

*Université de Liège
Laboratoire de Psychologie expérimentale*

LA RÉGULATION TEMPORELLE DU COMPORTEMENT II LE PROGRAMME DRL: CONTROLE EXERCÉ, DÉLAIS ABSOLUS ET TEMPS RELATIF

[TEMPORAL REGULATION OF BEHAVIOR. II DRL SCHEDULE: CONTROL, ABSOLUTE DELAY,
AND RELATIVE TIME]

HELGA LEJEUNE
Chercheur Qualifié F.N.R.S.

A review of the specific indices of the DRL performance is given. This schedule seems to control effectively the selection of the temporal characteristics of behavior. The limits of performance and the adaptation to relative time are discussed. Conclusions bear a critical approach as to the validity of performance indices and try to integrate an inhibitory control of behavior, the schedule structure and biological constraints in a tentative explanation of the DRL behavior.

Parmi les programmes operants qui étudient la régulation temporelle du comportement chez l'animal, le programme à intervalle fixe (FI) renforce la première réponse émise après un délai fixe. Il n'y a pas d'exigence de régulation temporelle du débit des réponses. Par contre, l'espacement entre deux réponses successives et la condition d'obtention du renforcement dans le programme de débit de réponses lent (DRL). Cette exigence d'espacement des réponses peut être encore raffinée par l'adjonction d'une limite supérieure au délai d'attente (Limited Hold, LH). Le comportement observé dans ce programme peut être décrit par plusieurs indices, notamment le taux de renforcement (rapport entre réponses renforcées et réponses totales) et la distribution des intervalles inter-réponses (IRT: Inter-Response Times). Cette distribution peut aussi être transformée en probabilités conditionnelles (rapport entre IRT et Opportunité, Anger, 1963).

Il existe plusieurs variantes au programme DRL: le renforcement de la durée de la réponse (par exemple Platt et al. 1973) ou de la latence de la réponse après présentation d'un signal extéroceptif (par exemple Catania, 1970). Contrairement au programme DRL classique où les IRT se succèdent, les variantes procèdent par essais distincts. Les méthodes d'analyse du comportement dans le programme DRL peuvent aussi s'appliquer à ces variantes. Le lecteur trouvera d'autres détails dans Richelle et Lejeune (1980).

Monsieur le Professeur Richelle a bien voulu lire et commenter ce texte. Qu'il trouve ici l'expression de notre gratitude.

Les contingences de renforcement du programme DRL spécifient le renforcement différentiel de certaines classes d'intervalles inter-réponses. On peut se demander si le débit de réponses et la distribution des IRT observés en DRL sont bien dûs à ce renforcement différentiel de caractéristiques temporelles de la réponse et non au seul débit de renforcement. Richardson (1973) pose le problème comme suit : lorsqu'en DRL, l'exigence d'espacement est augmentée, on observe deux effets : une réduction du débit de réponse et une réduction du débit de renforcement. Or, lorsque dans un programme à intervalle variable (Variable Interval: VI), le débit de renforcement est réduit, on observe aussi une réduction du débit de réponse (Catania et Reynolds, 1968). Dès lors, on peut se demander si les sujets d'un programme DRL ne sont pas en fait dans un programme VI ou, en d'autres termes, si le seul débit de renforcement ne contrôle pas la performance du programme DRL. Il faut démêler les effets du débit de renforcement et du renforcement différentiel d'IRT (Morse, 1966). Plusieurs tentatives ont été entreprises, que nous allons examiner en détail.

La première consiste à contrôler le débit et la distribution des renforcements par un programme approprié, les renforcements disponibles étant ensuite attribués à l'une ou l'autre classe d'intervalles inter-réponses. Shimp et ses collaborateurs ont depuis 1967 entrepris, avec des pigeons, une série de travaux dans cette optique. Le débit des renforcements est contrôlé par un programme à intervalle variable, les renforcements disponibles étant dépendants de l'émission d'IRT définis par ailleurs. Shimp a étudié des programmes à une clé réponse avec une classe d'IRT renforcés (Shimp, 1967 — IRT renforcés: 0,3 à 0,6 — 0,6 à 0,9 — 0,9 à 1,2 — 1,2 à 1,8 et 1,8 à 2,4 secondes, selon les conditions), des programmes à une clé avec renforcement concurrent de deux classes d'IRT (Shimp, 1968, 1969, 1974 — Hawkes et Shimp, 1974), des programmes à deux clés avec renforcement concurrent de deux classes d'IRT (Shimp, 1971, Moffit et Shimp, 1971) ou encore des programmes VI synthétiques où plusieurs classes d'IRT sont renforcées. Ces derniers programmes se rapprochent de ce qui se passe dans un programme VI (Shimp, 1973, 1974 — et aussi Anger, 1954, 1956, 1973; Millenson, 1964). Dans la même optique, nous trouvons les programmes de renforcement percentile (Alleman et Platt, 1973) ou les programmes intervalle percentile (Platt, 1973; Kuch et Platt, 1976). En principe, ces programmes se fondent sur le comportement récent du sujet afin de définir un débit de renforcement. Ces renforcements seront ensuite distribués indépendamment de l'IRT émis (afin d'estimer l'effet du seul débit de renforcement) ou dépendront de l'émission de classes d'IRT définies, telles que les IRT les plus extrêmes observés dans le comportement récent du sujet (Kuch et Platt, 1976). Nous citerons encore Staddon (1968) qui, dans un programme proche du DRL, renforce tous les IRT appartenant à une classe donnée (10-11 secondes) et

contrôle selon un programme VI (qui fixe le débit maximal de renforcement par 100 minutes), le renforcement des IRT appartenant à une seconde classe. Toutes ces études insistent sur l'importance de la différenciation des IRT; même en VI synthétique, il a été montré que la distribution des IRT est modulable par le renforcement spécifique de classes d'IRT (Anger, 1973; Shimp, 1974). Débit de renforcement et renforcement sélectif d'IRT ont des effets qui ne sont pas confondus. Dans tous les cas, le renforcement sélectif d'IRT conduit à une augmentation de la fréquence relative de l'IRT émis et à l'apparition d'un mode net. Par contre, la variation du débit des renforcements a un effet minime sur la distribution des IRT, comparativement au renforcement sélectif des IRT. Les données de Kuch et Platt (1976) qui ont étudié une marge de débit de renforcement de 30 à 360 par heure, c'est-à-dire des intervalles interrenforcements de 10 à 120 secondes, sont particulièrement explicites à cet égard. Les effets du renforcement différentiel des IRT s'inscrivent contre les analyses en termes de corrélations molaires entre débit de renforcement et débit de réponses (Herrnstein, 1970; Baum, 1973).

La seconde tentative compare les débits de réponses et la distribution des IRT du programme DRL avec ceux d'un programme VI dont la distribution et le débit des renforcements sont identiques à ceux obtenus dans le programme DRL. Il s'agit de procédure où le programme DRL et le programme VI sont liés par un débit et une distribution temporelle des renforcements identiques. Le premier travail de ce type a été réalisé par Richardson (1973) avec un programme DRL de 15 s. Des pigeons et des rats ont été étudiés. Deux conditions ont été analysées. Dans la première, des sujets différents sont soumis au DRL et au VI. Dans la seconde, le même animal subit les deux programmes pendant deux séances successives. Le travail de Richardson (1976) reprendra la même méthodologie chez le pigeon et en programme multiple, le sujet étant soumis au DRL et au VI pendant la même séance, et sous le contrôle de stimulus discriminatifs lumineux. Les valeurs de DRL étudiées sont de 0.5, 1, 3, 5, 7 et 10 s pour un premier groupe de 4 pigeons, et de 10, 15, 20, 30, 45, 60, 120 et 300 s pour un second groupe de 4 pigeons. Un programme multiple DRL-VI a aussi été appliqué par Richardson (1979) à la comparaison des réponses coup de bec et appui de la patte chez le pigeon. Ellen et al. (1978) ont utilisé le programme multiple chez le rat, avec des valeurs de DRL de 10, 15 et 20 s. De ces expériences, il ressort en premier lieu que le débit de réponses du DRL est inférieur au débit des réponses du programme VI. Richardson (1976) a estimé des débits de réponse relatifs (débit R du VI divisé par la somme des débits de réponses du VI et du DRL). Ces débits relatifs sont de l'ordre de .85 pour toutes les valeurs de DRL étudiées. Ces données ont été confirmées ultérieurement, sauf chez un pigeon (Richardson, 1979). Chez les rats d'Ellen et al. (1978), les débits relatifs sont de l'ordre de .65 aux trois valeurs étudiées. Ce premier résultat montre que le comportement de rats et de pigeons dans le programme DRL n'est pas régi par le seul débit des ren-

forcements. En second lieu, les distributions d'IRT obtenues en VI et en DRL diffèrent. Pour des valeurs de DRL 10 s (Richardson, 1976), 15 s (Richardson, 1973), 20 s (Ellen et al., 1978), les distributions d'IRT sont bimodales, un mode secondaire précis étant proche de la valeur d'IRT renforcée. Par contre, les distributions d'IRT des programmes VI de même valeur sont unimodales, le mode étant situé au niveau des IRT très courts. La spécificité d'effet du programme DRL ne fait plus de doute. Cela ne signifie pas que le renforcement différentiel d'IRT soit totalement inopérant en VI (Platt, 1979a) et que le débit de renforcement ne puisse influencer la distribution d'IRT obtenue en DRL. Ceci a été illustré par une expérience de Zimmerman (1961). La comparaison de deux programmes de renforcement de latences de réponse avec limite supérieure (début d'un essai programmé à intervalle rigoureusement fixe vs début d'un essai dépendant du comportement du sujet) a montré que lorsque la limite est longue (p.ex. latence de 6 s LH 24 s), le mode de la distribution des latences est moins net dans le premier de ces programmes. Par contre, lorsque la limite est courte (latence de 6 s LH 2 s), on n'observe pas de différence entre distributions de latences. Puisque, avec une limite longue, les deux programmes renforcent les mêmes latences de réponse, tout en étant associés à des débits de renforcement différents, il ressort de cette étude que le débit de renforcement est une variable dont il faut tenir compte dans le contrôle du comportement réglé par le temps. C'est toutefois une variable secondaire comme les données de Platt (1976) l'ont montré par ailleurs.

Les données présentées ci-dessus convergent. Il semble permis de conclure avec Morse (1966) que l'IRT est une caractéristique temporelle de la réponse, différenciable par le renforcement. On sait aussi que l'intervalle inter-réponses possède des propriétés de stimulus discriminatif et peut guider un comportement ultérieur (Reynolds, 1966; Pliskoff et Tierney, 1979). Reynolds et McLeod (1970) ont toutefois présenté deux objections à la théorie du renforcement différentiel des IRT. Ces objections peuvent se formuler comme suit. En premier lieu, il n'y aurait pas renforcement d'IRT mais renforcement de séquences de comportements, parmi lesquels se trouve la réponse définie par le programme. L'IRT ne serait pas une caractéristique renforçable du comportement. Il en aurait toutefois l'apparence parce qu'il se trouve associé à d'autres caractéristiques de comportement qui, elles, sont sous le contrôle du renforcement. En second lieu, dans une distribution d'IRT, la corrélation entre IRT émis et IRT renforcés est mathématiquement déterminée. Cette corrélation se rencontre quelle que soit la distribution des IRT émis. En d'autres termes, elle se rencontre quels que soient les programmes de renforcement en vigueur. Dès lors, cette corrélation perd toute valeur explicative puisqu'elle peut s'appliquer à toutes les distributions d'IRT. Il est donc impossible de déduire de cette corrélation qu'il y a renforcement différentiel d'IRT, comme on en fait l'hypothèse dans le cadre des théories qui fondent le contrôle du programme DRL sur le renforcement différentiel d'IRT (Morse, 1966; Catania, 1970).

Cette remise en question de Reynolds et Mc Leod ne signifie pas que des programmes tels que le DRL soient inefficaces dans le contrôle du comportement. Les expériences de Richardson (1973, 1976, 1979) ou d'Ellen et al. (1978) démontrent l'existence d'un contrôle différentiel. Elle signifie que les arguments en faveur du renforcement différentiel d'IRT dans le programme DRL, reposent sur une interprétation fautive ou sur des contraintes mathématiques dénuées de valeur explicative. L'objection de Reynolds et Mc Leod trouve un écho dans les hypothèses qui, s'écartant de la sélection d'IRT, tentent de matérialiser la durée qui sépare deux réponses operantes successives. Nous faisons allusion à l'hypothèse des chaînes de conduites collatérales dont la fonction serait d'être un médiateur de la durée (Hearst et al., 1964; Hodos et al., 1962). L'analyse du comportement dans le programme DRL doit, dans cette perspective, se décrire en termes de renforcement de séquences d'activité d'une certaine durée. Ces séquences d'activité seraient des médiateurs de la durée et dispenseraient le sujet de toute régulation temporelle. Un des maillons de la séquence comportementale renforcée par le programme deviendrait le stimulus discriminatif pour l'émission de la réponse operante. De nombreux travaux ont été consacrés à cette hypothèse. Ces travaux ont soit observé, empêché, limité, induit ou encore rendu obligatoire l'émission de comportements variés entre deux réponses operantes successives (voir par exemple Glazer et Singh, 1971; Laties et al., 1969; Mc Millan, 1969; Pouthas, 1979; Richardson et Loughhead, 1974a; Lince, 1976; Greenwood, 1978). Les résultats convergent pour attribuer à ces comportements un rôle d'auxiliaire de la régulation temporelle. A défaut d'être des médiateurs de la durée, ils contribueraient à la décharge de la tension induite par l'exigence d'inhibition de la réponse operante. Le renforcement d'activités collatérales n'est du reste pas la seule hypothèse qui ait été faite dans le cadre des tentatives de matérialisation de l'espace temporel qui sépare deux réponses successives. Le rôle d'indices viscéraux et proprioceptifs a aussi été envisagé. Les données disponibles jusqu'à présent n'ont pas apporté la preuve indiscutable de l'intervention de ces indices. Ces hypothèses ne seront pas discutées en détail ici (voir par exemple Richelle et Lejeune, 1980, pour une analyse détaillée). A défaut de pouvoir, dans l'état actuel des recherches, trancher de façon définitive au sujet des mécanismes qui sous-tendent le comportement dans le programme DRL, nous poursuivrons notre analyse dans le cadre des conceptions théoriques qui considèrent que l'intervalle interréponses est une caractéristique du comportement qui peut être contrôlée par le renforcement différentiel (Morse, 1966).

DÉLAIS ABSOLUS ET TEMPS RELATIF DANS LE PROGRAMME DRL

Les données classiques s'accordent pour décrire une limitation de la performance dans le programme DRL, lorsque les IRT sélectionnés par le programme dépassent quelques dizaines de secondes. La souris ne

semble pas s'adapter au programme DRL et les IRT émis se distribuent le plus souvent de façon quasi aléatoire. C'est ce qui a été montré par Maurissen (1970) pour des valeurs de DRL de 5 à 100 secondes. La performance des pigeons est médiocre pour des valeurs de DRL supérieures à 20 s (Skinner et Morse, 1958; Reynolds, 1964; Staddon, 1965; Holz et Azrin, 1963; Holz et al., 1963; Powell, 1974; Kramer et Rilling, 1969). Par contre, rats, singes et chats s'adaptent de façon efficiente à des exigences d'espacement de quelques dizaines de secondes. Ferraro et al. (1965 — DRL 60 s chez le rat), Hodos et al. (1962), Weiss et al. (1966 — DRL 21 et DRL 20 s chez le signe) et Macar (1969, 1970 — DRL à 2 leviers, de 40 et 60 s chez le chat) ont présenté des distributions d'IRT caractérisées par un mode précis, proche des valeurs d'IRT renforcées. Catania (1970) décrit lui aussi une dégradation de la performance dans un programme qui renforce chez le pigeon des latences de réponse de plus de 30 s. Dans le programme intervalle percentile étudié par Kuch et Platt (1976), on se heurte de même à un plafonnement de l'IRT moyen lorsque le programme renforce les IRT longs. Kuch et Platt ont analysé cette limite et proposent plusieurs hypothèses qui sont intéressantes pour comprendre ce qui se passe dans le programme DRL. Nous les examinerons rapidement.

En premier lieu, la limite observée pourrait provenir de la plus faible sensibilité des IRT longs au renforcement. Nous touchons ici au problème de la sensibilité différentielle des IRT de diverses longueurs. Chez le pigeon, Blough (1966) a considéré que des IRT inférieurs à .8 secondes sont insensibles au renforcement. Millenson (1966) a décrit les IRT courts comme une succession de «gestes stéréotypés» dont la sensibilité au renforcement est différente de celle des IRT longs. Shimp (1967), toujours chez la même espèce, a par contre montré que le renforcement exerce un contrôle efficace sur des classes d'IRT situées entre 0.3 et 2.4 s. Toutefois, les IRT longs exigent un «salaire» plus lourd que les IRT courts pour être émis à fréquence équivalente. Shimp (1968) a renforcé de façon concurrente deux classes d'IRT (1.5 à 2.5 et 3.5 à 4.5 secondes) et fait varier la fréquence relative de renforcement attribuée aux deux classes. C'est seulement lorsque les fréquences relatives de renforcement sont respectivement .2 et .8 que l'on observe des fréquences relatives d'IRT courts comparables à celles des IRT longs. Mallott et Cumming (1966) avaient fait une observation semblable chez des rats et pour des classes d'IRT dont les limites inférieures sont situées entre 2 et 16 secondes. Il faut noter que les durées d'intervalles interréponses réportoriées ci-dessus sont courtes en valeur absolue et nettement inférieures aux durées de pauses post-renforcement que l'on peut observer chez les mêmes espèces dans le programme à intervalle fixe. A l'exception du cas particulier constitué par les «burst» ou volées d'IRT très brefs, la plupart des données illustrent une relation inverse entre durée d'IRT et «sensibilité» au renforcement. Il n'est toutefois pas évident que l'interprétation en termes de plus faible sensibilité au renforcement des IRT «longs» soit adéquate. Certains travaux qui ont

pris en considération la nature de la réponse (Hemmes, 1975; Mantanus et al., 1977 a et b; Richardson, 1979; Richardson et Clark, 1976) ont montré qu'il n'existe pas d'arguments qui permettent de conclure que la nature de la réponse constitue un obstacle à la différenciation d'intervalles interréponses longs (Richardson, 1979).

En second lieu, les limites observées pourraient provenir d'une perte d'efficacité du renforcement aux débits de renforcement faibles (c'est ce qui se passe en DRL lorsqu'on renforce des IRT plus longs). Dans le même ordre d'idées, les données de Zimmerman (1961) commentées plus haut montrent en effet une diminution de contrôle du programme lorsque la fréquence de renforcement d'un IRT est plus faible. Toutefois, le contrôle excellent observé par exemple dans le programme FI pour des durées d'intervalles inter-renforcement allant jusqu'à 100.000 secondes (Dews, 1965) laisse penser que le seul débit de renforcement n'explique pas ce qui se passe en DRL.

En troisième lieu, le plafonnement des IRT pourrait aussi être dû au fait que les dispersions des distributions d'IRT croissent (en valeur absolue) lorsque leur tendance centrale augmente. Le phénomène se traduit par une invariance du rapport entre indice de tendance centrale et indice de dispersion. Ainsi, dans les variantes du DRL, Catania (1970) a décrit chez le pigeon un rapport approximativement constant (.30) entre latence de réponse moyenne et déviation standard, pour des renforcements différentiels de latences de 0.6 à 36.4 s. De même, chez le rat, Platt et al. (1973) ont calculé le rapport entre dispersion interquartile de durée d'appui et durée d'appui médiane. Ce rapport est approximativement constant chez le rat pour des durées d'appui renforcées de 0.8 à 6.4 s (les divers rapports sont situés entre .22 et .28). Kuch (1974), toujours chez le rat, a estimé le même rapport et a obtenu une valeur moyenne de .21 pour des durées de réponse renforcées de 2, 4 et 8 secondes (certaines données de Ferraro et Grilly, 1970, vont dans le même sens). De telles augmentations de la dispersion autour des indices de tendance centrale pourrait refléter une réduction de la discriminabilité des operants lorsque la valeur absolue de l'espacement, de la latence ou de la durée de réponse exigée augmente. Cette discriminabilité réduite pourrait dès lors conduire à une augmentation de la fréquence relative des operants infra-critère et à un plafonnement de la différenciation des operants longs. Ces arguments ne sont pas tout à fait convaincants car l'invariance du rapport entre indice de tendance centrale et indice de dispersion révèle une adaptation de niveau équivalent quelle que soit la valeur absolue de l'IRT, de la durée de réponse ou de la latence de réponse exigée par le programme. Ces rapports invariants peuvent, au niveau de la régulation du comportement propre, être considérés comme des équivalents de la fraction de Weber dans les études de discrimination de la durée de stimulus externes (pour une discussion détaillée de ce point, consulter Platt, 1979b et Stubbs, 1979). En deçà des limites où une dégradation de la performance est observée, les données concordent pour montrer que les sujets s'adaptent lorsque l'on passe d'une valeur de programme à une

autre. Cette adaptation au temps relatif s'observe non seulement dans le programme DRL classique et dans ses variantes, mais encore dans des programmes où deux ou plusieurs IRT ou classes d'IRT sont renforcées (Logan, 1967; Staddon, 1969).

Il sera encore fait mention de travaux qui renforcent des séquences de comportement associées à des exigences temporelles spécifiques. De telles séquences de comportement peuvent être considérées comme des operants (Shimp, 1976; Zeiler, 1977). Deux types d'études peuvent être distingués. En premier lieu, celles qui renforcent des séquences pause-activité ou activité-pause. Ainsi, Wasserman (1977) a renforcé des séquences coup de bec — pause ou pause — coup de bec chez des pigeons, au terme d'essais successifs d'une durée de 8 secondes (4 secondes par composant coup de bec ou pause). Ce programme contrôle des séquences de réponses accélérées ou décélérées. En second lieu, certains travaux ont exigé des espacements précis entre réponses successives d'une séquence operante. Shimp (1973) a réussi à conditionner des séquences de deux IRT successifs, l'un appartenant à la classe courte (de 1 à 2 secondes, A), l'autre à la classe longue (de 3 à 4.5 secondes, B). Il a renforcé des séquences AA, AB, BA et BB. De plus, quatre conditions de renforcement ont été étudiées. Elles spécifient quelles sont les séquences d'IRT renforcées (par exemple, celles qui commencent par un IRT A) et quelle sera la fréquence relative de renforcement (contrôlée par un VI) attribué à chaque séquence renforcée. Dans tous les cas, les séquences d'IRT étudiées sont contrôlées par le renforcement. Lorsque les 4 séquences sont renforcées à fréquence égale (.25), la séquence composée de 2 IRT courts (AA) tend à être émise plus souvent que la séquence de deux IRT longs (BB). Ce résultat rappelle les données obtenues dans les programmes à renforcement concurrent de deux classes d'IRT (Shimp, 1968). Citons aussi Hawkes et Shimp (1975) qui ont renforcé des débits de réponses croissants et décroissants chez le pigeon. Au cours d'essais d'une durée de 5 secondes, des pigeons doivent, par tranches d'une seconde, émettre des débits de réponse successifs de 0, 1, 2, 3 et 4 par seconde pour la séquence croissante, et l'inverse pour la séquence décroissante. Les séquences exigées consistent donc, comme le disent Hawkes et Shimp, en coups de bec dont le débit change de façon continue pendant l'essai. Les pigeons réussissent cet apprentissage.

Notons enfin un cas de maîtrise simultanée de deux délais. Wilkie et Pear (1972) ont décrit une situation où l'operant est un IRT, qui sera lui-même renforcé selon divers programmes de renforcement dont un DRL. Ces auteurs étudient deux rats dans un programme DRL ($IRT = 1.5 \pm 0.5$ s) 4 secondes. L'operant, c'est-à-dire un IRT situé entre 1 et 2 secondes, sera renforcé s'il est émis au moins 4 secondes après l'IRT critère précédent. Un IRT critère trop précoce recycle le délai du programme DRL. Dans ces conditions, les distributions de fréquence relative des IRT operants sont typiquement bimodales, le second mode étant situé à 5 secondes chez un sujet et à 4 secondes chez l'autre.

les IRT operants sont bien contrôlés par ce programme qui renforce différentiellement des temps inter-IRT.

CONCLUSION

Le problème du temps relatif et des limites d'adaptation au programme DRL et à ses variantes soulève un point capital, celui des indices pertinents pour décrire la performance. La distribution par classes des IRT, latences ou durées de réponse ne se prête pas à une définition simple et n'a jusqu'à présent pu être résumée par un indice comparable à l'indice de courbure de Fry et al. (1960) utilisé en FI. La transformation des distributions de fréquence en probabilités conditionnelles nous offre au plus un critère de distinction global entre absence et présence de régulation temporelle (ce qui n'est pas toujours évident à partir de la distribution de fréquence). L'efficacité de la performance (rapport entre IRT, latences ou durée de réponse renforcés et IRT, latences ou durées de réponse émis) n'est pas nécessairement corrélée avec des indices de tendance centrale de la performance. La plupart des travaux qui ont étudié plusieurs valeurs de programme ont estimé des relations qui existent entre indices de tendance centrale (moyenne, mode, médian) et exigence du programme. Certains d'entre eux ont analysé les rapports entre tendance centrale et indices de dispersion (il en a déjà été question plus haut). Les données obtenues dans le programme DRL classique (Mallott et Cumming, 1964-DRL de 1 à 100 secondes chez le rat; Staddon, 1965-DRL de 5.68 à 31.5 secondes chez le pigeon; Richardson et Loughhead, 1974b-DRL de 1 à 45 minutes chez le pigeon et le rat), dans le programme de renforcement de latences de réponse (Catania, 1970) ou encore dans le programme de renforcement de durée de réponse (Platt et al., 1973; Kuch, 1974) montrent que la performance estimée par les indices de tendance centrale est dans tous les cas une fonction puissance de l'espacement, de la latence ou de la durée de réponse exigée par le programme. En d'autres termes, lorsque l'exigence du programme augmente, le comportement des sujets s'adapte. Catania (1970) a montré que les latences de réponse émises «surestiment» la latence exigée lorsque celle-ci est inférieure à 10 secondes et la «sous-estiment» lorsqu'elle est supérieure à 10 secondes. Cette dernière valeur peut être considérée, par analogie avec la psychophysique classique, comme intervalle d'indifférence. Les fonctions de puissance obtenues rendent compte d'un pourcentage très important de la variance des performances individuelles (97 à 99% de la variance des durées d'appui médianes individuelles chez Kuch, 1974 — 92 à 97% de la variance des IRT moyens individuels chez Richardson et Loughhead, 1974b).

Les données de Richardson et Loughhead (1974b) obtenues avec des DRL très longs doivent-elles conduire à remettre en question la notion de limite de performance dans le programme DRL, en dehors des cas où l'on observe une extinction pure et simple du comportement? Les

indices de tendance centrale sont-ils les indicateurs privilégiés de l'adaptation au DRL? Encore faut-il considérer ce qu'ils représentent. Les fonctions de puissance décrites par Richardson et Loughhead (1974b) se fondent sur l'IRT moyen. Les distributions de fréquence relative d'IRT, montrées par les auteurs, pour des espacements de 1 à 15 minutes sont dans la plupart des cas, étalées et plates, multimodales surtout chez le rat. Il est impossible de déterminer un mode précis (à l'exception de celui situé au niveau des IRT courts). L'IRT moyen n'est donc représentatif que d'une faible portion des IRT émis. L'absence d'un mode peut signifier la prise en charge du comportement par d'autres variables, telles que le seul débit de renforcement (les distributions d'IRT plates de Richardson et Loughhead se rapprochent de ce que l'on observe en vi). L'efficacité de la performance (estimée par le nombre moyen de réponses par renforcement) s'améliore fortement chez les pigeons lorsque l'exigence d'espacement passe de 1 à 45 minutes. Toutefois, une bonne efficacité n'est pas une preuve du contrôle par le programme DRL (Richardson, 1979). Dans ce programme où le débit de renforcement obtenu dépend du comportement du sujet, une bonne efficacité peut à la limite caractériser un état oscillatoire entre phases d'extinction et phases de reconditionnement. Toute réponse très espacée sera suivie de renforcement (dans les programmes sans limite supérieure), et ce renforcement relancera temporairement l'émission des réponses. Le contrôle de la performance par des programmes DRL de valeur très élevée remettrait aussi en question l'hypothèse des chaînes de conduites collatérales. Il est en effet difficile de concevoir l'existence de chaînes de conduites médiatrices de la durée et couvrant des intervalles inter-réponses très longs. Cette argumentation rencontre celle développée par Shimp (1976) dans le contexte d'une analyse de la mémoire à court terme chez le pigeon.

Ces quelques données paradoxales par rapport aux comportements observés dans les programmes DRL de valeur inférieure à la minute permettent de s'interroger sur la nature de l'adaptation observée. Richardson et Loughhead posent la question: le comportement dans les programmes DRL de valeur très élevée est-il d'une espèce différente de celui observé ailleurs? L'état des connaissances ne permet pas de répondre à cette question dès à présent.

En attendant des données complémentaires, il importe d'insister sur un point important. A défaut de posséder maintenant une mesure qui synthétiserait la qualité de la performance, celle-ci ne peut se caractériser par un seul indice. A l'efficacité, au débit des réponses, à l'IRT moyen doivent s'annexer les preuves d'une différenciation temporelle précise. Un mode net doit se dégager au niveau des IRT émis, qui soit proche de l'intervalle inter-réponses minimum renforcé par le programme. Le même commentaire reste valable pour les variantes du programme DRL où sont sélectionnées des latences ou des durées de réponse opérantes.

Jusqu'à preuve du contraire, on peut considérer à titre d'hypothèse que les limitations de la performance, souvent décrites en DRL, sont en

relation avec l'exigence d'inhibition qui caractérise ce programme. Comme dans le programme à intervalle fixe, des tests de désinhibition de type pavlovien ont été appliqués avec succès en DRL (Contrucci et al., 1971). Des extinctions de performance ont été décrites pour des programmes DRL inférieurs à la minute chez le pigeon (Richelle, 1972) ou le chat (Macar, 1971 a). Ces extinctions que l'on pourrait considérer comme des échecs du contrôle exercé par le programme peuvent être attribués à une généralisation de l'inhibition. L'absence de périodicité de fait du renforcement en DRL, contrairement à ce qui se passe en FI, c'est-à-dire l'absence d'un synchroniseur externe de l'inhibition et de la décharge motrice est probablement un élément capital dans l'appréciation du comportement en DRL et de la compréhension du paradoxe qui oppose DRL et FI (Lejeune, 1978, 1980). Enfin, l'action du mécanisme inhibiteur impliqué dans la performance DRL sera modulée par les contraintes biologiques liées à l'espèce animale et particulièrement à l'operant choisi.

RÉFÉRENCES

- ALLEMAN, H.D., & PLATT, J.R. Differential reinforcement of interresponse times with controlled probabilities of reinforcement per response. *Learning and Motivation*, 1973, 4, 40-73.
- ANGER, D. *The dependence of interresponse times upon the relative reinforcement of different interresponse times*. Report PLR — 33 — Office of the Surgeon Central, 1954.
- ANGER, D. The dependence of interresponse times upon the relative reinforcement of different interresponse times. *Journal of Experimental Psychology*, 1956, 52, 145-161.
- ANGER, D. The role of temporal discrimination in the reinforcement of Sidman avoidance behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1963, 6, 477-506.
- BAUM, W.M. The correlation-based law of effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1973, 20, 137-153.
- BLOUGH, D.S. The reinforcement of least-frequent interresponse times. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1966, 9, 581-591.
- CATANIA, A.C. Reinforcement schedules and psychophysical judgement: A study of some temporal properties of behavior. In W.N. SCHOENFELD (Ed.), *The theory of reinforcement schedules*, New-York: Appleton 1970, 1-42.
- CATANIA, A.C., & REYNOLDS, G.S. A quantitative analysis of the responding maintained by interval schedules of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1968, 11, 327-383.
- CONTRUCCI, J.J., HOTHERSALL, D., & WICKENS, D.D. The effect of a novel stimulus introduced into a DRL schedule at two temporal placements. *Psychonomic Science*, 1971, 23, 97-99.
- DEWS, P.B. The effect of multiple s^A periods on responding on a fixed-interval schedule: III effects of changes in pattern of interruption, parameters and stimuli. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1965, 3, 427-435.
- ELLEN, P., MAKOHON, L., & RICHARDSON, W.K. Response suppression on DRL by rats with septal damage. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1978, 92, 511-521.
- FERRARO, D.P., & GRILLY, D.M. Response differentiation: A psychophysical method for response produced stimuli. *Perception and Psychophysics*, 1970, 7, 206-208.

- FERRARO, D.P., SCHOENFELD, W.N., & SNAPPER, G.A. Sequential response effects in the white rat during conditioning and extinction on a DRL schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1965, 8, 255-260.
- FRY, W., KELLEHER, R.T., & COOK, L. A mathematical index of performance on fixed interval schedule of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1960, 3, 193-199.
- GLAZER, H., & SINGH, D. Role of collateral behavior in temporal discrimination performance and learning in rats. *Journal of Experimental Psychology*, 1971, 91, 78-84.
- GREENWOOD, P. Rétro-régulation proprioceptive et régulation temporelle chez le chat. *Comptes Rendus de la Société de Biologie*, 1978, 172, 1013-1016.
- HAWKES, L., & SHIMP, C.P. Choice between response rates. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1974, 21, 109-115.
- HAWKES, L., & SHIMP, C.P. Reinforcement of behavior patterns: shaping a scallop. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1975, 23, 3-16.
- HEARST, E., KORESKO, M.B., & POPPEN, R. Stimulus generalisation and the response-reinforcement contingency. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1964, 7, 369-380.
- HEMMES, N.S. Pigeon's performance under differential reinforcement of low rate schedules depends upon the operant. *Learning and Motivation*, 1975, 6, 344-357.
- HERRNSTEIN, R.J. On the law of effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1970, 13, 242-266.
- HODOS, W., ROSS, G.S., & BRADY, J.V. Complex response patterns during temporally spaced responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1962, 5, 473-479.
- HOLZ, W.C., & AZRIN, N.H. A comparison of several procedures for eliminating behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1963, 6, 399-406.
- HOLZ, W.C., AZRIN, N.H., & ULRICH, R.E. Punishment of temporally spaced responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1963, 6, 115-122.
- INNIS, N.K., & STADDON, J.E.R. Temporal tracking on cyclic-interval reinforcement schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1971, 16, 411-423.
- KRAMER, T.J., & RILLING, M. Effects of time-out on spaced responding in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1969, 12, 183-188.
- KUCH, D.O. Differentiation of press duration with upper and lower limits of reinforced values. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1974, 22, 275-283.
- KUCH, D.O., & PLATT, J.R. Reinforcement rate and interresponse time differentiation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1976, 26, 471-486.
- LATIES, V.G., WEISS, B., CLARK, R.L., & REYNOLDS, M.D. Overt "mediating" behavior during temporally spaced responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1965, 8, 107-116.
- LATIES, V.G., WEISS, B., & WEISS, A.B. Further observation of overt "mediating" behavior and the discrimination of time. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1969, 12, 43-57.
- LEJEUNE, H. Sur un paradoxe dans l'estimation du temps chez l'animal. *L'Année Psychologique*, 1978, 78, 163-181.
- LEJEUNE, H. La régulation temporelle du comportement. I Programme FI: contrôle exercé, délais absolus et temps relatif. *L'Année Psychologique*, 1980, 80, 545-566.
- LINCE, R. *Activité collatérale et régulation temporelle en DRL*. Mémoire de Licence en Psychologie, Université de Liège, 1976.
- LOGAN, F.A. Variable DRL. *Psychonomic Science*, 1967, 9, 393-394.
- MACAR, F. *Étude de quelques problèmes dans le cadre des régulations temporelles acquises*. Mémoire de Licence en Psychologie, Université de Liège, 1969.
- MACAR, F. Névrose expérimentale dans un programme de renforcement des débits de

- réponses lents chez le chat, *Journal de Psychologie Normale et Pathologique*, 1971a, 2, 191-205.
- MACAR, F. Addition d'une horloge externe dans un programme de conditionnement au temps chez le chat. *Journal de Psychologie Normale et Pathologique*, 1971b, 1, 89-100.
- MALOTT, R.W., & CUMMING, W.W. Schedules of interresponse time reinforcement. *Psychological Record*, 1964, 14, 211-252.
- MALOTT, R.W., & CUMMING, W.W. Concurrent schedules of interresponse time reinforcement: Probability of reinforcement and the lower bound of the reinforced interresponse time intervals. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1966, 9, 317-326.
- MANTANUS, H., FAYT, C., & FERETTE, B. Nature de l'opérant et renforcement de débits de réponses lents chez le pigeon. *Psychologica Belgica*, 1977a, 17, 135-142.
- MANTANUS, H., JULIEN, I., & PITZ, I. Comparaison de deux réponses opérantes chez le pigeon. *Psychologie Française*, 1977b, 22, 61-68.
- MAURISSEN, J. *Régulation temporelle acquise en programme FI et DRL chez la souris*. Mémoire de Licence en Psychologie, Université de Liège, 1970.
- Mc MILLAN, D.E. Reinforcement contingencies maintaining collateral responding under a DRL schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1969, 12, 413-422.
- MECHNER, F., & GUEVREKIAN, L. Effects of deprivation upon counting and timing in the rat. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1962, 5, 463-466.
- MILLENSON, J.R. A further investigation of the correlation between IRT frequency and IRT reinforcement distributions. *Psychonomic Science*, 1964, 1, 373-374.
- MILLENSON, J.R. Probability of response and probability of reinforcement in a response-defined analogue of an interval schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1966, 9, 87-94.
- MOFFIT, M., & SHIMP, C.P. Two-key concurrent paced variable-interval paced variable-interval schedules of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1971, 16, 39-49.
- MORSE, W.H. Intermittent reinforcement. In W.K. HONIG (Ed.), *Operant behavior: Areas of research and application*. New York: Appleton Century Crofts, 1966, p. 52-108.
- PLATT, J.R. Percentile reinforcement: Paradigms for experimental analysis of response shaping. In G.H. BOWER (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in theory and research* (Vol. 7). New-York: Academic Press, 1973, 271-296.
- PLATT, J.R. Interresponse-time shaping by variable-interval-like interresponse-time reinforcement contingencies. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1979a, 31, 3-14.
- PLATT, J.R. Temporal differentiation and the psychophysics of time. In M.D. ZEILER & P. HARZEM (Eds.), *Advances in analysis of behaviour. Vol. 1: Reinforcement and the organization of behaviour*. New York: Wiley and Sons, 1979b, 1-30.
- PLATT, J.R., KUCH, D.O., & BITGOOD, S.C. Rats' lever press duration as psychophysical judgement of time. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1973, 19, 239-250.
- PLISKOFF, S.S., & TIERNEY, Jr. T.J. On Reynold's Discrimination and emission of temporal intervals by pigeons. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 1979, 13, 173-174.
- POUTHAS, V. Analyse des conduites observées au cours de conditionnements au temps chez l'animal. In *Du temps biologique au temps psychologique*. Paris: P.U.F., 1979, 149-160.
- POWELL, R.W. Comparison of differential reinforcement of low rates (DRL) performance in pigeons (*columba livia*) and crows (*corvus brachyrhynchos*). *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1974, 86, 736-746.
- REYNOLDS, G.S. Temporally spaced responding by pigeons: Development and effects of deprivation and extinction. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1964, 7, 415-421.

- REYNOLDS, G.S. Discrimination and emission of temporal intervals by pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1966, 9, 65-68.
- REYNOLDS, G.S., & McLEOD, A. On the theory of interresponse time reinforcement. In G.H. BOWER (Ed.), *The psychology of learning and motivation*. London: Academic Press, 1970, 85-107.
- RICHARDS, R.W., & RILLING, M. Aversive aspects of a fixed-interval schedule of food reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1972, 17, 405-411.
- RICHARDSON, W.K. A test of the effectiveness of the differential-reinforcement-of-low-rate schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1973, 20, 385-391.
- RICHARDSON, W.K. The sensitivity of the pigeon's keypeck to the differential reinforcement of long interresponse times. *Animal Learning and Behavior*, 1976, 4, 231-240.
- RICHARDSON, W.K. A comparison of the keypeck and treadlepress operants in the pigeon: Differential-reinforcement-of-low-rate yoked variable-interval schedule. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 1979, 13, 233-236.
- RICHARDSON, W.K., & CLARK, D.B. A comparison of the keypeck and treadle-press operants in the pigeon: Differential-reinforcement-of-low-rate schedule of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1976, 26, 237-256.
- RICHARDSON, W.K., & LOUGHEAD, T.E. The effect of physical restraint on behavior under the differential reinforcement of low rate schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1974a, 21, 455-461.
- RICHARDSON, W.K., & LOUGHEAD, T.E. Behavior under large values of the differential reinforcement of low rates schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1974b, 22, 121-129.
- RICHELLE, M. Temporal regulation of behaviour and inhibition. In R.A. BOAKES & M.S. HALLIDAY (Eds.), *Inhibition and learning*. London: Academic Press, 1972, 229-251.
- RICHELLE, M., & LEJEUNE, H. L'animal et le temps. In *Du temps biologique au temps psychologique*. Paris: P.U.F., 1979, 73-128.
- RICHELLE, M., & LEJEUNE, H. *Time in animal behaviour*. Oxford: Pergamon Press, 1980.
- SHIMP, C.P. The reinforcement of short interresponse times. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1967, 10, 425-434.
- SHIMP, C.P. Magnitude and frequency of reinforcement and frequencies of interresponse times. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1968, 11, 525-535.
- SHIMP, C.P. The concurrent reinforcement of two interresponse-times: The relative frequency of an interresponse time equals its relative harmonic length. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1969, 12, 403-411.
- SHIMP, C.P. The reinforcement of four interresponse times in a two-alternative situation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1971, 16, 385-399.
- SHIMP, C.P. Synthetic variable-interval schedules of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1973, 19, 311-330.
- SHIMP, C.P. Sequential dependencies in free-responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1973, 19, 491-497.
- SHIMP, C.P. Time allocation and response rate. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1974, 21, 491-499.
- SHIMP, C.P. Short-term memory in the pigeon: Relative recency. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1976, 25, 55-61.
- SIDMAN, M. Time discrimination and behavioral interaction in free operant situation. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1956, 49, 469-473.
- SKINNER, B.F. *The behavior of organisms*. New York: Appleton Century Crofts, 1938.
- SKINNER, B.F., & MORSE, W.H. Sustained performance during very long experimental sessions. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1958, 1, 235-244.

- STADDON, J.E.R. Some properties of spaced responding in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1965, 8, 19-27.
- STADDON, J.E.R. Spaced responding and choice: A preliminary analysis. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1968, 11, 669-682.
- STADDON, J.E.R. The effect of informative feedback on temporal tracking in the pigeon. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1969, 12, 27-38.
- STUBBS, D.A. Temporal discrimination and psychophysics. In M.D. ZEILER & P. HARZEM (Eds.), *Advances in analysis of behaviour*. Vol. 1: *Reinforcement and the organization of behaviour*. New York: Wiley and Sons, 1979, 341-370.
- WASSERMAN, E.A. Conditioning of within-trial patterns of key pecking in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1977, 28, 213-220.
- WEISS, B., LATIES, V.G., SIEGEL, L., & GOLDSTEIN, D. A computer analysis of serial interactions in spaced responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1966, 9, 619-626.
- WILKIE, D.M., & PEAR, J.J. Intermittent reinforcement of an interresponse time. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1972, 17, 67-74.
- ZEILER, M.D. Schedules of reinforcement: The controlling variables. In W.K. HONIG & J.E.R. STADDON (Eds.), *Handbook of operant behavior*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1977, 201-233.
- ZIMMERMAN, J. Spaced responding in rats as a function of some temporal variables. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1961, 4, 219-224.

Boulevard de la Constitution 32
4020 Liège

Reçu janvier 1981