dernier faisait l'observation suivante : les distances absolues des objets sont incertaines si ceux-ci apparaissent dépasser le sommet d'un mur, de sorte que leurs bases ne sont pas visibles. Comme cela a été très clairement décrit par Alberti en 1435 dans le premier traité occidental sur la peinture, une bonne représentation des relations spatiales dépend de la construction précise du plan terrestre. Il semble que notre prédisposition à percevoir l'environnement comme un agencement de surfaces interconnectées est à la base de l'efficacité de représentations simples telles que les dessins au trait. En effet, une simple ligne horizontale au milieu d'une feuille est couramment interprétée comme la limite du plan terrestre et un espace architectural complexe, composé de plans reliés, peut être évoqué par quelques lignes convergentes et parallèles.

Pour Gibson, la surface horizontale terrestre, plate et rigide, offre un soutien à l'animal. Elle permet le maintien de son équilibre et de sa posture relativement à la force de gravitation, laquelle est toujours orientée perpendiculairement à cette surface. L'équilibre et la posture sont les conditions préalables pour d'autres comportements, comme la manipulation d'objets et la locomotion. Ainsi, si l'horizon est conjointement la borne et la condition de possibilité de notre connaissance perceptive des objets, puisqu'il nous permet de comparer leurs tailles et leurs formes (par l'intermédiaire de la perception de la distance), l'horizontal est en revanche le socle sur lequel reposent les actions visuellement guidées. De plus, bien que notre impression phénoménologique de l'espace tridimensionnel soit unifiée et homogène, la science nous apprend que cela ne reflète ni la structure des mécanismes psychophysiques ni celle des mécanismes cérébraux sous-jacents. Nous allons retrouver la distinction perception/action, et ses conséquences pour la partition de l'espace, appliquée tant au niveau du comportement de l'individu, étudié par le biais de l'expérimentation psychophysique et neuropsychologique, qu'au niveau des enregistrements de cellules cérébrales, dont s'occupe la neurophysiologie.

Trois espaces identifiés par la psychophysique

Au vu des résultats obtenus par l'expérimentation psychophysique, deux caractéristiques de la perception spatiale doivent être prises en considération. Premièrement, l'espace perçu est *anisotrope*.

En particulier, les distances perçues sont raccourcies par rapport aux distances réelles, particulièrement lorsque celles-ci augmentent. Deuxièmement, cette *compression* est probablement due à la diminution de la disponibilité des sources d'information sur la profondeur. Il faut noter que nous ne remarquons pas que notre perception de l'espace n'est pas véridique. En effet, là où la compression est la plus forte, la distance est suffisamment grande pour que les erreurs de jugements n'aient pas de conséquences sur notre comportement quotidien. Il existe néanmoins un raccourcissement accéléré de l'espace, du plus proche au plus lointain.

Nous disposons de nombreuses sources d'information sur l'organisation spatiale de notre environnement : accommodation, convergence, occlusion, taille relative, densité relative, hauteur dans le champ visuel, perspective(s), disparité binoculaire, parallaxe de mouvement etc. Elles nous permettent d'obtenir des *types* d'information différents. L'occlusion ne donne en effet jamais qu'une information ordinale. La taille relative fournit en revanche une information de rapport, tandis que la disparité binoculaire et la parallaxe de mouvement peuvent offrir une information sur la distance absolue. De plus, l'efficacité respective des différentes sources n'est pas équivalente sur toute l'étendue des distances. Globalement, la quantité et la qualité de l'information sur la profondeur déclinent avec l'augmentation de la distance.

Ces considérations sur l'acuité des indices de profondeur, complétées par une analyse des comportements pertinents, se sont traduites chez certains psychophysiciens par une partition de l'espace en trois régions ou étendues de distance circulaires fondées de manière égocentrique. L'*espace personnel* recouvre une zone s'étendant immédiatement autour de la tête du sujet, dans la limite d'une atteinte facile de la main. Il s'agit de l'espace d'action d'un individu statique. Cet espace est perçu à peu près de façon métrique car de nombreuses sources d'information sont disponibles. La faible efficacité de l'accommodation et de la convergence au-delà de 2 mètres délimite cet espace des autres plus éloignés. A cette distance (1,5-2 mètres), se trouve en effet une frontière qui marque le début de l'*espace de l'action rapide* d'un individu. La hauteur dans le champ visuel y devient une source d'information importante ainsi que la parallaxe de mouvement du marcheur –laquelle est brouillée et donc inutile dans l'espace personnel. Si l'on considère qu'une erreur de 10-15% lors d'une estimation de distance est fatale pour l'exécution fiable d'une action, alors cet espace ne s'étend pas au-delà de 30 mètres, distance au-delà de laquelle la disparité binoculaire et la parallaxe de mouvement cessent d'être performantes. A partir de 30 mètres, commence l'*espace de la vue*. Dans cette étendue de distances, peu d'éléments changent pour un marcheur en vision binoculaire. Les sources d'information de profondeur qui restent opérantes sont les sources dites picturales : occlusion, taille relative, hauteur dans le champ visuel, perspective(s). Il faut cependant nuancer cette affirmation en précisant que la parallaxe de mouvement est encore un indice relativement efficace à cette distance. En effet, un marcheur fera parfaitement la différence entre un bâtiment situé à 30 mètres et une chaîne de montagnes plus éloignée. Cet espace devient de plus en plus compressé avec la distance. Il faut ajouter que, bien que les frontières entre ces espaces ne soient pas arbitraires, elles ne sont pas non plus précisément démarquées.

Par ailleurs, l'expérimentation psychophysique a montré que notre orientation spatiale repose principalement sur des repères situés à l'arrière-plan de notre champ visuel. La base neurophysiologique de ces observations est établie par l'expérimentation animale. On a en effet observé que les 'cellules de direction de la tête' chez le rat, lesquelles déchargent lorsque l'animal oriente sa tête dans une direction préférentielle relativement à un environnement particulier, sont sensibles aux repères spatiaux d'arrière-plan plutôt qu'aux objets de l'environnement immédiat. À première vue, il semble donc que le cerveau distingue l'espace proche de l'espace lointain. Les neurosciences confirment-elles cette découverte ?

Deux espaces identifiés par les neurosciences

Nous pouvons remplacer la tripartition spatiale d'origine psychophysique par une bipartition comportementale : l'action visuo-motrice de la main se déroule dans l'*espace proche* (ou espace personnel), tandis que tout ce qui se passe au delà concerne l'*espace lointain* (ou espace extrapersonnel, c'est-à-dire espace de l'action + espace de la vue).

Des études neurophysiologiques effectuées chez l'animal ont démontré que ces deux espaces sont codés par des aires cérébrales et des mécanismes neuronaux différents. Chez le singe, les neurones codant l'espace lointain sont essentiellement visuels. En revanche, les neurones codant

l'espace proche sont souvent bi-modaux, c'est-à-dire qu'ils déchargent non seulement lorsqu'un stimulus tactile est livré à la main du singe, mais aussi lorsque des objets visuels sont présentés près de la main du singe.

Comment le cerveau décide-t-il de ce qui est proche et de ce qui est lointain ? Actuellement, l'hypothèse la plus plausible suppose un codage des positions spatiales dans une opération dynamique, à savoir non seulement une évaluation de la distance entre le corps et le stimulus, mais aussi une dépendance à l'égard de l'exécution d'actions spécifiques. Il a été démontré que, chez le singe, l'activation des 'cartes spatiales' peut être influencée par l'utilisation d'un outil modifiant la relation spatiale entre le corps et l'objet. En effet, lorsque le singe cherche à atteindre un objet lointain par l'intermédiaire d'un râteau, les neurones bi-modaux qui déchargeaient au préalable pour l'espace proche se mettent à décharger aussi pour l'espace codé jusqu'alors comme lointain, puisque celui-ci est désormais atteignable par le râteau. Ainsi, l'espace lointain est re-cartographié comme proche ou, ce qui revient au même, l'espace proche est élargi de sorte à inclure désormais l'espace rendu accessible par le râteau.

Cette modulation de l'espace est avérée également chez les humains. Les preuves les plus évidentes proviennent d'études sur des patients manifestant un désordre neuropsychologique appelé *hémi-négligence*. Dans sa forme la plus commune, à la suite d'une lésion cérébrale dans l'hémisphère droit, les patients ignorent un côté entier, généralement le gauche, de l'espace égocentrique. Aussi vont-ils diviser une ligne horizontale en deux parties égales de manière totalement incorrecte. L'hémi-négligence n'est pas un désordre monolithique : il peut être fractionné en une variété de désordres plus spécifiques, reflétant chacun un composant de la structure complexe du cerveau dévolue à la représentation spatiale. L'une d'elles est la négligence distale/proximale : certains patients, les plus nombreux, paraissent souffrir d'une représentation défectueuse du secteur lointain de l'espace, tandis que d'autres manifestent une incapacité à se représenter consciemment le secteur proche de l'espace. L'un de ceux-ci, ayant des difficultés notables à diviser une ligne dans l'espace proche mais des difficultés moindres dans l'espace lointain, s'est trouvé avoir nettement plus de peine dans l'espace lointain lorsqu'il utilisait un outil. La représentation de l'espace proche, affectée par la négligence, était activée pour une action faite dans un espace originellement cartographié comme lointain. Dans le cas de l'utilisation d'outil, le changement dans l'encodage spatial a lieu avant que l'action ne commence, alors que le cerveau a déjà intégré l'outil comme une extension de l'espace proche. Il faut noter, en revanche, qu'une modulation identique ne semble pas pouvoir être obtenue par la locomotion. La position d'un objet lointain –situé à plus de 3 mètres– n'est pas réactualisée par la marche et l'erreur potentielle (négligence distale) est générée en fonction de la première représentation activée.

Globalement, les résultats expérimentaux obtenus en imagerie cérébrale reflètent l'importance des régions dorsales pour la manipulation dans l'espace proche et le rôle prééminent des régions ventrales dans la perception de l'espace lointain, bien que les spécifications ne soient pas absolues. Par ailleurs, nous savons que le cortex dorsal occipital représente le champ visuel bas et donc, typiquement, l'espace proche. L'activation du cortex ventral occipital pendant une tâche dans l'espace lointain est cohérente avec le fait que les stimuli dans cet espace se projettent spécifiquement dans le champ visuel haut.

Horizons

Pourquoi le cerveau possède-t-il différents systèmes pour représenter l'espace proche et l'espace lointain ? Probablement parce qu'il a dû progressivement résoudre des problèmes fondamentalement différents. Prioritairement, la vision des mammifères s'est développée relativement aux besoins de l'action, toujours plus complexe, et non pas dans le but de la reconnaissance perceptive. La bipédie a libéré la main de l'homme et lui a permis de s'adapter à des actions réclamant de plus en plus d'habileté. Mais, lorsque l'homme préhistorique est passé de la forêt à la savane, l'ouverture de l'espace a probablement joué également un rôle dans la diversification du système visuel. À la différence des singes, les hommes sont devenus capables d'avoir accès à des formes de cognition spatiale nécessitant une représentation supramodale. L'espace lointain est donc le lieu d'un nouveau type de contrôle comportemental : la recherche visuelle, le scanning et la reconnaissance d'objets. La saccade oculaire est la seule action immédiate qui peut être entreprise envers des objets du champ visuel lointain. Le codage d'un endroit particulier de l'espace lointain se fait d'ailleurs en termes de

distance et de direction du mouvement de saccade nécessaire pour fixer des yeux cet emplacement. Et, bien que le simple codage des saccades oculaires ne soit pas équivalent à l'analyse visuelle de l'espace lointain, certains auteurs ont indiqué la possibilité qu'une aire cérébrale impliquée dans la programmation du mouvement des yeux puisse contribuer à la représentation de l'espace lointain. Quoiqu'importante pour les objets situés dans l'espace proche, la reconnaissance visuelle l'est encore plus pour les objets situés dans l'espace lointain, parce qu'alors elle ne peut plus être secondée par le toucher.

Nous n'avons évoqué dans cet article que certains aspects de la perception spatiale du proche et du lointain. Nous aurions pu encore parler –notamment– des recherches trans-linguistiques, lesquelles suggèrent que la plupart des systèmes démonstratifs spatiaux (par exemple 'ici, là, là-bas') constituent un cas intéressant d'indépendance entre représentations linguistiques et perceptives. Le domaine particulier de la perception de l'espace architectural et de sa représentation n'a été qu'effleuré. Les implications sont multiples et les horizons vastes.

Quelques références

- Gibson, J.J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Hillsdale : Lawrence Erlbaum Associates.
- Jacob, P., & Jeannerod, M. (2003). *Ways of Seeing : the scope and limits of visual cognition*. Oxford : Oxford University Press.
- Milner, A.D., & Goodale, M.A. (1995). *The visual brain in action*. Oxford : Oxford University Press.