Vicariances : la flexibilité du vivant

Vicariances: the life flexibility

Théophile Ohlmann

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/osp/5626>

DOI : 10.4000/osp.5626

ISSN : 2104-3795

Éditeur

Institut national d'étude du travail et d'orientation professionnelle (INETOP)

Édition imprimée

Date de publication : 15 mars 2018

ISSN : 0249-6739

Référence électronique

Théophile Ohlmann, « Vicariances : la flexibilité du vivant », *L'orientation scolaire et professionnelle* [En ligne], 47/1 | 2018, mis en ligne le 01 mars 2020, consulté le 16 décembre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/osp/5626> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/osp.5626>

Ce document a été généré automatiquement le 16 décembre 2020.

© Tous droits réservés

Vicariances : la flexibilité du vivant

Vicariances: the life flexibility

Théophile Ohlmann

« Et ceci est clair : Ils [les disciples] n'ont jamais rien
appris qui vienne de moi, mais ils ont trouvé eux-
mêmes, à partir d'eux-mêmes, une foule de belles
choses. »
(Platon, Théétète)

Redondances et Suppléances

« Il existe [donc] quelques raisons générales, pour le
psychologue, de s'intéresser aux situations dans
lesquelles ont lieu plusieurs processus d'élaboration de
la réponse, processus pouvant se substituer l'un à
l'autre. »
(Reuchlin, 1978, p. 134)

- 1 Les « vicariances »¹ sont connues depuis toujours, mais elles ont été le plus souvent comprises comme des *suppléances*. C'est le cas de la modalité haptique qui chez l'aveugle remplace, dans certaines circonstances, la vision. Il en est de même des réseaux de neurones ou des réseaux veineux qui se substituent au réseau initial défaillant. On parle également de vicariance quand une espèce animale occupe la niche écologique d'une autre espèce voisine.
- 2 Lorsqu'en 1978, Maurice Reuchlin publie² son article « Processus vicariants et différences individuelles », peu de psychologues se doutent alors de la portée d'un tel texte à la base d'une véritable refondation de la psychologie différentielle. En effet, l'auteur y fait deux propositions innovantes : d'une part, face à un problème donné, chaque individu disposerait de plusieurs processus redondants et, d'autre part, l'évocabilité de chacun de ces processus serait variable d'un individu à l'autre, mais aussi et surtout d'une situation à l'autre. Aujourd'hui, ces propositions ont pleinement

trouvé leur confirmation au sein des neurosciences (Ansermet & Magistretti, 2011 ; Berthoz, 2013 ; Turner, 2013 ; Sablonnière, 2015, 2016).

- 3 Supposer que le sujet puisse varier d'une situation à une autre situe Maurice Reuchlin parmi les grands interactionnistes tels que Baldwin, Skinner, Piaget ou encore Gibson. Ils ont tous révolutionné leur domaine en se positionnant à l'interface dynamique entre le vivant et son environnement. Pour des raisons de commodités ³, et pour ne pas dire de rigueur apparente, on a eu tendance à figer une des caractéristiques : la psychologie générale classique prendra les variations individuelles comme une source d'erreur et ne s'engagera donc que dans une partie de l'interaction, les variations situationnelles. Même la psychologie différentielle prendra le point de vue réciproque et recherchera pour des situations voisines, la stabilité des différences. Cependant, la contrepartie du parti pris interactionniste est de rendre l'administration de la preuve parfois difficile. En effet, les variations simultanées des variables-sujets ou variables dites « étiquettes » et des variables situationnelles entraînent, comme nous le verrons plus loin, une variabilité intra-individuelle parfois très labile. Cette dernière a, en effet, souvent un caractère aléatoire, mais si la réponse est adaptée, elle donne lieu à une réaction circulaire renforcée, et elle est donc conservée par l'individu.
- 4 Aujourd'hui, on sait que les redondances affectent tous les niveaux du vivant. On peut désormais observer lors du codage des protéines par le tandem ADN-ARN que des chaînes d'acides aminés différentes peuvent donner lieu à une protéine identique et que réciproquement une même chaîne d'acides aminés peut aboutir à des protéines différentes (Kupiec & Sonigo, 2000).
- 5 Désormais, grâce notamment à l'IRM par DTI ⁴, on observe avec précision que les connexions entre deux aires cérébrales ou entre des organes sensoriels et aires cérébrales se font par des voies multiples, partiellement ou totalement redondantes. À partir d'un seul neurone des noyaux vestibulaires ⁵, Waespe et Henn (1977) ont été les premiers à montrer que pour déclencher un train de potentiels d'action, une stimulation, soit visuelle, soit labyrinthique, soit tactilo-kinesthésique est suffisante. Que dire des travaux sur la substitution sensorielle qui montrent que l'on peut « voir » avec ses oreilles ou la peau de son dos ou bien celle du ventre ? Les neurones des aires visuelles fournissent à partir d'ultrasons rendus audibles une visualisation acceptable de l'environnement (Goldstein & Wiener, 1981). Ceci constitue à nos yeux l'exemple le plus poussé de vicariances neuronales.
- 6 À un niveau plus comportemental, le réflexe tonico-vibratoire, étudié particulièrement par Jean-Pierre Roll et son équipe (voir Gilhodes et al., 1986), a mis en évidence que le muscle est vicariant et fonctionne soit sur un mode moteur, soit sur un mode perceptif. Les activités motrices, perceptives, mnésiques, intellectuelles donnent, elles aussi, lieu à des vicariances. Ajoutons que sans ces dernières, certaines formules générales pourraient confiner à l'absurdité. En incluant les aspects anatomiques, neurologiques, comportementaux, il existe plus de 15 « outils » pour percevoir visuellement le relief ; quel individu les engagerait simultanément sans prendre de risques pour sa survie ?
- 7 Une telle extension ne met-elle pas en cause la compréhension du concept de vicariances ? En fait, il apparaît aujourd'hui que la vicariance ne relève pas d'un fonctionnement exceptionnel, mais constitue la base de notre comportement normal. Ainsi, pour le neurophysiologiste Robert Turner (2013), on n'utiliserait jamais deux fois le même cerveau, tant le fourmillement des réseaux autorise une véritable combinatoire de trajectoires pour une conduite donnée ⁶.

- 8 Alain Berthoz, un autre neurophysiologiste considère (2013, p. 182), au sein d'un ouvrage entièrement consacré à ce sujet, que « la vicariance est une propriété fondamentale du vivant ». En fait, les vicariances sont la résultante de deux processus à l'origine même du vivant : la combinatoire et les mécanismes de sélection. Celle-là génère de la diversité de manière aléatoire alors que ceux-ci l'organisent. Nous verrons comment le « modèle vicariant » s'insère dans les différentes théories de l'évolution et notamment dans la théorie neutraliste.
- 9 Après avoir rapidement développé le modèle de Maurice Reuchlin, nous prendrons plusieurs exemples qui le mettent en évidence. Nous insisterons sur deux points qui ont été relativement peu développés : d'une part les conséquences, notamment au niveau des populations, de la contrainte situationnelle sur la sélection des processus et d'autre part la dynamique des processus vicariants.
- 10 Enfin, nous aborderons l'étonnante complémentarité⁷ entre les vicariances et les affordances (Gibson, 1979) ainsi que leurs conséquences sur les phénomènes de sérendipité.

La vicariance : une vision inédite des différences comportementales refondatrice de la psychologie

« Chaque individu disposerait de plusieurs processus vicariants pour s'adapter à la situation dans laquelle il se trouve. »

(Reuchlin, 1978, p. 134)

Des canards... ou de la locomotion fortement vicariante !

- 11 Le modèle différentiel des vicariances se caractérise par deux propriétés principales : (i) chaque individu possède une partie, sinon la totalité, du répertoire des processus susceptibles de traiter un problème déterminé ; (ii) chez un individu donné, certains processus seraient plus facilement évocables que d'autres.
- 12 Cette approche qualitative des différences interindividuelles se situe dans une perspective relativement générale puisqu'elle postule que tous, pour s'adapter à une gamme de problèmes, partagent une grande partie du catalogue des processus disponibles. L'évocabilité préférentielle, par un individu, de l'un de ces processus conduit à une formule qui les connecte par des OU (ou des SOIT) et non par des ET, rendant ainsi chacun d'entre eux suffisant et non nécessaire. Il est vraisemblable que cette concurrence entre des processus donnés ne vaut que pour résoudre une gamme de problèmes de difficulté définie. Pour des problèmes plus complexes ou plus simples, l'équivalence fonctionnelle des processus, et ainsi leur substituabilité, pourrait disparaître.
- 13 Pour mieux comprendre les vicariances et surtout leurs conséquences sur l'organisation de la population, prenons l'exemple des canards. La figure 1 illustre les rotations de leurs catalogues locomoteurs en fonction des contraintes situationnelles. Ces oiseaux (entre autres *Anas platyrhynchos* ou Colvert et *Somateria spectabilis* ou Eider) sont suréquipés en processus locomoteurs : marche, nage en surface, plongée, nage

lente palmée sous l'eau, vol aquatique⁸, vol sur de longues distances diurnes voire nocturnes (*Anas platyrhynchos*).

- 14 Évidemment, aucun canard n'ira engager simultanément l'ensemble de ces processus. C'est la distance à parcourir qui va opérer une sélection parmi l'ensemble des outils locomoteurs : marche pour les courtes distances, vol pour les grandes distances. Toutefois, pour les distances intermédiaires, où aucun outil n'est décisif, le fonctionnement du groupe est momentanément différentiel. La distance à parcourir constitue, ici, le moteur de rotation de leur catalogue. On ne peut parler de vicariances qu'à la condition d'avoir mis en évidence ce type de moteur et cela est d'autant plus difficile que la nature dudit moteur peut différer complètement de celle des items du catalogue. Constaté que des individus mettent en œuvre des processus différents permet d'observer au mieux des styles, mais seule la variabilité intra-individuelle est la signature des vicariances.

Figure 1..Variation des différences interindividuelles locomotrices en fonction des distances à parcourir

Figure 1. Variation in locomotive inter-individual differences according to the distances to be travelled

Les vicariances, un modèle à double probabilité

« La hiérarchie d'efficacité et d'évocabilité varierait respectivement en fonction des situations et en fonction des individus. »
(Reuchlin, 1978, p. 145)

- 15 Les possibilités de cette modélisation, en partie inspirée par la notion de hiérarchie des réponses de Hull, puis de Maltzman (Reuchlin, 1978) conduisent à une combinatoire complexe, car elle se situe à plusieurs niveaux de différenciation.

TABLEAU 1. 9 des 24 catalogues possibles de processus

i1	i2	i3	i4	i5	i6	i7	i8	i9	in
A	B	C	D	A	B	C	D	A	...
B	A	A	A	C	C	B	B	D	...
C	C	B	C	B	A	A	A	B	...

D	D	D	B	D	D	D	C	C	...
---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----

16 Notes : Chaque colonne représente un individu (i1, i2... in)

TABLE 1. NINE OF 24 POSSIBLE CATALOGUES OF PROCESSES

- 17 i) Pour un ensemble de situations données, relativement voisines cependant, les individus peuvent différer par leur tête de catalogue. Imaginons quatre processus A, B, C, et D qui entraînent 24 catalogues différents (4 !) ordonnés en fonction de leur hiérarchie d'évocabilité, chaque colonne correspondant à un individu :
- 18 Un premier niveau de variabilité interindividuelle est observable sur la tête de catalogue, cependant les trois individus « A » ci-dessus n'ont que la tête de catalogue en commun. Si le processus C était exigé par la contrainte situationnelle, i5 le mettrait en œuvre sans doute plus vite que le sujet i9. La similitude entre la diversité psychologique et la diversité biologique est ici frappante. L'existence de formes variées (parallèles) de processus remplissant à peu près les mêmes fonctions est comparable à la notion génétique d'allèle⁹. Le processus le plus facilement évocable, pour un sujet donné, peut être assimilé à un processus dominant, les autres étant récessifs. Les notions de codominance, pléiotropie, épistasie, hypostasie, sont ici également transposables. Dans la même veine, on considérera que deux individus ayant la même tête de catalogue offrent le même « phénostyle » (phénotype) alors que leurs « génostyles » (génotypes) sont différents comme par exemple ABCD et ACBD. Toutefois, la comparaison s'arrête lorsqu'on envisage les rotations du catalogue, celui des gènes étant fixe.
- 19 ii) Concernant ces processus, une formalisation a été proposée par Maurice Reuchlin. L'auteur y envisage une « double » probabilité : d'une part la probabilité « d'évocation » P_e d'un processus par un individu donné i dans une situation donnée s , soit $P_{i s . e}$ et d'autre part la probabilité de « réussite » P_r d'un processus donné¹⁰ pour une population donnée n dans une situation donnée s , soit $P_{n s . r}$. Par définition pour un individu donné, dans une situation donnée la somme des P_e est égale à 1. Par contre, les $P_{n s . r}$ sont indépendants les uns des autres, ils ne peuvent être sommés.
- 20 On voit que i1 et i2, bien qu'ayant la même hiérarchie de processus, ont des probabilités d'évocation du processus différentes (voir tableau 2). Et, si on considère la probabilité conditionnelle suivante $P(r/e)$ (probabilité de réussite sachant la probabilité d'évocation), on constate que les chances de réussite (somme des probabilités conditionnelles en supposant que le sujet active tous ses processus avec des fréquences variables)¹¹ de l'individu 2 sont plus élevées que celles de l'individu 1, respectivement 0,306 vs 0,158 (voir tableau 3).

TABLEAU 2. Des hiérarchies d'évocabilité différentes pour un même catalogue

i1	$P_{i1.s1.e}$	i2	$P_{i2.s1.e}$	$P_{n.s1.r}$	in
A	0,80	A	0,28	0,10	...
B	0,11	B	0,27	0,40	...
C	0,05	C	0,25	0,60	...

D	0,04	D	0,20	0,10	...
p	1	1			

TABLE 2. DIFFERENT HIERARCHIES OF EVOCABILITY FOR THE SAME CATALOGUE

TABLEAU 3. Probabilités de réussite différentes pour un même catalogue mais avec des hiérarchies d'évocabilité différentes et lors d'une situation relativement contraignante

i1	P i1.s1. e	i2	P i2.s1. e	P n.s1. r	P i1s1. e*r	P i2s2. e*r
A	0,80	A	0,28	0,10	0,120	0,060
B	0,11	B	0,27	0,40	0,100	0,112
C	0,05	C	0,25	0,60	0,050	0,110
D	0,04	D	0,20	0,10	0,005	0,020
P s.r	1	1			0,158	0,306

TABLE 3. DIFFERENT PROBABILITY OF SUCCESS FOR THE SAME CATALOGUE, BUT WITH DIFFERENT HIERARCHIES OF EVOCABILITY AND DURING A RELATIVELY RESTRICTIVE SITUATION

- 21 iii) Le modèle correspond à une interaction double où interviennent l'évocabilité, la réussite et enfin le niveau de contrainte. Les exemples précédents ont été cantonnés à une seule situation s1 où les contraintes étaient modérées. Si la situation est clémente, les processus sont équipotents, la forte variabilité interindividuelle et corrélativement la faible variabilité intra autorisent toutes les configurations. La probabilité globale de réussite est identique (voir tableau 4).

TABLEAU 4. Probabilités de réussite différentes pour un même catalogue mais avec des hiérarchies d'évocabilité différentes et lors d'une situation clémente

i1	P i1.s2. e	i2	P i2.s2. e	P n.s2. r	P i1s2. e*r	P i2s2. e*r
A	0,80	A	0,28	0,85	0,680	0,238
B	0,11	B	0,27	0,80	0,088	0,216
C	0,05	C	0,25	0,95	0,047	0,237
D	0,04	D	0,20	0,80	0,032	0,160
Ps2.r	1	1			0,847	0,851

TABLE 4. DIFFERENT PROBABILITY OF SUCCESS FOR THE SAME CATALOGUE, BUT WITH DIFFERENT HIERARCHIES OF EVOCABILITY AND DURING A SIMPLE SITUATION

- 22 Par contre, dans une situation contraignante, et cette fois entre les deux sujets i1 (A, B, C, D) et i3 (C, B, D, A) qui ont deux catalogues hiérarchisés différemment, les différences

sont très importantes (0,142 vs 0,780). Sans rotation de son catalogue avec C en tête, le sujet ne pourra pas s'adapter (voir tableau 5).

TABLEAU 5. Probabilités de réussite différentes des catalogues distincts et lors d'une situation très contraignante (les processus sont indexés avec une fréquence décroissante)

i1	P i1.s3. e	i3	P i3.s3. e	P n.s3. r	P i1. e*r	P i3. e*r
A ¹	0,80	A ⁴	0,04	0,10	0,080	0,004
B ²	0,11	B ²	0,10	0,10	0,010	0,010
C ³	0,05	C ¹	0,80	0,95	0,047	0,760
D ⁴	0,04	D ³	0,06	0,10	0,004	0,006
P.r	1		1		0,142	0,780

TABLE 5. DIFFERENT PROBABILITY OF SUCCESS OF DIFFERENT CATALOGUES DURING A VERY RESTRICTIVE SITUATION (THE PROCESSES ARE INDEXED WITH DECREASING FREQUENCY).

- 23 Selon Maurice Reuchlin (p.137), « cette formalisation... pourrait envisager l'intervention simultanée de plusieurs processus (ou leur succession ou alternance dans le temps) ». Les présentations ci-dessus ont hiérarchisé les catalogues processus par processus. Mais, en cas de fortes contraintes (gestes extrêmes du sportif ou de l'artiste, pathologies, apprentissages, développement, etc.), en plus des rotations, des combinaisons de processus sont à prendre en compte. Ainsi, l'étude des sauts extrêmes chez l'acrobate confirme une rotation de catalogue : vision pour les sauts périlleux simples, système vestibulaire pour les sauts périlleux vrillés puis combinaison visuo-vestibulaire pour les doubles sauts périlleux, etc.
- 24 Par ailleurs, le modèle des vicariances pourrait également rendre compte des dimensions telles que la persévération, la flexibilité, la fluidité, la créativité. On conçoit que les changements de processus sont peut-être plus rapides et plus faciles pour les individus dont les probabilités d'évocation sont proches (notre sujet P i2) que pour ceux dont les probabilités sont très dispersées (notre sujet P i1). La partie suivante va aborder ce qui pour nous constitue l'essence même des vicariances : les facteurs susceptibles d'entraîner une rotation du catalogue.

La dynamique des processus vicariants : une interprétation inédite de la conduite de détour

« La littérature psychologique comporte de nombreux exemples de résultats ¹² paraissant compatibles avec le modèle [des processus vicariants]. »
(Reuchlin, 1978, p. 134)

Rotation du catalogue et conduite de détour

- 25 La capacité à inhiber une action spontanée pour en privilégier une autre voire en combiner plusieurs autres afin d'atteindre le but recherché caractérise la conduite de détour. Dans le langage des vicariances, cela revient à inhiber la tête de catalogue pour privilégier un autre comportement moins fréquent. Notons que ce détour peut découler d'une rotation des catalogues de conduites ou de celle des processus voire d'une interaction entre les deux niveaux.
- 26 La conduite de détour est le socle des comportements intelligents. Gérée en grande partie par nos lobes frontaux, sorte de cortex du cortex, elle ne se limite pas au fameux exemple du chien qui contourne le grillage, mais apparaît aussi à des niveaux plus complexes. Ainsi le garçon de café qui apporte sept cafés à une table de huit, pour aller vite et sans hésiter, doit servir un « non-café » à celui qui n'en prend pas et connaître ainsi tous ceux qui en prennent. Mais que c'est dur de servir un « non-café » quand justement on est serveur ! Quand Flemming découvre que ses boîtes de culture de bactéries sont moisies, il ne les jette pas comme aurait dû le faire tout chercheur soigneux et ordonné. Il se « détourne » de la réaction d'un « bon » biologiste des années trente. Il observe ses boîtes au microscope et constate que les bactéries se tiennent à distance des moisissures. Les expériences suivantes porteront sur l'espace, domaine où les redondances sont extrêmement nombreuses parce qu'il n'y a pas de capteurs dédiés pour percevoir ce vide sans énergie qu'est l'espace.

Vicariances et contraintes

La contrainte posturale

- 27 La prise de référentiels nécessaires à la cognition spatiale s'organiserait selon des processus vicariants. Les comportements spatiaux, des plus élémentaires aux plus complexes, s'établissent à partir d'invariants directionnels appelés référentiels. Dans les situations habituelles, trois directions fortement corrélées sont disponibles en permanence : visuelle (V), gravitaire (G) et égocentrée (Z : axe allant de la tête aux pieds). La littérature a nettement établi non pas l'existence d'une moyenne de ces trois directions, mais d'une sensibilité individuelle à l'égard de chacun de ces référentiels ¹³, respectivement objectivable par :
- l'intensité de l'inclinaison d'un corps ou d'une baguette (voir figure 2) face à un cadre incliné de grande taille angulaire (V : appelée Dépendance à l'égard du champ visuel ¹⁴) ;
 - par la sensibilité aux accélérations gravito-inertielles ressenties en centrifugeuse (G) ;
 - l'effet-Aubert (Z : attraction de la verticale subjective par l'axe Z du sujet placé à l'horizontale).
- 28 Mais la présence de ces trois référentiels ne suffit pas à démontrer que des processus vicariants sont en jeu. Il pourrait ne s'agir que de styles perceptifs : certains seraient des V, d'autres des G... Rien ne nous indique qu'il s'agit à chaque fois de têtes de catalogue. Ces dernières, bien que supposées, vont nous permettre de construire une variable indépendante « étiquette » ¹⁵ (1^{re} variable indépendante). Ensuite, il est nécessaire de faire varier les contraintes (2^e variable indépendante, mais cette fois situationnelle) susceptibles de provoquer une rotation du catalogue des processus. Celle-ci est alors objectivée par une amélioration des performances sur la variable dépendante initiale, c'est cette variabilité intra-individuelle qui témoignera ainsi de

l'existence de vicariances. Notons que si les contraintes s'amplifient encore, la variabilité interindividuelle va diminuer puisque la population aura tendance à suivre une loi générale.

Figure 2. Le « Rod and Frame Test » (RFT)

- 29 Notes : À droite, l'ajustement à la verticale est dévié par le cadre, on parlera de sujet « Dépendant à l'égard du Référentiel Visuel », alors qu'à gauche, en noir, la verticale subjective est très proche de la verticale gravitaire, on parlera de sujet « Indépendant à l'égard du Référentiel Visuel », ayant G et / ou Z, en tête de catalogue. Pour distinguer G de Z, il faudrait incliner aussi les sujets. Les Z commettent alors plus d'erreurs que les G.
- Figure 2. The "Rod and Frame Test" (RFT).

- 30 Nous supposons que chaque individu a accès à chacun de ces référentiels, mais leur forte redondance et leur équipotence, due à leur cofonctionnalité (Lautrey, 2014), lors de conditions spatiales clémentes, limiteraient leur traitement parallèle. Chacun de nous évoquerait plus facilement un référentiel donné qui constitue en quelque sorte la tête de liste des six (3 !) catalogues possibles (à lire en colonnes) :

31 V G Z V G Z

32 G Z V Z V G

33 Z V G G Z V

- 34 Les choix résultant d'une telle évocabilité sont non dommageables en situations clémentes, mais cette neutralité peut s'estomper face à des conditions spatiales extrêmes. Rappelons que nous avons convenu d'appeler V les sujets dépendants à l'égard du référentiel visuel, G ceux qui le sont à l'égard du champ gravitaire et enfin Z ceux pour la dépendance à l'égard de l'axe Z. Cela nous conduit à six types de catalogues. Illustrons cette « évocabilité différentielle » par l'expérience suivante. En présence d'un cadre incliné (voir figure 3), et en l'absence de tout autre contexte visuel, le sujet « assis », doit ajuster une barre à la verticale gravitaire. On ne retient pour ici que les sujets V. Ces derniers en situation « debout stable » continuent à faire leurs erreurs habituelles. Par contre debout en déséquilibre sur une petite poutre, ces sujets abandonnent le référentiel visuel et ont des performances voisines de celles du groupe contrôle G / Z. Plusieurs indices concourent à nous faire supposer une rotation du catalogue. Les sujets V ne progressent pas de manière linéaire entre la situation « assis » et « debout stable », la hiérarchie du catalogue restant inchangé, V étant toujours en tête. Par contre, en déséquilibre, situation à contrainte élevée, les sujets changent de référentiels au profit de G amorcé par la nécessité de contrôler les chutes possibles. Le contrôle postural apparaît clairement comme le moteur de rotation du

catalogue. Ce moteur est-il aussi efficace avec des tâches spatiales plus cognitives qu'un simple ajustement à la verticale ?

Figure 3. La posture, moteur de rotation des référentiels

- 35 *Notes :* En situation instable (photo de droite, Romberg sensibilisé) les sujets V ne sont plus perturbés par le cadre, ils vont remettre correctement la barre inclinée à la verticale (Bray et al., 2004)

Figure 3. Posture, the rotation engine of frames of reference

- 36 Beaucoup d'hypothèses (facteur général d'intelligence, approche analytique du champ, différenciation, etc.) se proposent de rendre compte des liens entre les tâches spatiales complexes de type Kopfermann ou Embedded Figures Test (voir figure 4) et des tâches de type « Rod and Frame Test » (voir figure 2)

Figure 4. Test de Kopfermann

- 37 *Notes :* La tâche consiste à indiquer si le carré gris sombre est posé sur sa base ou sa pointe. À droite le contexte est facilitateur, à gauche il est perturbateur. On trouve une différence significative de 150 ms entre les 2 situations.

Figure 4. Kopfermann Tests

- 38 Lorsqu'on distingue les sujets V et G et / ou Z (variable-étiquette), on observe une différence significative de 80 ms en faveur des G et / ou Z (voir figure 5, barres noires, posture stable). Ce résultat est non seulement particulièrement répétable, mais aussi transférable à beaucoup de situations spatiales y compris plus complexes comme les Embedded Figures Test (voir figure 6). Pour en rendre compte, on a invoqué le facteur général d'intelligence, l'attention, l'approche analytique du champ, etc. Sans résultat notable, tout a été tenté pendant 30 ans pour améliorer les performances des V. Ces tentatives, hors du cadre des vicariances, n'ont manipulé que le facteur cognitif et souvent en « surapprentissage », renforçant encore le processus premier de l'individu. Comme précédemment, modifions l'activité posturale.
- 39 Si les V ont, d'une part, de faibles contraintes posturales et, d'autre part, des références visuelles explicites, ils seront tentés d'utiliser les indices visuels fournis par la cible pour réguler le peu de postures qu'ils ont à faire. Dans ce cas, leur mauvais rendement serait alors dû au bouclage de la tâche.

Figure 5. Embedded Figures Test (EFT)

[[Artfig5.jpg]]

- 40 Notes : Il faut retrouver le triangle enchâssé dans le dessin de la poussette (même taille, même orientation).

Figure 5. Embedded Figures Test (EFT)

Figure 6. Vitesse de détection des figures de Kopfermann en fonction de la posture et du référentiel spatial

- 41 **Notes :** En posture stable (barres noires) une différence significative apparaît entre V et G / Z. Elle disparaît en situation de contraintes que ce soit en posture instable (barres hachurées) ou à plat dos (barres grises), (Brenet et al., 1988 ; Marendaz, 1989 ; Bailleux et al., 1990 ; Ohlmann & Marendaz, 1991).

Figure 6. Speed of detection of the Kopfermann figures according to posture and the spatial frames of reference

- 42 Les données visuelles sont référenciatrices et doivent être aussi référencées. Les sujets V subissent alors une surcharge du système visuel. Les G / Z régulent leur posture à partir des informations posturo-gravitaires auraient leur système visuel entièrement disponible pour traiter la tâche visuelle spécifique. Mais, si on supprime ou si on rend insuffisantes les informations visuelles susceptibles de se constituer en référentiel, ces différences inter-sujets doivent disparaître. En effet, conformément à la relation de vicariance, les V activeraient alors le référentiel gravitaire (propriété de substitution des processus vicariants), d'où une efficacité semblable à celle des sujets qui l'utilisent spontanément. Par conséquent, trois conditions posturales ont été retenues alors que les cibles (voir figure 5) sont projetées sur un écran circulaire où toutes les références visuelles ambiantes sont absentes. Les sujets se tiennent (i) soit en « posture instable » (Romberg sensibilisé, un pied l'un devant l'autre comme lorsqu'on marche sur une poutre ; barres hachurées comme le montre la figure 5) soit en « posture stable » (Romberg classique, position posturale normale à large support où les pieds sont légèrement écartés, barres noires) ; soit « couché à plat dos » avec la cible à traiter à l'horizontale au-dessus de la tête (barres gris sombre).
- 43 Il ressort de la figure 5 que les variations de posture entraînent la suppression des différences interindividuelles. Par exemple en posture instable, les V rejoignent les G / Z (tous les canards volent !). Les difficultés de régulation posturale, loin d'affecter leur performance spatiale, les améliorent. Aucune référence visuelle correctement référenciatrice n'étant disponible, des réactions antichutes conduisent-elles les V à activer le référentiel gravitaire ? Notons que, si une forte contrainte conduit certains sujets à changer de référentiels, il en est de même pour une absence apparente de contraintes, tous les sujets à plat dos s'améliorent (tous les canards marchent !).
- 44 L'hypothèse d'une évocabilité différentielle des référentiels spatiaux semble confirmée puisque les V s'améliorent totalement grâce à un changement de référentiels. Sur un

plan plus fondamental, la variabilité intra-individuelle « provoquée » a homogénéisé la prise du référentiel gravitaire, le seuil de déclenchement du recours au référentiel gravitaire a été franchi compte tenu de la forte contrainte posturale imposée à l'individu.

- 45 On admettra alors qu'en plaçant les sujets en Romberg sensibilisé, les oscillations du corps sont beaucoup plus importantes qu'en condition stable. Les sujets V ont recours au référentiel gravitaire et deviennent G / Z.
- 46 L'organisation vicariante des référentiels spatiaux a été mise en évidence dans de nombreux domaines : la conduite automobile (Rogé, 1996) ; l'horizontalité des liquides (Robert & Ohlmann, 1994), les cinétoses (Neimer et al., 2001 ; Cian et al., 2011), l'activité posturale (Isableu et al., 1997, 1998, 2003, 2010) ; les stratégies des danseurs professionnels (Golomer et al., 1999, 2005).

Contrainte liée à la neuropathologie

- 47 Les neurones sont des cellules post-mitotiques qui ne se divisent pas pour se multiplier et meurent avec leur porteur. C'est heureux, car les réseaux à l'origine de nos comportements en seraient désorganisés. Cette particularité a fait croire (jusqu'en 1998) qu'un stock de neurones définitifs nous était imparti à la naissance. On sait désormais qu'une neurogenèse permanente permet à notre cerveau de se modifier, de créer de nouveaux réseaux. Par exemple, l'hippocampe siège de la mémoire spatiale « fabrique » près de 1 000 nouveaux neurones chaque jour. Mais cette suppléance peut être relativement complexe. Ainsi, après une forte contrainte, un AVC important par exemple, on constate que la mise en place (éventuelle) d'importants circuits de suppléance obéit à des règles strictes : présence d'une période réfractaire de plusieurs mois où aucune rééducation n'est efficace, le temps que le traumatisme physiologique s'atténue ; puis une fenêtre de six mois apparaît où la rééducation devient alors possible ; passée cette période, la rééducation n'a plus d'effet, les neurones rétablissant ou occupant des réseaux différents. Cette contrainte paraît relativement générale alors que les réseaux de récupération peuvent être très différenciés (Perennou, 2016).
- 48 En 1997, Michel Lacour et ses collaborateurs observent à propos des vestibulo-lésés un résultat paradoxal. Ils étudient une cinquantaine de patients atteints du syndrome de Ménière, lésion labyrinthique classiquement unilatérale entraînant vertiges, acouphènes et surdité. Avant que ces patients ne subissent une labyrinthectomie ¹⁶, leur comportement postural est examiné. La moitié d'entre eux utilise, pour s'équilibrer, prioritairement la vision (tête de catalogue V), l'autre moitié les appuis proprioceptifs (Z). Cette répartition est retrouvée au sein de la population témoin.
- 49 Après l'opération, le comportement postural des patients est examiné régulièrement pendant un an. Tous les patients sauf un ont vu leur vertige disparaître, mais leur comportement postural s'est inversé ! Les V sont devenus des Z et les Z des V, le seul patient stable est celui qui continue à avoir des vertiges. On conçoit que les conséquences pour la rééducation sont très importantes. Une approche classique des différences interindividuelles conduirait à penser que le patient s'ancrerait encore davantage dans le style observé avant l'opération. Les vicariances nous offrent une autre explication : les V ont déjà utilisé la vision au maximum en appui des labyrinthes (G), il en est de même pour les Z. Avant opération, ces sujets sont donc des VG ou ZG,

l'opération fait « sauter » la tête de catalogue et le référentiel jusqu'ici en silence arrive en secours.

- 50 Il y a sans doute aussi dans les domaines posturaux, sportifs comme au niveau des apprentissages spatiaux, la possibilité d'une autre approche grâce aux vicariances.

Contraintes liées au développement cognitif : le modèle pluraliste de développement

- 51 Lors de sa conférence de Vevey en 1963, publiée en 1964, Reuchlin lance une alerte, non seulement sur la convergence entre la théorie piagétienne et l'analyse factorielle de l'intelligence, mais aussi sur la pluralité des chemins individuels possibles au cours du développement. Il dira lui-même (1999) que se situe là le point de départ des « mécanismes vicariants » devenus une dizaine d'années plus tard les « processus vicariants ». La différence entre ces deux termes n'est pas anodine, car le mot « mécanisme » est davantage centré sur la dynamique des vicariances que ne l'est le mot processus. C'est justement au sein de cette dynamique que se situe le modèle pluraliste du développement que Lautrey (1990, 2003, 2014) proposera suite aux travaux qu'a suscités cette conférence (travaux présentés par ce même auteur dans ce même volume).
- 52 La pluralité de cheminements individuels dénommés par Reuchlin acquisitions régionales sera pleinement confirmée par les recherches de Longeot (1969 et 1978) et de Lautrey et ses collaboratrices genevoises (voir 1983, 1985). Si les résultats de ces travaux sont compatibles avec le modèle de la vicariance une fois une étape de développement franchie, ce modèle ne suffit toutefois pas pour rendre compte du développement lui-même.
- 53 À ce propos, Lautrey (2014, p. 315) souligne que :
- « le modèle de la vicariance peut rendre compte des choix qui s'opèrent au sein d'une population de processus ou de stratégies qui existent déjà dans le répertoire du sujet, mais il est moins adapté à l'approche développementale du fonctionnement cognitif. Cette dernière doit en effet pouvoir expliquer non seulement comment s'opère le choix entre processus existants aussi comment apparaissent de nouveaux processus et comment ceux-ci se transforment avec le temps ».
- 54 Le modèle pluraliste du développement (esquissé dès 1990) se fonde sur deux caractéristiques principales : 1) les vicariances impliquées ici sont basées non pas sur de simples redondances, mais sur des cofonctionnalités autorisant des relations de complémentarité et d'interactions organisées en un système ; 2) ce système, de nature dynamique (au sens de Thelen & Smith, 1994) est source d'auto-organisation. Ces deux propriétés sont en mesure de rendre compte, non seulement de l'existence de processus vicariants, mais aussi de leur genèse à partir de la pluralité des cheminements.
- 55 Cette approche pluraliste est illustrée par exemple au niveau de la formation interactive des concepts : classes, prototypes, scripts et scènes (Lautrey, 1990) ; mais aussi au niveau de la construction du nombre en étudiant notamment l'interaction entre processus symboliques et processus non symboliques (Lautrey, 2014).
- 56 Les travaux ci-dessus (posture, neuropathologie, développement cognitif) sont au centre de la « dynamique des vicariances ». Ce qui permet d'avancer dans la compréhension des processus en jeu ; c'est non seulement la connaissance des répertoires, mais aussi et surtout la nature des moteurs de rotations. Comprendre que

l'activité posturale a des conséquences sur des tâches spatiales cognitives en déplaçant les items de catalogues, qu'une labyrintectomie inverse les catalogues, que les items des catalogues peuvent former un système dynamique au sens des structures auto-organisantes, c'est étendre nos connaissances avec des implications sur les apprentissages, la rééducation, les performances extrêmes.

- 57 Par ailleurs, on trouvera de nombreux travaux où des comportements vicariants sont observés de manière explicite (Marquer, 1987, 1989, 1995, Eme & Marquer, 1999) et parfois de manière plus implicite (Rieben, 1995, Nader-Grosbois, 2007). Dans ce dernier cas, ils ne sont pas initialement au centre de l'expérience, mais les résultats conduisent alors les auteurs à se positionner dans ce cadre.

Vicariances et théories de l'évolution

« Enfin, ce type de modèle [vicariant] ne viole-t-il pas
la loi d'économie ? »
(Reuchlin, 1978, p.143)

Darwin et Kimura : 100 ans d'écart

- 58 Le modèle vicariant apparaît coûteux dans la mesure où les redondances sont nombreuses et la sédimentation du catalogue d'un sujet donné semble montrer que ses réserves de processus pourraient être superflues. Comment concilier l'économie fonctionnelle (le sujet s'il le peut n'utilise qu'un seul processus pour faire une tâche donnée) et le gaspillage structural (suréquipement en processus) ? Les théories de l'évolution peuvent à ce propos fournir quelques éléments de réponses.
- 59 Le type de sélection envisagé conditionne très largement l'économie des diverses structures combinatoires responsables de la diversité du vivant (gènes, populations, processus psychologiques). Darwin (1859) avait compris la réalité incontournable d'une sélection négative qui élimine le porteur d'un caractère défavorable. Cependant, on a surtout retenu de sa théorie l'hypothèse, beaucoup moins intuitive, de sélection positive. Ainsi, pour s'imposer et durer, une population d'une espèce donnée, non seulement, ne devait pas présenter de caractère défavorable, mais de surcroît, devait bénéficier de caractères favorables susceptibles de lui apporter une supériorité face à des populations voire des espèces différentes. Cette optique - curieusement proche des doctrines sociales de l'époque - est essentiellement basée sur deux postulats : il existe une compétition très forte au sein de la niche écologique et il n'y a pas de niche exutoire où iront se réfugier les éléments dominés. On voit que l'adaptation est conçue sur le modèle d'une loi générale : il y a une seule réponse face à une situation très contraignante. Si l'idée géniale d'évolution transformiste par sélection positive¹⁷ reste toujours vraie, on conçoit que le mécanisme qui la pilote ne peut rendre compte de l'extrême diversité biologique synchronique qui nous entoure. Comment expliquer que des espèces fossiles (le figuier, certains types de requins) peuvent encore aujourd'hui survivre puisque justement, il leur manquerait tous les acquis positifs sélectionnés des espèces plus récentes ? On pense même aujourd'hui que des caractères modérément défavorables sont à l'origine de colonisations de niches vierges et donc du démarrage de nouvelles lignées évolutives. Jamais les poissons Crossoptérygiens (dont le fameux Cœlacanthe fait partie) ne seraient sortis de l'eau pour occuper l'espace terrestre

pratiquement vide si les Actinoptérygiens, poissons plus récents, suradaptés au milieu aquatique, ne les en avaient chassés (Janvier, 1970 ; Ruffié, 1982).

- 60 Cette sélection négative ouvrirait nécessairement la porte aux théories neutralistes de l'évolution défendues par Kimura et ses collaborateurs (1968, 1972, 1980)¹⁸. Ils apportent la démonstration au niveau moléculaire des deux types de sélection, négative et positive et mettent en évidence que le taux de mutations des molécules neutres est très élevé alors que celui des molécules indispensables est pratiquement nul sur plusieurs milliards d'années. Ils démontreront par exemple que l'histone H4 du pois de senteur ne diffère de celle du bœuf musqué que par deux acides aminés malgré les 3,5 milliards d'années qui séparent l'évolution de ce végétal et de cet animal. Cette stabilité impressionnante est due au fait que les histones sont des composantes « entièrement nécessaires » des chromosomes, sans lesquelles le vivant ne se reproduirait pas. À l'opposé, le fibrinogène¹⁹ qui, face aux hémorragies, joue un rôle de bouchon, peut muter sans conséquence. Lorsqu'on compare le fibrinogène du cheval et de l'âne (ils ne se séparent « que » depuis dix millions d'années et sont encore interféconds), la quasi totalité de ces protéines « bouchons » a muté pour d'autres protéines fonctionnellement identiques, mais structuralement différentes.
- 61 On voit donc que sélection négative et sélection positive ne font pas du tout le même sort aux caractères neutres. La première les maintient alors que la seconde les élimine. Ce neutralisme moléculaire (*neutral mutation-random drift*) transposé prudemment au niveau comportemental présente pour le différentialiste un intérêt essentiel. En effet, si les caractères neutres ne sont pas triés, ils peuvent alors être quelconques et ainsi inévitablement différents les uns des autres. Plus des caractères seront neutres, plus ils pourront être différenciés sans dommage puisque toutes les formes autres que celle du caractère négatif sont acceptables. Il y a en fait, lors de la sélection négative, une simple adaptation et une désélection des caractères éventuellement positifs dans un autre contexte. Le soi-disant gaspillage par accumulation de processus parallèles, neutres et apparemment inutiles est explicable : par définition, rien ni personne ne peut trier les caractères neutres, ils sont invisibles pour la sélection négative. Notons enfin que même les différences suscitées par la dominance d'un processus sont d'une très grande neutralité puisqu'elles sont réversibles donc temporaires, elles peuvent conséquemment prendre une très grande extension, sans dommage pour leur porteur.
- 62 Il est patent que les vicariances s'inscrivent quant à leur structure dans le modèle neutraliste. Par contre selon le niveau de contraintes, leur fonctionnement peut relever d'une sélection soit par les caractères positifs (darwinienne) ou négatifs (hasardisme).

Baldwin et Skinner : les réactions circulaires ou l'autosélection

- 63 Dans le cadre d'un célèbre article, au titre évocateur « A new factor in evolution »²⁰ (1896), Baldwin est le premier psychologue à avoir défendu le rôle central de l'action au sein des mécanismes adaptatifs. Selon Darwin, la sélection se fait majoritairement par des contraintes extérieures, les individus en quelque sorte passifs subissant les processus de sélection. Par contre, pour Baldwin, c'est grâce à son activité que l'animal lutte contre le double déterminisme génétique et environnemental. Cette capacité d'accommodation, sorte de composante néo-lamarckienne de l'adaptation, va influencer fortement Piaget qui accordera, lui aussi, un rôle fondamental à l'activité du sujet. Dans l'œuvre de Skinner, le terme de conditionnement opérant qualifie parfaitement le fait que c'est l'animal qui, par son action, est la cause de son

adaptation. Cette « réaction circulaire » (encore un concept baldwinien) a, cependant, chez cet auteur un statut tout à fait particulier : elle n'est qu'un « individu » au sein de la « population » d'actions que l'animal a générée de manière aléatoire. Cette action efficace, et donc renforcée, est sélectionnée grâce à la mémoire de l'animal ²¹. C'est sans doute le premier auteur à transposer les théories de l'évolution et notamment la variabilité intra-spécifique (ou encore interindividuelle) sous forme de variabilité intra-individuelle.

- 64 Le modèle de Reuchlin se situe pleinement dans la ligne de Baldwin puisque, comme pour Skinner, il s'agit d'un comportement d'autosélection au sein de la population de comportements voire de conduites. Or, les vicariances vont au-delà du conditionnement opérant puisque l'individu dispose d'un stock de processus déjà formatés qui ont sans doute été retenus au cours de l'histoire du sujet, que leur origine soit génétique ou environnementale. Les mécanismes d'autosélection qui en résultent sont donc encore plus efficaces.

Affordances et vicariances, clés de la sérendipité

« Mais les processus en œuvre dans les situations simplifiées [expérimentales] ont été montés au cours de la phylogenèse et de l'ontogenèse dans le contexte de situations "naturelles" c'est à dire complexes. Les faits observés au cours de ces situations [simplifiées] peuvent-ils alors être interprétés correctement... ? »

(Reuchlin, 1978, p. 143)

- 65 Le concept « d'affordance » (e.g. Gibson, 1979 ; Rochat & Reed, 1987 ; Riccio & Stoffregen, 1988 ; Stoffregen & Riccio, 1988 ; Luyat, 2008) pourrait se définir ainsi : c'est une possibilité d'action établie à partir des relations entre un organisme et son environnement. Ces affordances sont de véritables perceptions (pas forcément conscientes), ce ne sont donc pas les propriétés physiques qui sont perçues par les organismes, mais les actions qu'elles permettent. C'est sans doute l'aspect le plus novateur du concept d'affordance. On peut donc s'intéresser à une pomme pour sa mangeabilité, sa lançabilité, sa décorabilité, sa tranchabilité (pour de belles tartes), sa pectinabilité (pour de belles confitures)... On conçoit que « vicariances » et « affordances » sont en miroir, car, si deux individus mettent en jeu des processus différents pour résoudre un problème, leurs affordances en face d'un objet seront différentes.
- 66 « Affordances » et « vicariances » sont deux concepts relativement récents. Ils signent la position interactionniste de Reuchlin et de Gibson. Ce n'est ni le sujet (ni l'un ni l'autre n'emploient cette expression) ni l'objet qui sont au centre de leur modèle, mais bien l'interaction entre les deux. Approfondir indéfiniment le sujet (le monde biologique) ou l'objet (le monde physique) ne nous apprendra rien sur l'interface. Si, dès 1966, Gibson aborde la question des affordances, ce n'est qu'en 1979 qu'il en fera une présentation complète un an après l'article de Reuchlin développant la notion de vicariances. Ces deux concepts, en réduisant le nombre de processus concurrents susceptibles d'être activés par un sujet donné face à un objet donné, rejettent la notion de stimulus (Ohlmann et al., 2004). Si l'individu était effectivement stimulé par tous les éléments de son environnement, il y aurait une sorte d'explosion de traitements puisque des milliers de stimulus nous entourent. Jouant toutes deux un rôle de filtre

situationnel et individuel, ces deux notions diffèrent toutefois par un point important, source de leur complémentarité : les « affordances » concernent avant tout la situation environnementale, elles sont donc constitutives de l'approche situationnelle ; les « vicariances » sont avant tout constitutives de la psychologie différentielle.

- 67 Ces deux conceptions, étonnamment synchrones, réalisent une sorte d'agrandissement de l'interface sujet / environnement. Les vicariances nous disent qu'il y a des réserves cachées et complexes au sein du sujet, les affordances font de même pour l'objet. Toutes deux favorisent et expliquent la conduite de détour si importante dans le phénomène de sérendipité²² (Ohlmann, 2016). Entre autres exemples, après avoir constaté qu'un mur de briques garde la chaleur, penser à chauffer une brique, la mettre dans une chaussette pour en faire une bouillotte de fortune, demande assurément un détour créatif vis-à-vis de l'usage d'une brique, détour dont les ressorts relèvent bien de l'interaction vicariances / affordances.

Conclusions

- 68 Combinatoire, variabilités inter- et intra-individuelle, mécanismes de sélection, modélisation proche des systèmes dynamiques, auto-organisation et autorégulation, nous situent au cœur du vivant et de son interaction avec l'environnement. Maurice Reuchlin, en modélisant grâce aux « vicariances » ces caractéristiques, nous alerte sur la complexité du comportement, composé en fait de sous-ensemble d'éléments en combinaison²³, combinaison variable en fonction du temps et des situations. La manière dont la théorie opératoire de l'intelligence, d'une part, comme celle concernant l'espace, d'autre part, toutes deux sans doute trop molaires, ont dû évoluer en intégrant les processus liés à l'individuation, constitue sans doute de bons exemples de cette complexité.
- 69 Cette approche du comportement – en abolissant plusieurs frontières non seulement inutiles, mais contre-productives – est d'une grande portée heuristique. La « distinction sujet / objet », qui tranche exactement au niveau de l'interface adaptative à étudier, disparaît quand on envisage la réciprocité vicariances / affordances. La prise en compte de la variabilité intra-individuelle²⁴ abolit la distinction entre les psychologies générale et différentielle. Nous avons vu que, selon le niveau de contrainte, une même population fonctionne sous des régimes différents et réversibles tout comme la glace et l'eau ne sont pas des matières différentes, mais des états transitoires.
- 70 Maurice Reuchlin n'a jamais cessé de nous alerter sur cette variabilité complexe du vivant. Nous l'avons dit plus haut, lors de la conférence de Vevey, sur les bords du lac Léman, en 1963, les « vicariances » sont déjà là. Elles deviennent encore plus explicites avec l'article centré sur la « Formalisation et la Réalisation » (1973). Il s'agit bien de décrire deux processus substituables qui, en plus, « collent » aux travaux récents en neurologie puisque des fonctionnements différents et des câblages différents²⁵ caractérisent l'activité des cerveaux droits et gauches. L'article de 1978 est en fait une modélisation du fonctionnement diversifié du vivant. Comme nous l'avons vu plus haut, les résultats neurophysiologiques ne cesseront de confirmer la clairvoyance de Reuchlin. Restent les questions sur l'origine de ces processus. Aujourd'hui, des facteurs génétiques sont impliqués, par exemple, dans la créativité, une forme de vicariances. Ainsi la capacité à adopter des solutions différentes face à un problème donné résiderait dans le cerveau préfrontal droit et résulterait de l'activation par la dopamine de

récepteurs synaptiques DRD4 dont l'allèle 7R du gène du même nom est particulièrement impliqué dans les comportements divergents (Maysseless et al., 2013). Évidemment, on trouvera en contrepartie des comportements vicariants, fortement associés aux caractéristiques mêmes de l'environnement, comme Lautrey (1980) l'a nettement mis en évidence à propos de la flexibilité cognitive.

- 71 Sans doute, le meilleur hommage que l'on puisse rendre à Reuchlin, exactement 55 ans après Vevey (1963), est de continuer à travailler à la fois sur la genèse et sur la dynamique des processus vicariants.

BIBLIOGRAPHIE

- Asch, S. E., & Witkin, H. A. (1948). Studies in space orientation : I. Perception of the upright with displaced visual field. *Journal of Experimental Psychology*, 38, 325-337.
- Asch, S. E., & Witkin, H. A. (1948). Studies in space orientation : II. Perception of the upright with displaced visual field and body tilted. *Journal of Experimental Psychology*, 38, 455-477.
- Asch, S. E., & Witkin, H. A. (1948). Studies in space orientation : III. Perception of the upright in the absence of a visual field. *Journal of Experimental Psychology*, 38, 603-614.
- Asch, S. E., & Witkin, H. A. (1948). Studies in space orientation : IV. Further experimentation on perception of the upright with displaced visual field. *Journal of Experimental Psychology*, 38, 762-782.
- Ansermet, F., & Magistretti, P. (2011). *À chacun son cerveau*. Paris : Odile Jacob.
- Bailleux, C., Marendaz, C., & Ohlmann, T. (1990). Selection of reference frames in four orientation tasks in relation to postural-gravitational constraints and individual habits in spatial orientation. *Perception*, 19, a381.
- Baldwin, J. M. (1896). A new factor in evolution. *The American Naturalist*, 30, 441-451.
- Belle, M., Godefroy, D., Dominici, C., Heitz-Marchaland, C., Zelina, P., Hellal, F., Bradke, F., & Chédotal, A. (2014). A simple method for 3D analysis of immunolabeled axonal tracts in a transparent nervous system. *Cell reports*, 9, 1191-1201.
- Berthoz, A. (2013). *La Vicariance : le cerveau créateur de mondes*. Paris : Odile Jacob.
- Bray, A., Subanandan, A., Isableu, B., Ohlmann, T., Golding, J. F., & Gresty, M. A. (2004). We are most aware of our place in the world when about to fall. *Current Biology*, 14, 609-610.
- Brenet, F., Ohlmann, T., & Marendaz, C. (1988). Interaction vision / posture lors de la localisation d'une cible enchâssée. *Bulletin de psychologie*, 388, 22-30.
- Cian, C., Ohlmann, T., Ceyit, H., Gresty, M. A., & Cowing, J. F. (2011). Off vertical axis rotation motion sickness and field dependence. *Aviation Space Environmental Medicine*, 82, 959-963.
- Darwin, C. R. (1859). *The Origins of Species*. London : John Murray.
- Eme, P. E., & Marquer, J. (1999). Individual strategies in a spatial task and how they relate to aptitudes. *European journal of psychology of education*, 14, 89-108.

- Gibson, J. J. (1966). *The Senses considered as perceptual systems*. Westport, Connecticut : Greenwood Press.
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston : Houghton Mifflin Compagny.
- Gilhodes, J. C., Roll, J. P., & Tardy-Gervet, M. F. (1986). Perceptual and motor effects of agonist-antagonist muscle vibration in man. *Experimental Brain Research*, 61, 395-402.
- Huteau, M. (1975). Un style cognitif : la dépendance-indépendance à l'égard du champ. *L'Année psychologique*, 75, 197-262.
- Golomer, E., Cremieux, J., Dupui, P., Isableu, B., & Ohlmann, T. (1999). Visual contribution to self-induced body sway frequencies and visual perception of male professional dancers. *Neuroscience Letter*, 267, 189-92.
- Golomer, E., Guillou, E., Testa, M., Lecoq, C., & Ohlmann, T. (2005). Contribution of neck proprioception to subjective vertical perception among experts in physical activities and untrained women. *Neuroscience Letter*, 381, 31-35.
- Isableu, B., Ohlmann, T., Amblard, B., & Crémieux, J. (1997). Selection of spatial frame of reference and postural control variability. *Experimental Brain Research*, 114, 584-589.
- Isableu, B., Ohlmann, T., Amblard, B., & Crémieux, J. (1998). How dynamic visual field dependence-independence interacts with the visual contribution to postural control. *Human Movement Science*, 17, 367-391.
- Isableu, B., Ohlmann, T., Crémieux, J., & Amblard, B. (2003). Differential approach to strategies of segmental stabilisation in postural control. *Experimental Brain Research*, 150, 208-221.
- Isableu, B., Ohlmann, T., Cremieux, J., Vuillerme, N., Amblard, B., & Gresty, M. A. (2010) Individual differences in the ability to identify, select and use appropriate frames of reference for perceptuo-motor control. *Neuroscience*, 169, 1199-1215.
- Janvier, P. (1977). Des pattes pour nager ou des nageoires pour marcher ? *La Recherche*, 8, 585.
- Kimura, M. (1968). Evolutionary rate at the molecular level. *Nature*, 217, 624-626.
- Kimura, M. (1980). La théorie neutraliste de l'évolution moléculaire. *Pour la Science*, 27, 48.
- Kimura, M., & Ohtha, T. (1972). Mutation and evolution at the molecular level. *Genetics Supplement*, 73, 19-35.
- Kupiec, J.J., & Sonigo, P. (2000). *Ni Dieu ni gène. Pour une autre théorie de l'hérédité*. Paris : Édition du Seuil.
- Lacour, M., Barthelemy, J., Borel, L., Magnan, J., Xerri, C., Chays, A., & Ouaknine, M. (1997). Sensory strategies in human postural control before and after unilateral vestibular neurotomy. *Experimental Brain Research*, 115, 300-310.
- Lautrey, J. (1980). *Classe sociale, milieu familial, intelligence*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Lautrey, J. (1990). Esquisse d'un modèle pluraliste du développement cognitif. In M. Reuchlin, J. Lautrey, C. Marendaz, & T. Ohlmann (éd.), *Cognition : l'individuel et l'universel* (pp. 185-216). Paris : Presses Universitaires de France.
- Lautrey, J. (2014). Approche pluraliste du développement : l'exemple de la construction du nombre. *Enfance*, 3, 313-333.

- Marendaz, C. (1989). Selection of reference frames and the 'vicariance' of perceptual systems. *Perception*, 18, 739-751.
- Marquer, J. (1995). Variabilité intra- et interindividuelle dans les stratégies cognitives : l'exemple du traitement de couples de lettres. In J. Lautrey (éd.), *Universel et différentiel en psychologie* (pp. 77-105). Paris : Presses Universitaires de France.
- Marquer, J., & Pereira, M. (1987). Evolution à long terme des stratégies dans une tâche de comparaison phrase-dessin. *L'Année psychologique*, 87, 329-343.
- Mayseless, N., Uzevsky, F., Shalev, I., Ebstein, R. P., & Shamay-Tsoory, S. G. (2013). The association between creativity and 7R polymorphism in the dopamine receptor D4 gene (DRD4). *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 502.
- Neimer, J., Eskiizmirliler, S., Ventre-Dominey, J., Darlot, C., Luyat, M., Gresty, M. A., & Ohlmann, T. (2001). Trains with a view to sickness. *Current Biology*, 24, 549-550.
- Nader-Grosbois, N. (2006). *Le Développement cognitif et communicatif du jeune enfant : du normal au pathologique*. Louvain-la-Neuve : De Boeck Supérieur.
- Nader-Grosbois, N. (2007). *Régulation, autorégulation, dysrégulation : Pistes pour l'intervention et la recherche*. Bruxelles : Éditions Mardaga.
- Ohlmann, T. (1999). Groupes, types, styles et vicariances. In P. Y. Gilles (éd.), *La psychologie différentielle* (pp. 223-264). Paris : Éditions Bréal.
- Ohlmann, T. (2002). Contraintes situationnelles et plasticité individuelle : compétences des systèmes vicariants. In J. Lautrey, B. Mazoyer, & P. van Geert (éd.), *Invariants et variabilités dans les sciences cognitives* (pp. 123-137). Paris : Éditions de la Maison des sciences de l'homme.
- Ohlmann, T. (2006). Affordances et vicariances : contraintes et seuil. In J. Baillé (éd.), *Seuils* (pp. 37-47). Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.
- Ohlmann, T. (2016). *Du hasard à la sérendipité, l'évolution du vivant*. XXII^{es} Journées de psychologie différentielle. Université Savoie-Mont-Blanc. Chambéry.
- Ohlmann, T., Amblard, B. & Isableu, B. (2004). Teleological perception without biological observer. *Behavioral and Brain Sciences*, 27, 2-3.
- Ohlmann T., & Marendaz, C. (1991). Vicarious processes involved in spatial perception. In S. Wapner & J. Demick (eds.), *Bio-Psycho-Social Factors in Cognitive Style* (pp. 106-129). Hillsdale : Lawrence Erlbaum.
- Perennou, D. (2016). *Déterminants de la récupération post AVC : une fenêtre sur la psychologie différentielle*. XXII^{es} Journées de psychologie différentielle. Université Savoie-Mont-Blanc. Chambéry.
- Reuchlin, M. (1964). L'intelligence : conception génétique opératoire et conception factorielle. *Swiss Journal of Psychology*, 23, 113-125.
- Reuchlin, M. (1973). Formalisation et réalisation dans la pensée naturelle : une hypothèse. *Journal de psychologie*, 70, 389-408.
- Reuchlin, M. (1978). Processus vicariants et différences interindividuelles. *Journal de psychologie*, 2, 133-145.
- Reuchlin, M. (1999). *Évolution de la psychologie différentielle*. Paris : Presses Universitaires de France.

Rieben, L. (1995). Différences individuelles dans la reconnaissance des mots écrits chez l'enfant. In J. Lautrey (éd.), *Universel et différentiel en psychologie* (pp. 193-222). Paris : Presses Universitaires de France.

Riccio, G. E., & Stoffregen, T. (1988). Affordances as constraints on the control of stance. *Human Movement Science*, 7, 265-300.

Robert, M., & Ohlmann, T. (1994). Effect of Gravitational Cues from Stimuli and Body Orientations on Water-Level Representation. *Perception*, 23, 1321-1333.

Rochat, P., & Reed, E. S. (1987). Le concept d'affordance et les connaissances du nourrisson. *Psychologie française*, 32, 97-104.

Rogé, J. (1996). Spatial reference frames and driver performance. *Ergonomics*, 39, 1134-1145.

Ruffié, J. (1982). *Le Traité du vivant*. Paris : Fayard.

Sablonnière, B. (2015). *Le Cerveau, les clés de son développement et de sa longévité*. Paris : Odile Jacob.

Sablonnière, B. (2016). *Les nouveaux territoires du cerveau*. Paris : Odile Jacob.

Stoffregen, T., & Riccio, G. E. (1988). An ecological theory of orientation and the vestibular system. *Psychological Review*, 95, 3-14.

Turner, R. (2013). *We Never Use the Same Brain Twice*. A Lecture on Neuroscience, Culture, and Experience. Leipzig Germany.

Waespe, W., & Henn, V. (1977). Neuronal activity in the vestibular nuclei of the alert monkey during vestibular and optokinetic stimulation. *Experimental Brain Research*, 27, 523-538.

NOTES

1. . Ce texte s'appuie sur, voire reprend, des passages de cinq références principales : Ohlmann (1995, 2002, 2006, 2015, & 2016).
2. . Dès 1963, lors de la conférence de Vevey, Reuchlin a l'intuition des « mécanismes vicariants » (voir plus loin).
3. . Et aussi d'une certaine soumission à l'égard des modèles linéaires ou gaussiens.
4. . Imagerie par tenseur de diffusion qui permet d'obtenir une représentation imagée des réseaux de fibres reliant les aires cérébrales (Sablonnière, 2015). Récemment, des techniques *postmortem* utilisant des hydrogels permettent d'aller plus loin encore (Belle et al., 2014).
5. . Les noyaux vestibulaires intègrent en fait toutes les informations de mouvement, quelle qu'en soit l'origine. Les auteurs réussirent l'exploit, à l'époque, de faire pénétrer une microélectrode de 1 micron dans un neurone de 20 microns.
6. . Pour le cerveau humain : entre 80 et 120 milliards de neurones, chacun avec en moyenne 10 000 connexions ; 160 000 km de neurites (axones et dendrites), voilà de quoi générer de la variabilité !
7. . Maurice Reuchlin était très intéressé par cette complémentarité, j'ai eu l'honneur de m'en entretenir longuement à plusieurs reprises avec lui.
8. . En cas d'urgence, le canard sous l'eau bat des ailes pour atteindre rapidement une grande vitesse. Il est aussi capable de rechercher de belles vagues pour surfer rien que pour le plaisir.
9. . Le terme « variant » semble aujourd'hui supplanter celui d'allèle.
10. . À des fins d'exposé, nous prendrons ici une écriture différente de celle de l'auteur.

11. . Un joueur d'échec de niveau mondial active trois coups « vicariants » par secondes (soit, comparé à un ordinateur, 150 calculs par secondes). À mettre en regard avec les 100 à 200 millions de coups par seconde et 100 milliards de calculs par seconde de *Deep Blue* qui a battu Kasparov en 1996.
12. . Les exemples choisis par l'auteur, *faute d'une littérature suffisante à l'époque*, reposent pour la plupart sur l'existence *probable* de processus différents au sein d'un même individu, mais inférés à partir de différences de stratégies observées entre individus.
13. . La série de quatre articles publiés en 1948 par Asch et Witkin sur ce sujet a fait sensation. À tel point que l'American Psychological Association a récompensé la série du titre « meilleurs articles du xx^e siècle en psychologie » !
14. . Pour une revue, voir Huteau (1975).
15. . Les variables indépendantes étiquettes, parfois appelées variables sujets, sont en fait des catégorisations à partir d'une variable dépendante préalable. Elles sont beaucoup utilisées en psychologie comparée : experts vs naïfs, hommes vs femmes, dépendants à l'égard du champ visuel vs indépendants... Elles sont incontournables, mais présentent deux inconvénients : le lien causal qu'on va tenter d'exploiter est ambigu, car elles portent un ensemble d'éléments incontrôlés et les groupes repérés ont une variance, ce qui n'est pas le cas des variables indépendantes situationnelles (pour une revue, voir Ohlmann, 1999).
16. . Il n'y a pas de « stéréoperception » au niveau des accélérations. On fonctionne donc sans problème avec un labyrinthe en moins. Lors de conditions clémentes, compte tenu justement des très nombreuses vicariances, l'absence totale de labyrinthes n'est pratiquement pas perturbante.
17. . Par opposition aux idées de Lamarck où le transformisme est guidé par l'adaptation à un milieu.
18. . Voir notamment Kimura, M. (1968). Evolutionary rate at the molecular level. *Nature*, 217, 624.
19. . Substance protéique normalement en solution dans le plasma du sang, elle se transforme notamment en présence d'oxygène en fibrine insoluble. Cette dernière colmate alors la coupure et arrête ainsi l'hémorragie.
20. . Il s'agit de la « sélection par l'organisme » (organic selection: a class of modifications which arise from the spontaneous activities of the organism itself..., p. 448).
21. . Le réseau de neurones impliqué dans l'apprentissage est renforcé par la présence de la dopamine activée par le plaisir lié à la présence de nourriture.
22. . On entend par sérendipité le fait d'exploiter une découverte fortuite alors qu'une autre recherche ou un autre but étaient planifiés. Le terme français correspondant est fortuité (Ohlmann, 2016).
23. . Comme Lavoisier révolutionnera la chimie en distinguant les corps élémentaires comme l'oxygène des corps composés, comme l'air.
24. . Voir l'excellente revue de questions d'Eric Thiébaud (2015).
25. . Les neurones de l'hémisphère gauche seraient câblés en série, alors que ceux de l'hémisphère droit le seraient en parallèle.

RÉSUMÉS

Les processus vicariants différentiels proposés par Maurice Reuchlin en 1978 se caractérisent par le fait que face à un problème donné, chaque individu disposerait de plusieurs processus redondants. L'évocabilité de chacun de ces processus serait variable d'un individu à l'autre, mais aussi et surtout d'une situation à l'autre. Après les avoir décrits et positionnés dans le cadre des travaux contemporains, leur dynamique, liée à la variabilité intra-individuelle, est développée à partir d'exemples empruntés aux comportements spatiaux, à la neuropathologie et au développement cognitif. Dans une perspective évolutionniste, la convergence entre les vicariances et les théories neutralistes est rappelée.

Vicarious processes were defined by Maurice Reuchlin in 1978. They are characterised by two main properties: 1) the redundancy, each person has at their disposal several processes to handle a given problem, and 2) idiosyncratic evocability, as for a given individual some of these processes, and especially situations, are more easily evoked than others. These processes are described and placed in the context of contemporary work, and their dynamics, which are associated with intra-individual differences, are then developed using examples borrowed from spatial orientation, neuropathology and cognitive development. Finally, from an evolutionist perspective, vicariousness is positioned in the frame of neutralism theory.

INDEX

Mots-clés : processus vicariants, orientation spatiale, affordances, neutralisme

Keywords : Vicarious processes, spatial orientation, affordance, neutralism

AUTEUR

THÉOPHILE OHLMANN

est Professeur émérite, Laboratoire de Psychologie et Neurocognition, UMR CNRS 5105, Université Grenoble-Alpes, CEA de Grenoble. Innovation alternative, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives. Thèmes de recherche : processus spatiaux vicariants, neuropathologies spatiales, sérendipité. Contact : theophile.ohlmann@univ-grenoble-alpes.fr