

## REVUE CRITIQUE

---

# LES CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DES LIAISONS CONDITIONNELLES : QUELQUES PERSPECTIVES RÉCENTES

---

### I. — INTRODUCTION

Le conditionnement classique risque d'apparaître au lecteur français comme un mode d'apprentissage associatif particulièrement élémentaire, dont les lois bien connues sont pleinement comprises depuis les travaux de Pavlov, Hull, Tolman, et quelques autres théoriciens de la première moitié-du-siècle. C'est ignorer que ce champ de recherches a fait l'objet d'un renouveau très profond depuis environ quinze ans, renouveau qui a conduit à l'éclosion d'une grande quantité de travaux expérimentaux et de développements théoriques ayant peu de traits communs avec les grandes théories classiques<sup>1</sup>.

Notre objectif ici n'est pas de présenter un panorama représentatif des courants de recherches multiples et divers qui se développent aujourd'hui, mais de tenter une présentation brève et synthétique des travaux actuels concernant un problème relativement circonscrit : celui des conditions d'établissement des liaisons conditionnelles.

Le problème est de déterminer quelles sont les conditions requises pour qu'un stimulus « neutre » devienne le signal d'un événement significatif pour le sujet (animal ou humain). Nous examinerons, dans une première section, comment les réponses traditionnelles, centrées sur le concept de contiguïté temporelle, ont laissé la place à une prise en compte en termes de « contingence ». Puis nous analyserons dans une seconde section, comment le nombre des associations conditionnelles, ainsi que leur nature, sont en fait limitées assez étroitement par un certain nombre de phénomènes récemment découverts.

1. Cette étude a partiellement utilisé les moyens de travail fournis par le C.N.R.S. (ERA 79), l'Université de Paris V, l'E.P.H.E., 3<sup>e</sup> section (Laboratoire de Psychologie différentielle), et le C.N.A.M. (Service de Recherches de l'I.N.O.P.).

## II. — DE LA CONTIGUÏTÉ À LA CONTINGENCE

La première condition à laquelle l'ensemble des théories classiques s'accordent à reconnaître un rôle déterminant dans la formation des RC<sup>2</sup> est la contiguïté temporelle des stimulus conditionnel et inconditionnel. De façon plus précise, on trouve souvent indiqué, dans la littérature générale sur le conditionnement, qu'un léger décalage, de l'ordre d'une demi-seconde, entre le début du SC et le début du SI, assure le meilleur apprentissage.

### 1. *Les limites de l'analyse traditionnelle en termes de contiguïté*

La généralité conférée à cet intervalle optimum d'une demi-seconde est très nettement abusive. Une loi générale a été trop rapidement déduite de résultats issus de quelques paradigmes expérimentaux étroitement standardisés. Une demi-seconde correspond, il est vrai, à l'intervalle optimum en ce qui concerne le conditionnement du réflexe de fermeture de la paupière ou réflexe palpébral, à un SC simple, tel qu'un son, et ceci chez l'homme normal. Adjoignons à la situation expérimentale un autre stimulus, un son d'une autre fréquence par exemple, qui exigera la formation d'une discrimination : l'intervalle optimum passe à environ 800 ms. Soumettons des retardés mentaux à cette dernière situation : l'intervalle augmente encore, pour atteindre environ 1 100 ms. En règle générale, quand le ou les SC augmentent en complexité, ou quand la capacité de traitement des sujets diminue, l'intervalle optimum augmente (cf. Ross et Ross, 1972, 1976, pour revue). Mais les valeurs paramétriques citées ne concernent que le réflexe palpébral.

Le conditionnement des réactions végétatives (électrodermales, par exemple) peut s'opérer avec un intervalle bien plus long. Il est commun d'utiliser une valeur comprise entre 5 et 10 s, mais on sait que le conditionnement est encore possible lorsque l'intervalle est de l'ordre de 20 s.

Cette durée s'allonge considérablement dans le conditionnement des aversions alimentaires chez l'animal. Le principe de ces expériences est connu (Blancheteau, 1975). On présente à un Rat, par exemple, de la nourriture possédant une saveur ou une odeur facilement discriminable ; après ingestion, on induit artificiellement des troubles gastro-intestinaux chez l'animal par l'injection d'une substance toxique ou l'exposition à des rayons X. Mis à nouveau en présence de la même nourriture, le Rat refuse d'en consommer : il a acquis une aversion conditionnée. Le phénomène a été mis en évidence, avec les variations paramétriques appropriées,

2. Nous utiliserons les abréviations habituelles, SC et SI désignant les stimulus conditionnel et inconditionnel, RC et RI les réponses conditionnelle et inconditionnelle.

chez une grande variété d'espèces animales, depuis les Invertébrés et jusqu'à l'homme (cf. Garcia et coll., 1977, pour revue). Or il apparaît comme un résultat général que l'intervalle entre la prise de nourriture et l'occurrence des malaises peut varier dans des proportions considérables. Il peut être de quelques secondes ou quelques minutes, mais il peut également s'étendre jusqu'à douze heures.

Ainsi l'intervalle interstimulus nécessaire à l'élaboration d'un conditionnement peut varier en fonction de nombreux facteurs<sup>3</sup>, et, pour une procédure donnée, peut s'étaler sur une période temporelle relativement étendue. D'autres exemples expérimentaux peuvent démontrer qu'au sein d'une même expérience, l'usage d'un intervalle identique d'un essai à l'autre n'est pas indispensable (Burnstein, 1973). Cet état de fait suggère que la contiguïté temporelle n'a peut-être pas le rôle déterminant qui lui est traditionnellement conféré dans la formation des RC.

Dans l'analyse précédente, la contiguïté est évaluée en référence à l'intervalle séparant les stimulus conditionnel et inconditionnel à un essai donné. A un niveau plus général, le degré de contiguïté peut également se définir par le nombre d'essais, celui-ci multipliant le temps d'occurrence simultanée des deux stimulus, tel qu'il peut être mesuré à un essai unique. La contiguïté ainsi quantifiée ne paraît pas, à nouveau, déterminer les performances conditionnelles, ainsi que le montre une expérience de Rescorla (1968). Cette expérience a une grande importance, en ce qu'elle ouvre la voie à un nouveau mode d'analyse. Rescorla utilise un paradigme de suppression conditionnée, chez le Rat<sup>4</sup>. En maintenant constant le nombre de couples SC-SI, et donc le degré de contiguïté temporelle entre les deux stimulus, Rescorla introduit un nombre variable de SI seuls, dont l'occurrence dans le cours de la procédure est aléatoire. L'auteur observe alors que, lorsque la fréquence des SI seuls est suffisamment élevée, le conditionnement est négativement, et fortement, affecté.

## 2. L'introduction du concept de « contingence »

Ce qui change, dans l'expérience précédente, lorsque des SI isolés peuvent survenir en cours de procédure, c'est que le SC devient un signal de moindre valeur. La probabilité d'occurrence du SI en présence du SC ( $p(\text{SI}/\text{SC})$ ) ne varie pas, mais la probabilité du SI en l'absence du SC ( $p(\text{SI}/\overline{\text{SC}})$ ) augmentant, le SC ne signale plus qu'une partie seulement des chocs. Nous

3. Aux variations liées au choix du système réactif, il faudrait ajouter les variations en fonction des espèces, du programme de renforcement, et de plusieurs autres variables. On pourra consulter une très brève revue sur ce problème dans l'excellent article de Kimble (1973).

4. Dans ce paradigme, un choc électrique inévitable est couplé avec un SC neutre ; avec la répétition des essais, le SC parvient seul à diminuer, voire à supprimer, l'activité habituelle de l'animal — une réponse opérante antérieurement établie — témoignant ainsi du développement d'une « réponse émotionnelle conditionnée ».

pouvons dire que le degré de « contingence » (ou de dépendance, ou de corrélation) entre les deux événements diminue, à niveau de contiguïté constant. Or les résultats de Rescorla suggèrent que les performances conditionnelles varient en fonction de la contingence et non de la contiguïté.

Les différences entre les deux concepts peuvent être illustrées d'une façon plus formelle et plus générale par l'examen du Tableau I. Dans ce Tableau, les indices  $n_1$  à  $n_4$  représentent le nombre de fois où les événements marqués en marge apparaîtraient simultanément (ou plus exactement avec un décalage temporel donné), dans le cas d'un échantillonnage régulier de la situation expérimentale. Le niveau de contiguïté entre les stimulus est défini uniquement par  $n_4$ , c'est-à-dire par le nombre de couplage du SC et du SI. La contingence, qui se définit par la comparaison de  $p(\text{SI}/\text{SC})$  et de  $p(\text{SI}/\overline{\text{SC}})$ , fait également intervenir les trois autres valeurs. Il y a ainsi de multiples façons d'introduire des variations dans le degré de contingence, sans nécessairement affecter le degré de contiguïté. Dans l'expérience ci-dessus, la contingence était diminuée par une augmentation de  $n_2$  (SI non signalés). On peut obtenir un résultat équivalent en augmentant  $n_3$ , par l'usage d'un renforcement partiel, ou en ayant recours à un SC auquel l'animal est familier ; on sait qu'il s'agit là de conditions affectant négativement la performance.

TABLEAU I

*Tableau de contingence représentant les relations entre SC et SI*

$$p(\text{SI}/\text{SC}) = n_4 / (n_3 + n_4)$$

$$p(\text{SI}/\overline{\text{SC}}) = n_2 / (n_1 + n_2)$$

	$\overline{\text{SI}}$	SI
$\overline{\text{SC}}$	$n_1$	$n_2$
SC	$n_3$	$n_4$

Ces résultats, ajoutés à ceux d'autres expériences, nombreuses et souvent ingénieuses, permettent de penser que tout se passe comme si l'organisme extrayait un indice de contingence ou de corrélation d'un tableau analogue au Tableau I, et réglait son comportement conditionnel en fonction de la valeur obtenue<sup>5</sup>.

5. Les différents coefficients d'association ne fournissent pas une prédiction également satisfaisante du comportement conditionnel. Pour correspondre aux résultats expérimentaux, la valeur du coefficient doit, par exemple, être invariante si l'on multiplie tous les éléments du tableau par une constante, et être sensible aux variations portant seulement sur une ligne ou une colonne. Parmi d'autres, le coefficient  $\phi$  ( $\sqrt{\chi^2/N}$ ) répond à ces exigences (Gibbon et coll., 1974).

L'introduction du concept de contingence a eu des conséquences très profondes dans les recherches de la dernière décennie. Elle a en particulier indirectement suscité un développement considérable des recherches sur le conditionnement d'inhibition (Rescorla, 1975). Nous n'avons fait état que de contingences positives, définies par  $p(SI/SC) > p(SI/\overline{SC})$ , contingences dont l'objectif est d'accroître un taux de réponses. Mais on peut facilement, de façon symétrique, construire expérimentalement et analyser au niveau théorique des contingences négatives ; celles-ci sont définies par  $p(SI/SC) < p(SI/\overline{SC})$ , et entraînent la décroissance d'un taux de réponses. On peut d'ailleurs noter incidemment qu'à un même niveau de contiguïté peut correspondre une contingence positive ou négative et, en conséquence, la croissance ou la décroissance d'un taux de réponses. Ce genre de phénomène, lié au fait que l'idée d'une contiguïté entre un stimulus et une absence d'événements paraît singulièrement boiteuse, explique que, dans un cadre conceptuel contiguïste, les travaux sur le conditionnement d'inhibition soient restés à l'état d'ébauche.

Quelle que soit la valeur heuristique du concept de contingence, il serait exagéré cependant de dénier toute importance à la contiguïté temporelle des événements. Certes, comme nous l'avons analysé, l'intervalle entre SC et SI peut être large et variable sans que la formation des RC en soit entravée ; mais il reste que, de façon très générale, la force du conditionnement décroît quand l'intervalle SC-SI augmente. Des événements, même parfaitement contingents, espacés de plusieurs jours, ne peuvent susciter de conditionnement. Il est possible que le rôle de la contiguïté temporelle entre événements soit de rendre « perceptibles » par l'organisme les relations de contingence, toute la difficulté étant de définir ce que le terme de « perceptible » peut signifier dans ce contexte.

### III. — L'ASSOCIATION SÉLECTIVE

Des relations de contingences, associées à un niveau minimum de contiguïté temporelle, sont des conditions nécessaires à l'instauration d'un conditionnement. Elles n'en constituent pas, cependant, des conditions suffisantes. Une sélection des associations possibles s'opère sur la base d'autres conditions. Les unes sont relatives à la nature des stimulus en présence, les autres, à la nature du contexte dans lequel ces stimulus sont présentés.

#### 1. Conditions relatives à la nature des stimulus

On sait que, à degré de contingence et de contiguïté égaux, le conditionnement est d'autant plus rapide que le SC est plus discriminable et le SI plus intense. L'usage de stimulations trop faibles peut atténuer, voire supprimer la possibilité de formation des liaisons conditionnelles. Il est

évident que cette loi générale est relative aux possibilités sensorielles de l'espèce considérée; on conçoit que des stimulations physiquement identiques soient plus efficaces pour certaines espèces que pour d'autres.

Mais une nouvelle catégorie de facteurs affectant l'associabilité des stimulus est récemment apparue. Elle porte non plus sur les stimulus considérés isolément, mais sur la nature des liaisons opérées. En termes statistiques, le phénomène se dépeint non plus par les effets simples liés à la nature du SC ou du SI, mais par les interactions entre ces stimulus.

a) *Un exemple privilégié.* — Considérons les expériences célèbres de Garcia et Koelling (1966) sur le Rat. Un SC composé de stimulations gustatives et audio-visuelles est couplé soit avec un événement engendrant une perturbation gastrique (ingestion de sels de lithium ou exposition à des rayons X), soit avec un choc électrique à la patte. Les éléments du SC composés sont ensuite présentés isolément. Les résultats sont représentés sous forme schématique dans la Fig. 1.

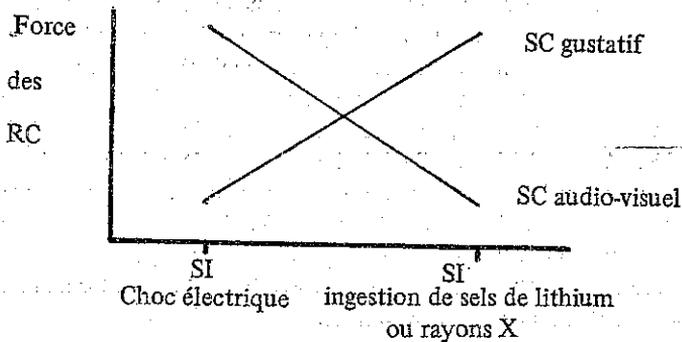


Fig. 1. — Exemple d'interaction entre la nature du SC et la nature du SI.

Les Rats acquièrent une aversion pour le SC gustatif et non pour le SC audio-visuel lorsque le SC composé est couplé avec la source des perturbations gastriques, et ils acquièrent une aversion pour le SC audio-visuel, mais non pour le SC gustatif, lorsque le SC composé est couplé avec le choc électrique.

Depuis ces travaux initiaux, de nombreuses expériences, introduisant en particulier des procédures de contrôle variées pour évaluer l'effet d'éventuels facteurs non associatifs, ont confirmé l'essentiel des résultats de Garcia et Koelling. Elles en nuancent quelque peu le caractère manichéen : on sait actuellement que, si l'on prolonge l'apprentissage, toujours chez le Rat, des indices tactiles ou visuels peuvent être associés à des troubles viscéraux, et que des indices gustatifs peuvent être associés à un choc électrique

aversif<sup>6</sup>. De façon habituelle, l'interaction représentée en figure 1 demeure cependant très marquée.

b) *Mais un phénomène général.* — L'exemple rapporté précédemment est aujourd'hui bien connu. Mais on ignore souvent que le phénomène qu'il illustre — l'association sélective — est beaucoup plus général.

Ainsi, un ensemble de travaux se développe actuellement (cf. en particulier Rescorla, 1980), montrant que, conformément aux hypothèses de Testa (1974), la facilité de formation des associations covarie positivement avec le degré de *similarité* entre le SC et le SI. Le terme de similarité doit être entendu en un sens relatif ; des stimulus appartenant à la même modalité sensorielle sont par exemple jugés plus similaires que des stimulus appartenant à des modalités sensorielles différentes ; pour deux stimulus visuels, le degré de similarité sera évalué en fonction d'attributs tels que couleur, orientation, etc. Là également, des procédures de contrôle adaptées ont éliminé l'hypothèse selon laquelle la variation de conditionnabilité observée relèverait de facteurs non associatifs.

Les travaux précédents portent sur l'animal, le plus souvent sur le Rat ou le Pigeon. Les exemples ne manquent pas, cependant, qui montrent une associabilité sélective des stimulus dans le champ du conditionnement humain, bien que les données soient généralement moins contrastées (peut-être en raison de la moindre étendue des possibilités expérimentales). Considérons une expérience d'Ohman et coll. (1978), issue d'une longue série de travaux similaires. Quatre groupes de sujets reçoivent l'une ou l'autre des combinaisons définies par le croisement de 2 SC (images de serpent ou d'araignée, et images de champignons ou de fleurs) et de 2 SI (un choc électrique aversif, et un son non aversif constituant le signal d'une réaction motrice volontaire). Le conditionnement est évalué par la fréquence des réactions électrodermales en extinction. Il apparaît que l'extinction est plus lente pour les SC « potentiellement phobiques » (serpent ou araignée) que pour les SC « neutres » (champignon et fleur) lorsque le SI est le choc électrique, et que les résultats sont inverses lorsque le SI est le signal impératif d'une réaction motrice. On observe donc là encore une interaction, en tout point semblable à l'interaction représentée dans la Fig. 1.

Traitant de ces phénomènes, il est habituel de se référer à la systématisation introduite par Seligman en termes de « degré de préparation » (preparedness) des liaisons. Le degré de préparation d'une liaison peut évoluer le long d'un continuum, dans lequel il est possible de distinguer des liaisons préparées (ex. : saveur-troubles gastriques), des liaisons non préparées (ex. : son-choc électrique), et des liaisons contra-préparées (ex. : son-troubles gastriques). Le degré de préparation ainsi entendu peut

6. On a même observé qu'avec certains intervalles SC-SI, les indices gustatifs peuvent être plus facilement associés à un choc électrique que les indices extéroceptifs (KRANE et WAGNER, 1975).

se définir opérationnellement en fonction de l'intervalle interstimulus et du nombre de répétitions nécessaires à l'élaboration d'un conditionnement : plus la liaison est préparée, plus l'intervalle entre SC et SI peut être long, et le nombre d'essais réduit.

La notion de degré de préparation ne partage pas la simplicité du postulat classique d'« équipotentialité du stimulus », selon lequel n'importe quoi peut être associé à n'importe quoi. La mise à jour de cette notion a suscité une quantité appréciable de développements, situés à des niveaux divers. On a ainsi souligné la signification adaptative du processus ; le fait que des Rats, par exemple, soient capables d'associer la saveur d'un aliment à un trouble digestif ressenti après un long délai est évidemment bénéfique, sinon nécessaire, à leur survie en milieu naturel. On a discuté de l'hypothèse d'un précâblage génétique et du rôle possible d'événements survenant au début de l'ontogenèse. On a également formulé un certain nombre d'hypothèses interprétatives plus ou moins spécifiques. Thompson (1976), Kandell (1976) et Lolordo (1979), par exemple, suggèrent que le conditionnement ne peut se développer que si le SC évoque lui-même, à un niveau infraliminaire, et avant tout apprentissage, les réactions propres au SI ; et le conditionnement s'établirait d'autant plus facilement que les modifications physiologiques suscitées par le SC sont proches des modifications imputables au SI. Des recherches actuelles sont orientées vers la mise à l'épreuve d'hypothèses de ce genre ; ces travaux pourraient modifier profondément notre compréhension des mécanismes d'apprentissage.

## 2. Conditions relatives à la nature du contexte

Considérons maintenant fixées, outre les relations de contingence et de contiguïté, la nature même des stimulus à associer. Leur possibilité d'association dépend encore d'un grand nombre de facteurs, tel que l'intervalle entre les couples de stimulations, le nombre de répétitions, le programme de renforcement, etc. Tous ces facteurs ont fait l'objet d'études paramétriques nombreuses, et leurs effets font partie des connaissances traditionnelles sur le conditionnement. Considérons que tous ces facteurs sont fixés, c'est-à-dire que l'ensemble des relations spatio-temporelles entre le SC et le SI sont définies. Les possibilités d'associations entre les deux stimulus dépendent encore d'une autre catégorie de facteurs, sur lesquels l'intérêt s'est porté récemment : les facteurs de contexte. L'associabilité de deux stimulus n'est pas uniquement déterminée par leurs rapports propres, mais par l'ensemble des événements définissant la situation expérimentale. Ce phénomène peut encore être décrit en termes d'interaction, mais l'interaction ne porte plus comme précédemment sur la nature du SC et du SI, mais sur le couple SC-SI et son contexte situationnel.

a) *Quelques observations.* — Pavlov, déjà, rapportait les observations suivantes. Si deux stimulus, A et B, dont l'on sait par ailleurs qu'ils peuvent

remplir la fonction de SC s'ils sont utilisés isolément, sont toujours présentés ensemble dans une procédure de conditionnement, le stimulus composé AB étant suivi de nourriture, le conditionnement peut se développer à A et non à B, ou inversement. Si les deux stimulus sont tactile et thermique par exemple, seul le stimulus tactile est capable d'évoquer après apprentissage une salivation conditionnée. Si les deux stimulus sont de la même modalité sensorielle, mais d'intensité différente, le stimulus le moins intense devient un signal moins efficace que s'il était présenté seul, et cela d'autant plus que l'intensité relative des deux stimulus est contrastée.

Ces faits étaient rapportés par Pavlov d'une façon assez informelle et suscitèrent à l'époque peu de prolongements. Ce n'est que récemment que ces observations furent reprises, développées, et que leurs conséquences furent mises à jour. On a découvert de nombreuses situations ou un stimulus paraît obscurcir, « masquer de son ombre » un autre stimulus (d'où le nom d'« overshadowing » donné à ce phénomène, que nous traduirons ici par « masquage »). Ainsi un SC associé au SI dans 100 % des cas masque un autre SC associé au même renforcement dans 50 % des cas seulement ; l'indice le moins valide, qui suscite un conditionnement s'il constitue le seul prédicteur, est délaissé si un indice plus valide est accessible (Wagner et coll., 1968). De même, un SC temporellement plus proche du SI masque un SC plus éloigné (Wickens et coll., 1973).

Le phénomène de « blocage » (« blocking »), initialement étudié par Kamin (1969), peut être considéré comme une variété du phénomène plus général de masquage. Dans ce cas, le SC A fait l'objet d'un pré-apprentissage ; le stimulus B est alors présenté en même temps que A, le SC composé AB étant renforcé de façon répétée. Testé seul dans une dernière phase, B ne suscite pas, ou suscite peu, de conditionnement : son association potentielle avec le SI a été bloquée par le fait que A était déjà un prédicteur valide du SI. Si A a été associé au non-renforcement (contingence négative), le conditionnement à B est au contraire facilité.

En résumé, les possibilités d'association entre un signal et un événement signalé dont le rapport de contingence est donné dépendent des autres indices disponibles ; si, en particulier, un autre signal est plus intense, plus valide, ou déjà confirmé comme prédicteur fiable du même événement, les possibilités d'associations s'en trouvent réduites, voire annulées.

b) *Aux prolongements théoriques importants.* — Ces faits sont intéressants en eux-mêmes, et, comme dans le cas des associations préparées, on peut discuter de leur valeur adaptative. Il est certain que le processus de masquage doit conduire à une économie et à une simplification considérable des réseaux associatifs, particulièrement, bien sûr, en milieu naturel, où la sélection du SC n'a pas été soigneusement préparée par l'expérimentateur.

Mais l'importance des travaux rapportés tient peut-être essentiellement à leurs prolongements théoriques ; la prise en compte de ces phénomènes ne peut en effet s'opérer que moyennant de profondes transformations

des théories traditionnelles (Dickinson et Mackintosh, 1978 ; Mackintosh, 1978).

Plusieurs interprétations ont été proposées.

Rescorla et Wagner (1972) supposent qu'un SI donné ne peut pourvoir qu'une force associative limitée ( $\lambda$ ), qui peut éventuellement être partagée entre plusieurs SC. La force associative d'un SC composé de deux stimulus A et B, symbolisée  $V_{AB}$ , est égale à la somme algébrique de la force associative des deux stimulus considérés séparément ( $V_{AB} = V_A + V_B$ ). A un essai donné, le changement dans la force associative du SC B, par exemple, symbolisé  $\Delta V_B$ , est proportionnel à la différence entre la force associative maximum du SI, et la force associative déjà requise par les SC A et B (soit :  $\lambda - V_{AB}$ ). L'équation finale exprimant le changement à un essai de la force associative du SC B est de la forme :

$$\Delta V_B = \alpha_B \beta (\lambda - V_{AB})$$

où  $\alpha_B$  et  $\beta$  représentent des paramètres relatifs, respectivement, au SC B et au SI dans une procédure donnée.

Ce modèle permet une prédiction quantitative relativement satisfaisante des résultats expérimentaux dont il est issu. On peut voir, par exemple, que, si le SC A a été suffisamment associé au SI pour capter toute la force associative dont celui-ci dispose au moment de l'introduction du SC B, l'expression  $(\lambda - V_{AB})$  est nulle, et la force associative de SC B n'augmente pas.

Le modèle de Rescorla-Wagner a eu un impact important sur la recherche peu après sa publication. Son influence tend à diminuer cependant, sous l'effet de deux facteurs. D'une part, le modèle échoue à rendre compte de certains résultats expérimentaux récents qu'il serait trop long d'exposer ici ; d'autre part, il s'agit d'un modèle formel restant muet quant aux mécanismes réels sous-tendants le comportement, et il semble que l'on s'oriente davantage actuellement vers une quête des processus en jeu.

Selon Kamin (1969), le conditionnement ne peut s'opérer que si les relations SC-SI font l'objet d'une « contemplation rétrospective ». Pour que ce processus se déclenche, il est nécessaire que le SI évoque un certain degré de surprise chez l'animal. Les événements tendant à diminuer la surprise évoquée tendent également à retarder la formation des liaisons conditionnelles ; c'est le cas en particulier lorsque le SI est déjà attendu sur la base d'autres signaux au moment de l'introduction d'un nouvel SC. Wagner (1976) a spécifié cette interprétation, en empruntant explicitement des concepts développés dans le champ de la mémoire humaine. La formation des liaisons conditionnelles est analysée comme un transfert de la mémoire à court terme (MCT) en mémoire à long terme (MLT). Ce transfert exige une répétition (« rehearsal ») des événements stockés en MCT. Or, lorsque le SI est déjà préreprésenté en MCT au moment de son occurrence sur la base d'autres indices, il n'y a plus de répétition, et donc plus de

possibilités de stockage en MLT, même si un nouvel indice a été greffé sur la situation antérieure.

Les modèles précédents interprètent les échecs de conditionnement dus à la présence de plusieurs prédicteurs du renforcement à l'inefficacité du SI. D'autres modèles attribuent l'échec à l'inefficacité du SC. Mackintosh (1975) fonde ses hypothèses sur le fait que l'attention doit porter sur le SC pour que le conditionnement s'élabore. Toutes conditions tendant à détourner l'attention d'un stimulus réduisent les possibilités d'association de ce stimulus. Le fait que dans les situations précédentes, le SC masqué soit redondant serait une condition suffisante pour que l'attention s'en détourne, les capacités limitées de l'attention étant tout entières captées par le SC masquant. Cette théorie a l'avantage d'interpréter dans les mêmes termes d'autres données expérimentales indiquant qu'un stimulus familier a peu de chance d'entrer (rapidement du moins) dans une liaison conditionnelle, et qu'un SC est d'autant plus efficace qu'il est nouveau pour le sujet. Pearce et Hall (1980) ont récemment proposé un nouveau modèle, postulant également des variations d'efficacité du SC, mais en fonction de principes partiellement différents.

Dans leur état actuel, aucun de ces modèles ne permet de rendre compte de l'ensemble des données expérimentales, lorsque celles-ci sont analysées à un niveau suffisamment fin. Le débat n'est pas clos. Il s'en dégage cependant une conclusion générale, dont l'on doit relever le caractère inattendu et paradoxal : pour expliquer les phénomènes de conditionnement, les principaux théoriciens contemporains ont explicitement recours à des concepts développés dans le champ de la psychologie cognitive, tels que ceux de répétition mentale, d'attention, ou de capacité limitée de traitement.

#### IV. — CONCLUSION ET DISCUSSION

L'analyse de diverses situations expérimentales conduit à penser que le principe de contiguïté ne peut tenir le rôle déterminant qui lui est imputé par les théories traditionnelles de l'apprentissage associatif. La formation d'une association entre deux événements paraît en fait reposer essentiellement sur la contingence (ou la corrélation) de ces deux événements dans le temps ; les différences entre les concepts de contingence et de contiguïté, qui peuvent paraître réduites en première analyse, sont en fait fondamentales, au niveau empirique comme au niveau théorique.

Ce principe général est modulé par plusieurs facteurs. Deux d'entre eux ont fait l'objet d'études intensives au cours de la dernière décennie. D'une part, à degré de contingence égal, certaines associations s'opèrent plus facilement que d'autres ; en d'autres termes, les liaisons apparaissent plus ou moins préparées, par l'effet des expériences antérieures ou des précablages

génétiq.ues. D'autre part, et toujours à degré de contingence égal, la facilité de formation des liaisons conditionnelles dépend des autres prédict.eurs disponibles ; l'organisme tend à ne conserver comme signal effectif que le meilleur prédict.eur, ou le mieux préparé, et à délaisser les autres indices.

L'image du conditionnement classique qui se dégage de ces recherches reste encore très incomplète ; les processus réels par lesquels l'organisme parvient à traiter l'information dont il peut disposer restent pratiquement inconnus<sup>7</sup>. Il apparaît certain cependant que ces processus de traitement sont d'une complexité sans commune mesure avec l'idée que pouvaient en avoir les psychologues et les physiologistes il y a seulement quinze ou vingt ans. L'idée selon laquelle le conditionnement s'identifie au renforcement automatique de liaisons S-S ou S-R sous l'effet de la répétition du même couple de stimulations est une idée périmée.

A un niveau général, l'évolution observée dans l'étude expérimentale et dans l'interprétation des faits de conditionnement n'apparaît pas spécifique à ce champ d'étude. Reuchlin (1976) observe à ce sujet que les premiers travaux sur la perception de l'espace et sur la mémoire ont masqué l'organisation naturelle de ces processus en créant des situations artificielles qui visaient à isoler des facteurs interdépendants. Ainsi Ebbinghaus, étudiant la mémoire à partir de liste de syllabes dépourvues de sens, masquait-il le rôle primordial de l'organisation du matériel mémorisé et, par-delà, l'interaction constante de la mémoire et de l'intelligence. Il semble que les travaux portant sur le conditionnement aient souffert d'une même attitude analytique jusqu'à une date récente. En isolant l'organisme de toute autre stimulation que d'un SC choisi comme étant le plus neutre possible, suivi d'un SI, les chercheurs de laboratoire ont masqué plusieurs phénomènes essentiels décrits ici en termes d'interactions ; interaction entre la nature du SC et du SI, interaction entre le couple SC-SI et le contexte situationnel où il est présenté. Comme dans les domaines indiqués ci-dessus, on peut imputer les progrès actuels dans la connaissance du conditionnement au fait que les conditions expérimentales tendent à se rapprocher, par une multiplication qualitative et quantitative des stimulations mises en jeu, de situations plus naturelles. Il est probable que le retard marqué par l'étude du conditionnement dans cette évolution, soit dû en partie au volant d'inertie créé par l'importance et le succès des grandes théories de l'apprentissage dans le développement de la psychologie.

7. Il semble que, chez l'homme, le degré de contingence entre deux événements doive faire l'objet d'une prise de conscience pour qu'un conditionnement apparaisse (ainsi que nous l'avons analysé ailleurs : Perruchet, 1979, 1980). Mais la prise de conscience porte sur le résultat d'un traitement, et n'informe pas directement sur ses modalités. Au niveau physiologique, un rôle prépondérant, en ce qui concerne en particulier la sélection du meilleur prédict.eur, semble devoir être attribué à l'hippocampe (cf. Solomon 1980, pour revue).

## BIBLIOGRAPHIE

- BLANCHETEAU M., Les limites éthologiques de la possibilité de liaisons conditionnelles, *Année psychol.*, **75**, 1975, p. 493-512.
- BURSTEIN K. R., On the distinction between conditioning and pseudo-conditioning, *Psychophysiology*, **10**, 1973, p. 61-66.
- DICKINSON A., MACKINTOSH N. J., Classical conditioning in animals, *Ann. Rev. Psychol.*, **29**, 1978, p. 587-612.
- GARCIA J., KOELLING R. A., Relation of cue to consequence in avoidance learning, *Psychon. Sci.*, **4**, 1966, p. 123-124.
- GARCIA J., RUSINIAX K. W., BRETT L. P., Conditioning food-illness aversions in wild animals : caveant canonici, in H. DAVIS et H. M. B. HURWITZ Eds., *Operant-pavlovian interactions*, Hillsdale, Wiley, 1977.
- GIBBON J., BERRYMAN R., THOMPSON R. L., Contingency spaces and measures in classical and in instrumental conditioning, *J. Exp. Anal. Behav.*, **21**, 1974, p. 585-605.
- HILLNER K. P., *Conditioning in contemporary perspective*, New York, Springer Publishing Company, 1979.
- KAMIN L. J., Predictability, surprise, attention and conditioning, in B. A. CAMPBELL et R. M. CHURCH Eds., *Punishment and aversive behavior*, New York, Appleton Century Crofts, 1969.
- KANDEL E. R., *Cellular basis of behavior*, San Francisco, Freeman, 1976.
- KIMBLE G. A., Scientific psychology in transition, in F. J. McGUIGAN et D. B. LUMSDEN Eds., *Contemporary approaches to conditioning and learning*, Washington, V. H. Winston, 1973.
- KRANE R. V., WAGNER A. R., Taste aversion learning with a delayed shock US : implications for the « generality of the laws of learning », *J. Comp. Physiol. Psychol.*, **88**, 1975, p. 882-889.
- LOLORDO V. M., Constraints on learning, in M. E. BITTERMAN and al., *Animal learning : Survey and analysis*, New York, Plenum Press, 1979.
- MACKINTOSH N. J., A theory of attention : variations in the associability of stimuli with reinforcement, *Psychol. Rev.*, **82**, 1975, p. 276-298.
- MACKINTOSH N. J., Conditioning, in B. M. FOSS Ed., *Psychology Survey, I*, Londres, Allen and Unwin, 1978.
- OHMAN A., FREDRIKSON M., HUGDAHL K., Orienting and defensive responding in the electrodermal system : palmar-dorsal differences and recovery rate during conditioning to potentially phobic stimuli, *Psychophysiology*, **12**, 1978, p. 93-101.
- PEARCE J. M., HALL G., A model for Pavlovian learning : variations in the effectiveness of conditioned but not of unconditioned stimuli, *Psychol. Rev.*, **87**, 1980, p. 532-552.
- PERRUCHET P., Conditionnement classique chez l'homme et facteurs cognitifs, *Année psychol.*, **79**, 1979, p. 527-557, et *Année psychol.*, **80**, 1980, p. 193-219.
- RESCORLA R. A., Probability of shock in the presence and absence of CS in fear conditioning, *J. Comp. Physiol. Psychol.*, **66**, 1968, p. 1-5.
- RESCORLA R. A., Pavlovian excitatory and inhibitory conditioning, in W. K. ESTES Ed., *Handbook of learning and cognitive processes, II : Conditioning and behavior theory*, New York, Wiley, 1975.
- RESCORLA R. A., *Pavlovian second-order conditioning : studies in associative learning*, Hillsdale, Erlbaum, 1980.

- RESCORLA R. A., WAGNER A. R., A theory of Pavlovian conditioning : variations in the effectiveness of reinforcement and nonreinforcement, in A. H. BLACK and W. F. PROKASY Eds., *Classical conditioning, II*, New York, Appleton Century Crofts, 1972.
- REUCHLIN M., Expérimentation hors du laboratoire, *Psychol. française*, **21**, 1976, p. 227-248.
- ROSS L. E., ROSS S. M., Conditioned stimulus parameters and the inter-stimulus interval : the processing of CS information in differential conditioning, in A. H. BLACK and W. F. PROKASY Eds., *Classical conditioning, II*, New York, Appleton Century Crofts, 1972.
- ROSS L. E., ROSS S. M., Cognitive factors in classical conditioning, in W. K. ESTES Ed., *Handbook of learning and cognitive processes, III*, Hillsdale, Erlbaum, 1976.
- SOLOMON P. R., A time and a place for everything ? Temporal processing view of hippocampal function with special reference to attention, *Physiol. Psychol.*, **8**, 1980, p. 254-261.
- TESTA T. J., Causal relationships and the acquisition of avoidance responses, *Psychol. Rev.*, **81**, 1974, p. 491-505.
- THOMPSON R. F., The search for the engram, *Amer. Psychologist*, **31**, 1976, p. 209-227.
- WAGNER A. R., Priming in STM, in T. J. TIGHE and R. L. LEATON Eds., *Habituation*, Hillsdale, Erlbaum, 1976.
- WAGNER A. R., LOGAN F. A., HABERLANDT K., PRICE T., Stimulus selection in animal discrimination learning, *J. Exp. Psychol.*, **76**, 1968, p. 171-180.
- WICKENS D. D., NIELD A. F., TUBER D. S., WICKENS C. D., Stimulus selection as a function of CS<sub>1</sub>-CS<sub>2</sub> interval in compound classical conditioning of cats, *J. Comp. Physiol. Psychol.*, **85**, 1973, p. 295-303.

Université René-Descartes, Paris  
Laboratoire de Psychologie différentielle.

P. PERRUCHET.

#### RÉSUMÉ

Les recherches de ces quinze dernières années ont profondément modifié les conceptions traditionnelles relatives aux conditions d'établissement des liaisons conditionnelles. Le rôle prépondérant antérieurement attribué à la *contiguïté* des stimulus conditionnel et inconditionnel est aujourd'hui conféré à la *contingence* (ou à la corrélation) de ces deux stimulus dans le temps. Cette condition n'est cependant pas seule déterminante ; à degré de contingence égal, les possibilités d'association dépendent également : 1) de la nature des stimulus, les liaisons apparaissant plus ou moins « préparées » par l'effet des expériences antérieures ou des précablages génétiques ; et 2) des autres stimulus conditionnels éventuellement disponibles, l'organisme tendant à ne conserver comme signal effectif que le meilleur prédicteur dont il dispose.

Ces résultats expérimentaux sont illustrés d'exemples, et leurs implications vis-à-vis des théories de l'apprentissage sont analysées.