

UNIVERSITÉ CHARLES-DE-GAULLE



U.F.R de Psychologie – Laboratoire URECA

Interactions entre l'effort de la réponse et la valeur de renforcement

Thèse en Psychologie présentée et défendue par
Jérôme Alessandri (le 24 Octobre 2008)

Composition du jury :

<i>Directeur:</i>	Jean-Claude Darcheville	Université de Lille 3
<i>Rapporteurs</i>	Andy Lattal (Pr.)	West Virginia University
	Laurent Madelain (MCF)	Université de Lille 3
	Vinca Rivière (MCF)	Université de Lille 3
	Thomas R. Zentall (Pr.)	University of Kentucky

REMERCIEMENTS

Je remercie le Professeur Jean-Claude Darcheville de m'avoir dirigé tout au long de la thèse et d'avoir su me recadrer sur mes intérêts premiers quand il le fallait. Son écoute et sa disponibilité durant cette thèse ont permis la bonne avancée de cette thèse.

Je remercie le Professeur Thomas Zentall d'avoir co-dirigé cette thèse et de m'avoir accueilli et aidé à m'insérer dans son Université. Sa patience, son écoute, sa disponibilité et ses nombreux conseils m'ont beaucoup fait progressé.

Je remercie particulièrement le Professeur Andy Lattal de m'avoir incité à poursuivre dans la recherche, de m'avoir donné confiance en mes capacités. Merci également pour son accueil chez lui et pour son travail de « shaping » à la conception et à l'écriture d'un article scientifique.

J'exprime ma gratitude au Docteur Vinca Rivière de m'avoir initié non seulement à l'analyse appliquée du comportement mais aussi à l'analyse expérimentale du comportement. Je lui dois beaucoup sur mon profil de chercheur aujourd'hui.

Je remercie le Docteur Yanik Miossec pour ses conseils en analyse statistique et sa disponibilité pour la lecture du manuscrit sur la conceptualisation de l'effort.

Merci au Docteur Laurent Madelain pour ses précieuses critiques sur la première version de la soutenance. Cela m'a permis de faire des progrès sur la communication orale. Merci aussi d'avoir accepté d'être membre du jury.

Je remercie le Docteur Yvonne Delevoye-Turrell pour avoir mis à disposition son matériel et de m'avoir aidé à la programmation sous Labview.

Merci à Becky, Holly, et Cassie pour leur précieuse aide et collaboration à la passation des expériences chez le pigeon.

Merci à Olivier et Mikaël pour leur soutien et leurs encouragements durant cette thèse, ainsi que l'apport constructif de toutes nos conversations passionnées à ma réflexion critique.

Merci tout particulièrement à Mikaël pour la relecture de cette thèse et les critiques constructives qui en ont émanées.

Enfin un énorme merci à Kelly pour sa précieuse lecture et vigilance et son aide apportée à la correction des erreurs d'orthographe et de structure grammaticale.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	5
PREMIERE PARTIE : EFFET DU DEGRE D'AVERSION DE LA REPONSE SUR LA VALEUR DE RENFORCEMENT	5
PRESENTATION DE L'EFFET DU CARACTERE AVERSIF D'UN EVENEMENT OU REPONSE INITIAL SUR LA VALEUR DE RENFORCEMENT	5
PRESENTATION DE LA PROCEDURE GENERALE POUR PRODUIRE UN EFFET DE PREFERENCE POUR LE STIMULUS POSITIF QUI SUIVAIT UN EVENEMENT OU REPONSE NON PREFERE	6
PREFERENCE POUR UN STIMULUS POSITIF QUI SUIVAIT DAVANTAGE DE REPONSES A EMETTRE	7
MODELE DU CONTRASTE INTRA-ESSAI	10
<i>Présentation du modèle</i>	10
<i>Discussion autour de ce modèle</i>	12
PRESENTATIONS DES AUTRES RESULTATS SUR LA PREFERENCE POUR DES STIMULUS POSITIFS QUI SUIVENT UN EVENEMENT RELATIVEMENT AVERSIF	15
<i>Préférence pour un stimulus positif qui suivait un délai</i>	16
<i>Etude 1 : Effet de préférence pour le S+ qui suivait la présence d'un délai chez des enfants</i>	17
<i>Etude 2 (a) : Préférence pour le stimulus positif qui suivait une pression musculaire plus forte et une durée de réponse plus longue</i>	26
<i>Préférence pour un stimulus positif qui suivait une absence de renforcement</i>	34
<i>Préférence pour un stimulus positif qui suivait un état de privation.....</i>	36
<i>Préférence pour un stimulus positif qui suivait l'anticipation d'un plus grand nombre de réponses.....</i>	37
<i>Préférence pour un stimulus positif qui suivait l'anticipation d'une absence de renforcement.....</i>	39
<i>Etude 3 : Préférence pour un stimulus positif associé à une présentation intermittente</i>	41

CONDITIONS NECESSAIRES POUR OBTENIR DU CONTRASTE INTRA-ESSAI	45
Signal des événements initiaux.....	45
Degré de difficulté requise.....	45
Expérience de choix.....	46
Histoire de renforcement du sujet.....	46
Degré d'expérience avec les essais d'entraînement.....	47
<i>Etude 4 et 5 : Nouvelle procédure s'assurant de l'association entre la réponse ou l'événement initial et le S+ qui suit.....</i>	<i>48</i>
 HYPOTHESES ALTERNATIVES POUR EXPLIQUER L'EFFET DE PREFERENCE POUR UN STIMULUS POSITIF QUI SUIVAIT UNE REPONSE OU UN EVENEMENT RELATIVEMENT PLUS AVERSIF	57
<i>Théorie de la réduction relative du délai.....</i>	<i>57</i>
 ETUDE 2 (B), TEST DE L'HYPOTHESE DE LA REDUCTION DU DELAI DANS LA PROCEDURE POUR ETUDIER LE CONTRASTE INTRA-ESSAI	62
<i>Modèle de Kacelnik, Marsh, et coll.</i>	<i>71</i>
<i>Modèle contextuel du choix</i>	<i>74</i>
<i>La théorie de la dissonance cognitive.....</i>	<i>77</i>
<i>L'hypothèse du contraste inter-phase.....</i>	<i>79</i>
<i>Hypothèse de la valeur adaptative.....</i>	<i>80</i>
<i>Concept de mise en condition (« establishing operation »).....</i>	<i>80</i>
APPLICATIONS POSSIBLES DE CE PHENOMENE DE CONTRASTE INTRA-ESSAI.....	81
 REVUE DES DIFFERENTES FORMES DE CONTRASTE	82
CONTRASTE SUCCESSIF	83
<i>Description de la procédure et principaux résultats</i>	<i>83</i>
<i>Variables influençant le contraste successif.....</i>	<i>84</i>
<i>Interprétations théoriques.....</i>	<i>85</i>
Généralisation de la détérioration	85
Théorie de la frustration.....	85
Modèle en stages multiples du contraste négatif	86
Concept de mise en condition (« establishing operation »).....	88
CONTRASTE D'ANTICIPATION	89

<i>Description de la procédure et principaux résultats</i>	89
<i>Variables influençant le contraste d'anticipation</i>	90
<i>Interprétations théoriques</i>	90
Déévaluation hédonique	90
Compétition entre réponses	91
Inhibition par le renforcement	91
Concept de mise en condition (« establishing operation »).....	92
CONTRASTE COMPORTEMENTAL	93
<i>Description de la procédure et principaux résultats</i>	93
<i>Variables influençant le contraste comportemental</i>	95
Le débit de renforcement relatif.....	95
La durée des composantes	96
La similarité des stimulus	97
<i>Interprétations théoriques</i>	97
Le contraste d'anticipation.....	98
La valeur relative de renforcement	99
L'hypothèse de la réallocation comportementale	102
L'habituation à l'agent renforçateur	104
La théorie de l'additivité.....	105
Concept de mise en condition (« establishing operation »).....	106
COMPARAISON DES DIFFERENTES FORMES DE CONTRASTE A LA FORME DE CONTRASTE	
INTRA-ESSAI	108
<i>Comparaison du contraste intra-essai avec le contraste successif</i>	108
<i>Comparaison du contraste intra-essai avec le contraste d'anticipation (ou</i> <i>contraste comportemental)</i>	109
<i>Comparaison du contraste intra-essai avec le contraste local</i>	110
<i>Conclusion</i>	110
AUTRES PHENOMENES DESCRIPTIBLES COMME UN EFFET DE CONTRASTE	111
<i>La justification de l'effort ou la dissonance cognitive</i>	111
<i>Renforcement intrinsèque contre renforcement extrinsèque</i>	112
<i>Apprentissage de l'abnégation au travail</i>	113
<i>Le renforcement intermittent</i>	114

TROISIEME PARTIE : PRESENTATION ET DEFINITION DU CONCEPT	
D'EFFORT	117
USAGES ET DEFINITIONS TRADITIONNELS DU CONCEPT D'EFFORT.....	117
PRESENTATION DES ETUDES UTILISANT LE TERME D'EFFORT	119
<i>Présentation des études sur le degré de force musculaire de la réponse.....</i>	119
<i>Présentation des études sur le nombre relatif de réponses requises</i>	120
<i>Présentation des études sur le débit relatif de renforcement.....</i>	121
PRESENTATION DES ETUDES SUR LE CHOIX MANIPULANT D' AUTRES VARIABLES QUE	
L'«EFFORT »	122
<i>Présentation des études sur le délai relatif jusqu'au renforcement</i>	122
<i>Présentation des études sur la probabilité de renforcement</i>	123
VERS UNE DEFINITION FONCTIONNELLE DE L'EFFORT ?	124
APPLICATIONS POSSIBLES POUR AUGMENTER LES COMPORTEMENTS AVERSIFS	136
CONCLUSION GENERALE.....	137
REFERENCES.....	140
ARTICLES PUBLIÉS.....	158

Introduction

Cette thèse s'inscrit dans la perspective de l'analyse expérimentale du comportement développé par Skinner (1938, 2005). Nous nous intéresserons ici aux relations bi-directionnelles entre les caractéristiques de la réponse exigée et les propriétés de renforcement.

Classiquement, la valeur d'une conséquence est mesurée en fonction de sa propre caractéristique temporelle comme le débit de renforcement par exemple (e.g, la loi de correspondance, « matching law » en anglais ; Herrnstein, 1970) ou le délai jusqu'au renforcement (Logue, 1988). Si deux stimulus renforçateurs présentent la même valeur objective de renforcement (que ce soit la même quantité, le même délai, ou le même débit de renforcement, ou encore le même type), selon la loi de correspondance, il ne devrait pas y avoir de préférence pour un stimulus en particulier. On peut faire la même analyse concernant la valeur d'un agent renforçateur conditionné, ce qui est plus proche de la situation étudiée ici, à savoir que la valeur d'un agent renforçateur conditionné dépendrait de la valeur du programme de renforcement qui suit (Grace, 1994).

De plus, pour la plupart des conceptions traditionnelles de l'apprentissage, la préférence pour un stimulus conditionné n'est affectée que par ses conséquences et non par ses antécédents (Hull, 1943 ; Skinner, 1938 ; Tolman, 1932). Cependant, certaines études ont indiqué que des associations pouvaient se former entre le renforcement et le stimulus qui précède (Spetch, Wilkie, & Pinel, 1981).

Actuellement, certaines théories s'intéressent à l'effet du contexte sur la valeur d'un agent renforçateur conditionné, comme nous allons le voir par la suite (e.g., la théorie de la réduction du délai, Abarca & Fantino, 1985). Le contexte réfère ici à la longueur du lien initial dans un programme en chaînes (i.e., ici, programme composé dans lequel le renforcement primaire dépend de la réponse pour deux programmes temporels qui se succèdent et qui sont signalés chacun par un stimulus distinct durant le temps du programme).

De même, de nombreuses études sur le phénomène de contraste ont montré que la valeur d'un événement ou d'un programme de renforcement pouvait affecter la valeur d'un autre événement ou d'un autre programme de renforcement qui suivait (voir pour une revue Flaherty, 1996).

Ici, nous verrons s'il est possible aussi d'observer un effet du degré d'aversion de la réponse sur la valeur relative de renforcement.

Concernant le plan de la thèse, la première partie concernera l'effet de la valeur d'un événement initial (i.e., présence ou non d'un délai, présence ou non d'un stimulus appétitif) ou du caractère aversif de la réponse sur la valeur d'un stimulus renforçateur qui suit. Nous présenterons le modèle du contraste intra-essai de Clement et al. (2000) qui tente d'expliquer cet effet. Suivra dans cette partie d'autres théories (notamment la théorie de la réduction du délai de Fantino, 1969) qui peuvent aussi expliquer cet effet. Ensuite, dans une seconde partie, nous présenterons une revue synthétique de l'ensemble des études sur les différentes formes de contraste existant dans la littérature. Cette partie tentera également d'établir des liens et des différences entre ces formes de contraste et la forme de contraste proposée par Zentall et ses collaborateurs. Enfin, nous proposerons que d'autres phénomènes étudiés dans la littérature puissent aussi être décrits comme un effet de contraste.

Plus haut nous avons vu que cette thèse traitait des relations bi-directionnelles entre l'exigence de la réponse et la valeur du stimulus renforçateur. Or, je n'ai évoqué pour le moment que l'effet de l'exigence de la réponse sur la valeur de l'agent renforçateur. La troisième et dernière partie traitera de l'effet des paramètres de renforcement sur la « valeur » de la réponse via la conceptualisation de l'effort d'un point de vue de l'analyse expérimentale du comportement. Remarquez qu'ici je n'ai encore jamais utilisé le terme d'effort (sauf dans le titre de la thèse), et c'est parce que ce concept ne renvoie pas seulement aux seules propriétés du comportement à émettre, mais aussi du programme de renforcement qui est associé. Autrement dit, nous verrons que l'effort peut être défini en termes de contingences de renforcement ou en termes de relations entre la réponse et le renforcement. Nous discuterons de l'utilité et de la place de ce concept en analyse expérimentale du comportement.

Enfin une conclusion générale sera dressée.

PREMIERE PARTIE : Effet du degré d'aversion de la réponse sur la valeur de renforcement

Présentation de l'effet du caractère aversif d'un événement ou réponse initial sur la valeur de renforcement

Dans cette partie, qui inclura la totalité des expériences réalisées durant cette thèse, nous allons nous intéresser à l'effet de l'exigence de la réponse, ou plus généralement de tout événement relativement aversif sur la valeur d'un stimulus positif (i.e., stimulus qui signale la présence d'un renforcement primaire) qui suit.

Pour présenter ce phénomène, je vais d'abord donner un exemple de la vie quotidienne. Recevoir une bonne note après avoir fourni beaucoup de travail ou dans une matière difficile pour l'élève n'a sûrement pas la même valeur que de recevoir la même note mais pour une matière facile pour l'élève et avec peu de travail fourni.

La procédure expérimentale utilisée pour tester ce phénomène va être présentée plus en détail dans la section qui suit mais il apparaît important, ici, de la décrire succinctement pour comprendre la suite. Dans les situations expérimentales qui vont être présentées ici, en entraînement, deux types d'essais discrets alternent. Pour le premier type d'essai, un événement ou réponse relativement aversif est suivi d'un stimulus positif (ou discriminatif) associé à un stimulus renforçateur. Pour l'autre type d'essai, un événement ou réponse peu aversif est suivi d'un autre stimulus positif (ou S+) mais qui signale le même programme de renforcement que pour le premier type d'essai (i.e., même délai, fréquence, probabilité de renforcement, et même qualité). Ensuite, en essais test, les deux stimulus positifs sont présentés en situation de choix et on mesure la préférence pour le stimulus positif qui suivait en entraînement l'événement initial relativement aversif.

Ici est étudiée la valeur relative d'une même récompense (révélée par la préférence pour le stimulus positif qui le signale) suivant le degré d'aversion de l'événement ou réponse qui précède. La question posée est de savoir si la valeur d'une même récompense est différente en fonction de la valeur relative de l'événement ou réponse qui a précédé. En effet, recevoir une bonne note dans un cours difficile a-t-elle autant, moins ou plus de valeur qu'une même note, mais reçue dans une matière facile ? Plusieurs hypothèses et prédictions sont possibles, ici :

En effet, il est possible que la valeur de la réponse ou de l'événement initial « transfère » sa valeur au stimulus renforçateur selon une association antérograde (Spetch,

Wilkie, & Pinel, 1981). Ainsi la prédiction qui en découle serait une préférence pour le renforcement qui suit la réponse ou l'événement initial le moins aversif. Ou qu'il n'y ait aucune préférence pour un des stimulus positifs car ils signalent tous les deux le même programme de renforcement (Grace, 1994). Ou encore que le choix entre les stimulus positifs en essais test dépende du contexte dans lesquels ils sont insérés (puisqu'en essais test plusieurs événements initiaux pouvaient être présentés, voir par exemple la Figure 1, page 9) (Balsam, 1985). Ainsi, il ne devrait pas y avoir une préférence particulière pour un des stimulus.

Une autre hypothèse qui peut être proposée est que la valeur d'une récompense se déterminerait en contraste de l'événement ou de la réponse qui a précédé. Ainsi, ce serait le stimulus positif qui suit l'événement le plus aversif qui serait préféré. C'est cette dernière hypothèse qui a reçue le plus d'attention et de support, et que nous allons développer ici.

Présentation de la procédure générale pour produire un effet de préférence pour le stimulus positif qui suivait un événement ou réponse non préféré

Cette section décrit la méthode employée pour démontrer un effet du degré d'aversion d'un événement initial ou d'une réponse sur la valeur relative de renforcement (voir par exemple Figure 1, page 9 pour une représentation schématique de la procédure employée). La recherche, chez le pigeon est typiquement conduite dans une chambre opérante à trois clés. Tous les essais commencent par l'illumination de la clé de réponse centrale. Une version modifiée du programme multiple en chaînes (c'est-à-dire dire succession aléatoire de deux programmes en chaînes) est utilisée en phase d'entraînement. Comme il a déjà été dit plus haut, deux types d'essais alternent. Un premier type d'essai implique un événement initial ou réponse non aversif (e.g., un seul coup de bec sur la clé de réponse centrale, absence de délai, présence de nourriture, etc...). Un second type d'essai implique un événement initial relativement aversif (e.g., plusieurs coups de bec sur la clé de réponse centrale, présence de délai, absence de nourriture, etc...). Cet événement initial est souvent signalé (sur la clé de réponse centrale) auparavant par un stimulus distinctif. Après l'occurrence de l'événement initial ou de la réponse, pour chaque type d'essai, une différente paire de stimulus discriminatifs est présentée (où les stimulus sont présentés aléatoirement sur les clés de côté). L'appui sur le stimulus correct (S+) donne accès au renforcement primaire (nourriture chez le pigeon) alors que l'appui sur le stimulus incorrect (S-) ne donne pas accès au renforcement. Cette procédure a été utilisée afin que les participants aient l'expérience de choix entre des

stimulus. En effet, dans une étude pilote, chez des pigeons, aucun effet de préférence pour un des stimulus n'était observé lorsque les sujets étaient en situation de choix pour la première fois en phase test (cité par Zentall, & Singer, 2007).

Cette procédure nous permet également de tester la préférence pour deux récompenses identiques en les distinguant par un stimulus conditionné de forme différente. L'utilisation d'une tâche de discrimination simultanée permet de favoriser le développement d'une association entre le stimulus conditionné (S+) ou stimulus discriminatif et l'agent renforçateur primaire qui suit. Le sujet apprend, par conditionnement opérant, la relation entre la réponse sur ce stimulus et l'agent renforçateur qui suit.

Par contre, cette procédure n'assure pas l'apprentissage de la relation entre l'événement initial ou la réponse et le stimulus discriminatif qui suit (voir la section pour un changement dans la procédure afin de s'assurer du développement de ce type d'association, page 47). C'est pour cette raison que le choix d'un entraînement intensif est privilégié. Il est important, ici, d'associer l'événement initial ou la réponse avec le stimulus positif qui suit afin d'évaluer l'effet de la réponse ou événement initial sur la valeur relative du stimulus positif. Différentes paires de discrimination simultanée sont présentées pour chaque type d'essai, autrement dit, différents stimulus positifs suivent chaque événement initial. Généralement à la fin de la phase d'entraînement, une phase test est introduite (où des essais d'entraînement sont également présentés), où les deux stimulus qui ont été renforcés auparavant sont présentés simultanément. Les choix (quel que soit le choix réalisé) entre les deux stimulus sont renforcés de manière aléatoire (50% des essais).

On mesure la proportion de choix allouée au stimulus positif ou négatif qui a suivi la réponse ou l'événement le plus aversif en entraînement. La présentation concurrente de ces stimulus est généralement précédée d'un événement initial qui est soit l'événement le plus aversif, soit l'événement le moins aversif (qui sont tous deux rencontrés comme événements initiaux en phase d'entraînement), ou les deux stimulus positifs sont présentés directement sans aucun événement initial. Prenons un exemple avec l'effet du nombre de réponses à émettre sur la valeur du stimulus positif qui suit.

Préférence pour un stimulus positif qui suivait davantage de réponses à émettre

Dans une première étude (Clement et al., 2000), en phase d'entraînement, les deux types d'essais différaient sur le nombre de réponses à émettre (programme RF1 ou programme RF20) pour produire la paire de discrimination simultanée simple. Pour les essais test, les

pigeons avaient le choix entre les deux stimulus S+ et aussi les deux stimulus S- (voir plus bas pour la raison théorique de présenter également les S-). Pour les essais *RF1*, un seul coup de bec sur la clé centrale suffisait pour présenter la paire de discrimination simultanée simple, alors que pour les essais *RF20*, 20 coups de bec étaient nécessaires pour la présentation d'une autre paire de discrimination simultanée simple (voir la Figure 1, page 9 pour un le protocole de cette expérience). En phase test, les auteurs ont trouvé que les pigeons, en moyenne, préféraient le stimulus positif qui suivait un plus grand nombre de réponses à émettre en entraînement (69%, score moyen significativement significatif) (voir aussi Kacelnik, & Marsh, 2002).

Avec ce résultat, nous pouvons écarter trois hypothèses que l'on pouvait faire sur les résultats dans ce type de situation.

Premièrement, la préférence pour un stimulus discriminatif (S^D) ne dépendait pas uniquement des conséquences qui suivaient. Sinon, dans ce cas, aucune préférence systématique pour un stimulus n'aurait été trouvée, puisque les contingences de renforcement étaient les mêmes pour les deux alternatives.

Deuxièmement, si une forme d'association rétrograde se développait entre le renforcement et l'« effort » (Spetch, Wilkie, & Pinel, 1981), alors l'« effort » antécédent pourrait transférer leur valeur relativement négative sur le renforcement, et ainsi les sujets auraient préféré les stimulus qui suivaient le programme *RF1* en entraînement. Hors, c'est l'inverse qui a été trouvé.

Enfin, si le nombre de réponses à émettre, en phase test, agissait comme un contexte dans lequel les stimulus positifs apparaissaient (Balsam, 1985), ou tout simplement comme stimulus discriminatif, alors la préférence pour un des stimulus devrait dépendre du nombre de réponses à émettre dans chaque essai test. Ainsi, si pour l'essai test, 1 réponse initiale était requise, alors le sujet aurait dû choisir le stimulus positif qui suivait ce nombre de réponses à émettre en entraînement, et si l'essai test commençait par 20 réponses à émettre, alors le sujet aurait dû choisir le stimulus qui suivait ce nombre de réponse à émettre en entraînement. Mais ce n'est pas ce qui a été trouvé ici. Il n'y avait pas de différence dans le score de préférence lorsque les essais test commençaient par 1 seul coup de bec ou 20 coups de bec à émettre. Ainsi, les pigeons n'apprenaient pas à utiliser le nombre de réponses émises comme un indice conditionnel pour choisir les stimulus en essais test.

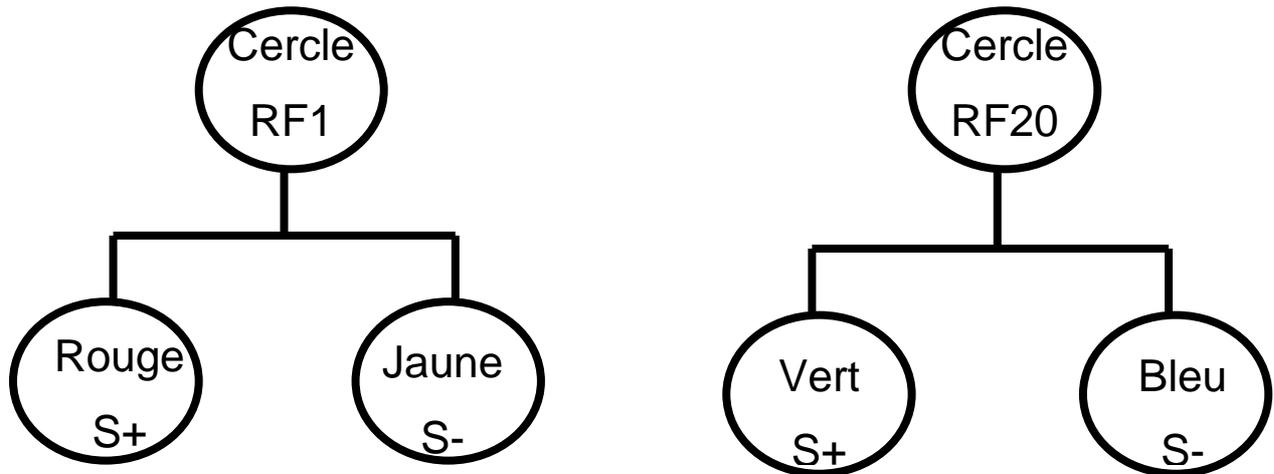
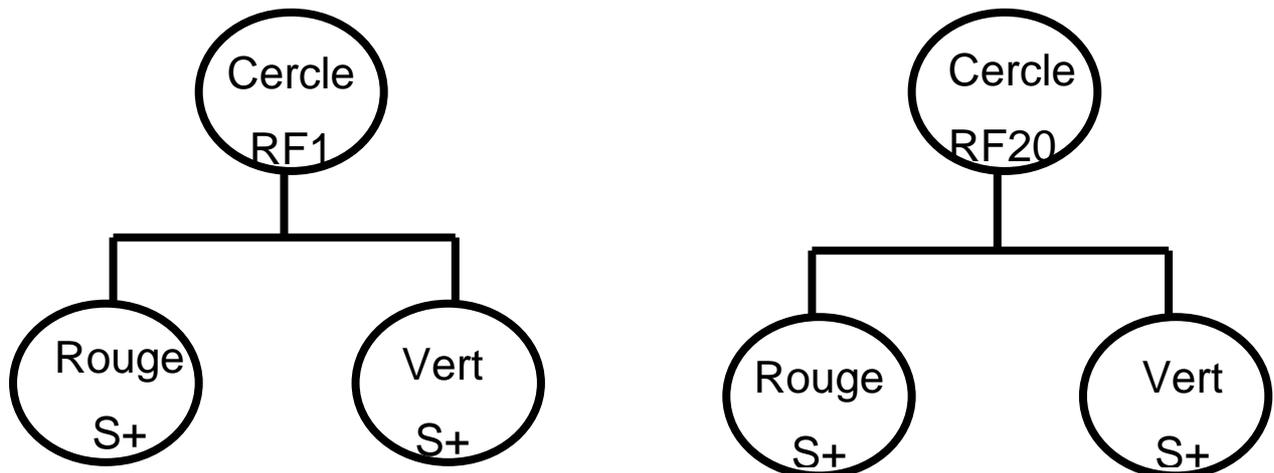
EntraînementTest

Figure 1. Séquence d'événements expérimentée par le sujet durant les essais d'entraînement et les essais test. En entraînement, les cercles du haut représentent le nombre de réponses initiales à émettre sur la clé centrale (soit pour un type d'essai RF1 : 1 réponse ou soit pour l'autre type d'essai RF20 : 20 réponses) avant l'apparition simultanée des stimulus S+ et S- (représentés ici par des clés de réponse apparaissant de chaque côté, et illuminées de couleur rouge, jaune, bleu ou vert). Chaque stimulus S+ était suivi de renforcement et chaque stimulus S- était suivi d'un intervalle inter-essai et de l'essai suivant. En essais test, seuls les stimulus S+ apparaissaient en situation de choix (la position des stimulus était contrebalancée chez chaque sujet). Pour la moitié des essais test, 1 réponse était initialement requise, alors que pour l'autre moitié des essais, 20 réponses étaient requises. Les couleurs qui servaient de S+ et de S- étaient contrebalancées entre les sujets, de telle sorte que chaque couleur serve autant de fois de S+ que de S- (d'après Clement et al., 2000).

Dans une variation de cette procédure (Friedrich & Zentall, 2004), toujours en utilisant un nombre de réponses différentiel initial, une mangeoire apparaissait ensuite sur un des cotés selon le nombre de réponses donné initialement. Ainsi, la position de la mangeoire était utilisée comme stimulus discriminatif. Une mangeoire délivrant de la nourriture était activée après un seul coup de bec et l'autre mangeoire après 30 coups de becs donnés.

Dans une phase préliminaire, les deux mangeoires étaient présentées de chaque côté en situation de choix et les auteurs enregistraient la préférence pour une des mangeoires (i.e., mesurer un biais de préférence pour un coté particulier). La mangeoire préférée était associée avec l'exigence d'un seul coup de bec à donner et la mangeoire la moins préférée avec l'exigence de donner 30 coups de bec.

En phase test, lorsque les deux mangeoires étaient activées, les auteurs ont observé une augmentation de la préférence pour la mangeoire, initialement non préférée, qui était activée après 30 coups de bec en entraînement.

Dans l'expérience, un groupe contrôle était inclus dans lequel, chaque mangeoire était précédée le même nombre de fois de chacune des réponses (i.e., 1 ou 30 coups de bec). Ceci était fait afin de vérifier que le changement de préférence observé dans le groupe expérimental n'était pas attribuable aux sessions d'expérience supplémentaires avec les mangeoires. Les résultats pour ce groupe contrôle n'indiquaient aucune augmentation de préférence pour la mangeoire initialement non préférée en ligne de base, en fonction de l'entraînement. Ainsi, il apparaît que l'on peut augmenter la valeur d'un stimulus positif en l'appariant avec un nombre de réponses relativement plus important.

Cette préférence, comme pour les études qui vont suivre, ne pouvait pas être attribuée à une discrimination plus rapide du S+ qui suivait un nombre de réponses plus important. En effet, la vitesse d'apprentissage à la tâche de discrimination simultanée ne variait pas en fonction de la paire de stimulus présentée (Clement et al., 2000 ; Clement & Zentall, 2002 ; DiGian et al., 2004 ; Klein et al., 2005).

Modèle du contraste intra-essai

Présentation du modèle

Après avoir présenté les résultats d'une première étude, un modèle va être proposé, dans cette section, pour expliquer l'effet de préférence pour le stimulus positif qui suivait tout type d'événement ou réponse relativement plus aversif. Ce modèle suppose une relation

fonctionnelle inverse entre la préférence pour une réponse ou événement initial et la préférence pour un stimulus positif qui suit. Ce modèle du contraste intra-essai est illustré à la Figure 2. Il est inspiré du phénomène de contraste découvert dans la littérature et qui sera présenté dans la seconde partie (page 83).

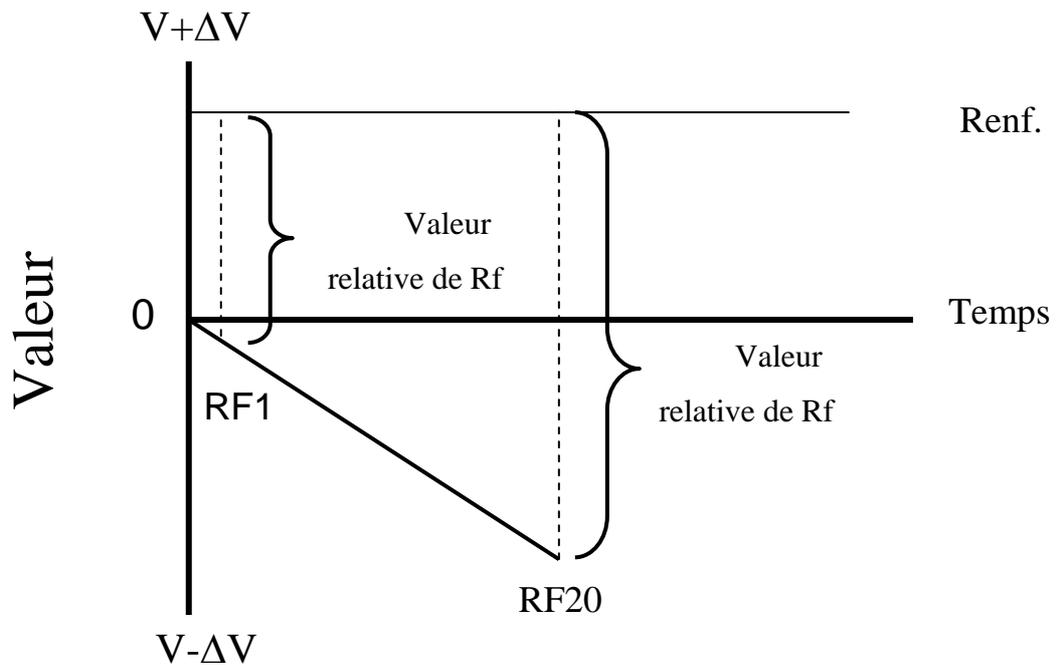


Figure 2. Figure illustrant le changement hypothétique dans la valeur pour les essais RF1 et RF20 (cf. texte pour plus de détails) (D'après Friedrich, & Zentall, 2004).

Ce graphique illustre la valeur ou l'état hédonique de l'organisme (cependant nous préférons utiliser par la suite, le terme de valeur, plus communément employé dans la littérature comportementale).

Ce modèle assume, dans l'exemple présenté ici, que au plus le nombre de coups de becs à donner (ou le temps requis pour effectuer ces coups de bec) est important, au plus cette activité est aversive (la valeur est représentée sur l'axe des ordonnées, en Figure 2). Il est également assumé qu'obtenir l'agent renforçateur ou le stimulus positif qui le prédit, est associé à la même valeur positive quelle que soit la valeur de la réponse ou de l'événement qui a précédé.

L'assomption finale (la plus importante) est que la valeur relative d'un agent renforçateur ou d'un stimulus qui le signale est fonction du degré de changement relatif de la valeur entre la fin de la réponse et le moment de l'apparition du stimulus qui signale le renforcement (Friedrich, & Zentall, 2004 ; Zentall & Singer, 2007).

Ainsi, on voit bien sur le graphique, que le changement le plus important de la valeur apparaît dans la situation où le pigeon a dû compléter 20 réponses, donc, selon ce modèle, le stimulus positif (ou l'agent renforçateur) présenté dans cette situation a davantage de valeur que celui délivré après une seule réponse émise.

Discussion autour de ce modèle

Ce modèle ressemble dans son assomption finale au modèle de la valeur ajoutée hyperbolique de Mazur (2001) (ou même de la théorie de la réduction du délai de Fantino). En effet, le modèle de Mazur assume que la préférence pour une alternative, dans un programme concurrent en chaînes, est basée sur la quantité de valeur ajoutée lorsque le sujet entre dans le lien terminal (quantité d'augmentation de valeur au moment de la transition entre les liens initiaux ou événement initial vers les liens terminaux ou stimulus positif). Le modèle du contraste intra-essai est également proche de la conceptualisation du renforcement donnée par Baum (1973). En effet, pour lui, le renforcement est une transition d'une situation de faible valeur à une situation de plus grande valeur. Bien qu'il dénigre l'utilisation du concept de renforcement conditionné, cette définition peut s'appliquer, ici, au stimulus qui signalait la présence d'un agent renforçateur primaire.

Il est intéressant de noter que la conception de la valeur de l'agent renforçateur ou de ce que l'on peut appeler valeur de l'agent renforçateur conditionné (bien que techniquement le stimulus présenté soit davantage un stimulus discriminatif qu'un stimulus conditionné) diffère de certaines conceptions traditionnelles, comme nous le verrons par la suite. En effet, la valeur d'un agent renforçateur ou du stimulus qui le signale, ne dépend pas que de sa valeur objective ou de ses propriétés intrinsèques uniquement, mais elle dépend également de la valeur des événements qui l'ont précédée ou de l'état de l'organisme juste avant de recevoir le renforcement, c'est-à-dire du contexte dans lequel le stimulus positif¹ apparaît.

¹ La valeur objective relative d'un stimulus serait déterminée en observant la préférence en situation de choix pour un stimulus par rapport à un autre et qui ont tous deux été préalablement présentés suivant la même réponse ou le même événement initial.

Selon ce modèle, on pourrait même imaginer une situation dans laquelle un agent renforçateur de valeur objective¹ plus faible qu'un autre, serait préféré car il a été associé à un changement de la valeur plus grand (voir Pompilio & Kacelnik, 2005). En effet, ceci est possible si l'événement, qui a précédé cet agent renforçateur de faible valeur objective, est une situation relativement plus aversive que l'événement qui a précédé l'agent renforçateur de valeur objective plus grande.

Le problème, ici, est d'établir une échelle numérique représentant à la fois la valeur d'un stimulus aversif et celle d'un stimulus appétitif. En l'absence d'une telle échelle, il est difficile de prédire précisément quel serait l'effet de ce type de manipulation et dans quelle situation, exactement, un agent renforçateur de valeur objective plus faible est préféré à un agent renforçateur de valeur objective plus grande. Ici, il est seulement possible de construire une échelle ordinale de valeur, et ceci grâce aux tests de préférence entre deux stimulus ou réponses. En effet, si un événement est préféré par rapport à un autre, alors cet événement peut être considéré comme étant relativement moins aversif que l'autre.

Cependant, il ne faut pas croire, au vu de l'analyse proposée pour les deux types de situations (préférence pour un agent renforçateur par rapport à un autre qui est de même valeur objective et préférence pour un agent renforçateur de valeur objective plus faible par rapport à un autre) que ce modèle ne peut pas rendre compte de la préférence observée pour un agent renforçateur de valeur objective plus grande (e.g., Landon, Davison, & Elliffe, 2003). En effet, dans le cas où l'événement antérieur est le même pour les deux alternatives, mais que l'agent renforçateur est de taille objective différente, le modèle du contraste intra-essai prédit une préférence pour l'agent renforçateur de taille absolue plus grande, car il est associé à un changement relatif plus important de la valeur.

Le modèle présenté ici est relativement simple, il fait l'économie de mécanismes cognitifs, comme par exemple un comparateur qui agirait entre les différents changements de la valeur (e.g., Durlach, 1989 ; Miller & Escobar, 2002 ; Williams, 2002).

Cependant, si l'on s'intéresse aux mécanismes ou processus produisant ce phénomène (i.e., de préférence pour un stimulus positif qui suivait un événement relativement aversif), ceux-ci restent flous. En effet, existe-t-il un comparateur ou un processus de comparaison entre les différents changements de la valeur du stimulus signalés par les différents stimulus positifs ? Ou bien, quel est le mécanisme responsable du contraste ?

De plus, il n'y a pas d'accord sur la définition opérationnelle du concept d'état hédonique (Pompilio & Kacelnik, 2005). Bien que la validité interne du modèle repose sur la cohérence du concept d'état hédonique, il repose sur des faits expérimentaux tangibles. En

effet, les mesures de préférence dans des programmes concurrents nous donnent classiquement la valeur relative d'une composante par rapport à une autre (Baum, 1973 ; Grace, 1994). Le postulat, selon lequel l'organisme choisit toujours l'option qui a le plus de valeur, apparaît cohérent et logique. Des recherches sur les corrélats physiologiques observés durant la procédure, pour produire ce phénomène de préférence pour un stimulus positif qui suivait l'événement le plus aversif, seraient les bienvenus pour donner plus de support à la thèse défendue par ce modèle.

Par ailleurs, une contradiction peut s'observer si l'on regarde la représentation schématique de ce modèle en Figure 2. En effet, comment montrer une valeur différentielle d'un renforcement suivant le degré d'aversion d'une réponse initiale si la valeur de renforcement indiquée est fixe quelle que soit le nombre de réponses qui a précédé ? Peut-être que ce schéma peut s'appliquer pour le premier essai de l'entraînement, mais pas par la suite.

Il serait intéressant de trouver un moyen de tester expérimentalement la validité de ce modèle. Un moyen possible serait, utilisant le même paradigme expérimental que Zentall et coll., de comparer deux situations, une situation « classique » (i.e., groupe contrôle) avec pour un type d'essai, un programme RF20 comme réponse initiale suivi d'une paire de stimulus discriminatifs, et pour un autre type d'essai, un programme RF1 suivi d'une autre paire de stimulus discriminatifs. Et pour une autre situation (i.e., groupe expérimental), les essais diffèreraient également, entre eux, par le nombre de réponses à émettre, mais ce qui diffèrerait par rapport à l'autre situation serait qu'un stimulus appétitif soit présenté entre la réponse initiale et la paire de stimulus discriminatifs.

Ainsi, alors qu'en phase test, on devrait trouver un effet de préférence pour le S+ qui suivait en entraînement le programme RF20, dans la première situation (i.e., groupe contrôle), pour la seconde condition (i.e., groupe expérimental), aucun effet de préférence systématique pour un des stimulus n'est attendu car la présentation d'un stimulus appétitif juste avant l'apparition des stimulus positifs « annulerait » tout changement positif de valeur, selon le modèle du contraste intra-essai. En effet, selon ce modèle, la valeur d'un stimulus positif dépendrait de la valeur de l'événement qui l'a juste précédé, or ici le même événement est présenté juste avant la présentation des deux stimulus positifs. Et comme ces deux stimulus signalent le même agent renforçateur, aucune différence de valeur entre ces deux S+ n'est prédite par ce modèle.

Bien que l'observation d'une différence de résultats entre ces deux conditions pourrait être une démonstration de la validité du modèle présenté par Zentall et coll., en réalité, un autre facteur pourrait expliquer l'absence d'effet de préférence pour un des stimulus dans la

seconde condition, à savoir le seul passage du temps entre la fin du programme à raison et l'apparition des stimulus discriminatifs. Une condition contrôle avec un simple délai (égal à la durée de la période de renforcement) entre la fin de la réponse initiale et l'apparition des stimulus discriminatifs pourrait être ajoutée, mais aucun effet de préférence pour un des stimulus n'est attendu également, puisque la valeur de l'événement qui apparaît juste avant la présentation des stimulus discriminatifs est la même dans les deux types d'essais. De ce fait, si les résultats sont les mêmes, dans ces deux conditions, il n'est pas possible de distinguer l'effet de la valeur relative de l'événement qui précède du simple passage du temps entre les deux événements.

Ainsi, même si l'évidence seule, qu'une relation de contiguïté temporelle, entre l'événement initial et le stimulus positif qui suit, est importante pour obtenir un effet de préférence pour un des stimulus, cette expérience n'a pas été conduite durant cette thèse.

Présentations des autres résultats sur la préférence pour des stimulus positifs qui suivent un événement relativement aversif

Cette section regroupe l'ensemble des résultats obtenus avec la procédure développée par Clement et al (2000). Ceci n'est pas fait pour dresser un catalogue de tous les résultats obtenus, mais selon le modèle développé par Friedrich, & Zentall (2004), la préférence pour un stimulus positif devrait être observée quel que soit l'événement ou la réponse relativement aversif qui précède.

De plus, cette section permet de montrer l'effet de l'« effort » ou plutôt l'effet du caractère aversif de la réponse (voir la troisième partie sur la conceptualisation de l'effort, page 117) « sous toutes ses formes » sur la valeur de renforcement. Comme nous le verrons dans la troisième partie, l'effort peut renvoyer aussi bien au nombre de réponses à fournir, qu'au délai de renforcement, ou qu'à la force de la réponse (et durée), ou encore qu'à la probabilité de renforcement. Ainsi, nous verrons s'il y a un effet commun de l'ensemble de ces variables sur la valeur de renforcement. Si oui, le concept d'effort comme il est opérationnalisé en troisième partie peut bénéficier d'une certaine validité empirique.

Nous avons déjà présenté l'effet de la variable nombre de réponse à émettre, nous présenterons ici notamment l'effet de la variable délai, de la force de la réponse, et de la probabilité de renforcement.

Préférence pour un stimulus positif qui suivait un délai

De nombreuses recherches ont montré qu'attendre un agent renforçateur était relativement aversif pour le sujet, en tous les cas, plus aversif que recevoir un agent renforçateur immédiatement (voir les études sur le self-control, par exemple pour une revue Logue, 1988). Ainsi, selon le modèle développé par Friedrich, & Zentall (2004), une préférence pour un stimulus qui suivait un délai en entraînement devrait être observée par rapport à un autre stimulus qui suivait une absence de délai. C'est ce qui a été testé dans une autre étude (DiGian, Friedrich, & Zentall, 2004).

La procédure est présentée en Figure 3 (page suivante). Les pigeons étaient entraînés à donner des coups de bec sur la clé centrale (20 fois pour tous les essais) afin de produire une certaine paire de stimulus positif et négatif. Dans certains essais, appuyer sur la clé de réponse donnait accès directement à la paire de stimulus discriminatifs, alors que pour d'autres essais, les pigeons devaient attendre 6 secondes avant d'accéder à une autre paire de stimulus discriminatifs. Lorsque le délai était signalé par un stimulus distinct sur la clé de réponse centrale (présence de lignes verticales lorsqu'il y avait une absence de délai, et présence de lignes horizontales lorsqu'il y avait une présence de délai), les pigeons ont, en moyenne, préféré (65%, score moyen significativement significatif) le stimulus positif qui suivait la présence d'un délai en entraînement (i.e., soit l'événement le plus aversif).

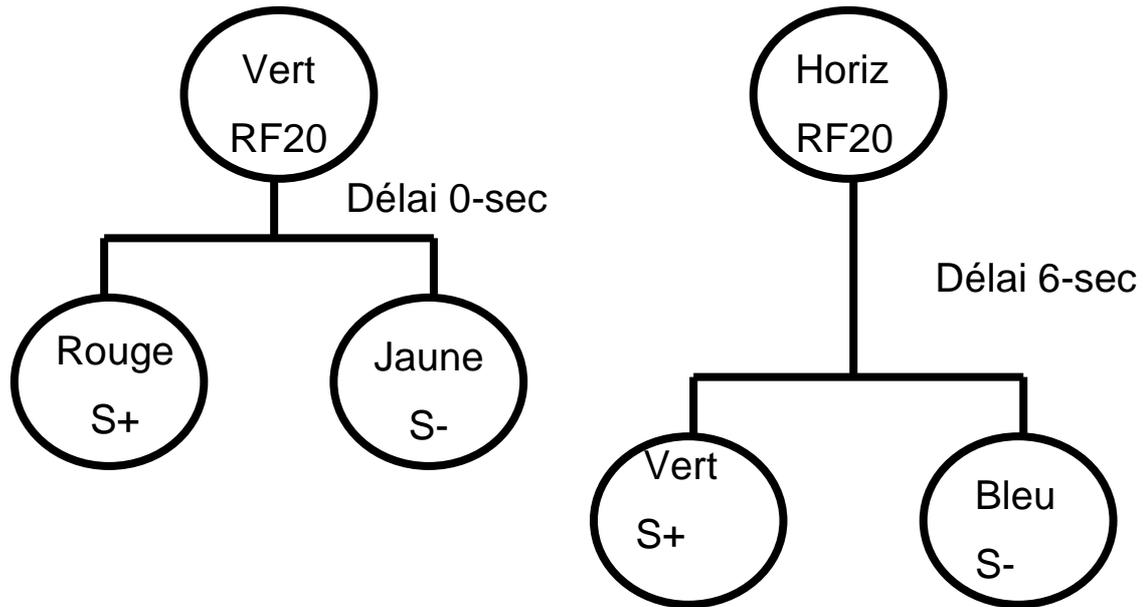


Figure 3. Séquence d'événements expérimentée par les pigeons durant les essais d'entraînement. La séquence d'événements expérimentée est représenté par le groupe *signalé* où chaque événement initial était signalé par un stimulus distinct (traits verticaux pour l'absence de délai et traits horizontaux pour la présence de délai). Les couleurs qui servaient de S+ et de S- étaient contrebalancées entre les sujets, de telle sorte que chaque couleur serve autant de fois de S+ que de S- (d'après DiGian, Friedrich, & Zentall, 2004).

Nous avons voulu étendre les résultats chez des enfants.

Etude 1 : Effet de préférence pour le S+ qui suivait la présence d'un délai chez des enfants

Ici joint la version publiée, en anglais, de la méthodologie et des résultats (voir pour la version complète, page 158).

METHOD

Participants

Forty-two children (24 males and 18 females), 7-8 years old, participated in the experiment. All were students for two typical classrooms enrolled in two classes in a public elementary school in Hem, (a suburb of Lille) France.

Apparatus

The study was conducted in a quiet room in the school, close to the children's class room. Each participant was seated in a chair in front of a table containing a monitor connected

to a computer. All participants were trained and tested with a program created with Labview 7.1 (National Instruments Corporation, Austin, Texas). During experimental sessions, the monitor displayed an initial stimulus at the top center of the screen and two discriminative stimuli near the bottom, one on each side, each measuring approximately 5 cm by 5 cm. Clicking the mouse within these areas advanced the trial sequence and resulted in programmed consequences. The initial stimuli used were a red or a blue rectangle. The discriminative stimuli that followed were familiar black shapes (plus, square, circle and triangle) presented on a white background. The children were tested individually. They had no interaction with other participants before or during the experimental session and we asked them not to talk to the other children about the experiment.

Procedure

Reinforcement preference assessment. Because of potential individual differences in the value of the rewards used, a preference assessment was conducted to determine for each subject the most preferred among three potential reinforcers, and one potential punisher (a timeout period). We selected reinforcers that we thought the children would like. The reinforcers were the 5 s presentation of (1) short segments of nine possible songs, (2) short segments of a French cartoon (Razmoket or Titeuf), (3) a voice that said “good”, or (4) the blank screen alone (time out). The child was then asked which event was the most preferred (to be used following choice of the positive, S+, discriminative stimulus in training) and which was the least preferred (to be used following choice of the negative, S-, discriminative stimulus in training). The subjects were exposed to each reinforcer (two exposures to each reinforcer) signaled by an icon presented in the center of the screen. Thirty-eight of the children rated one of the cartoons as most preferred, the remaining children preferred the songs. All children rated the time out as the least preferred.

Pretraining. After the preference assessment test, the children were given an example of the procedure in which a white rectangle and a black rectangle (not presented in training) were used as choice stimuli. Each child was told to click on each of the sample stimuli to see what outcomes would result. There were two pretraining trials presented: one for which a click on one shape produced the reinforcer and the other for which a click provided the timeout.

Training. Participants were told to click on the initial red or blue rectangle several times (seven clicks were required on each trial to make it disappear and to display the two shapes. They then had to discover which shape would produce the reinforcer (called the good outcome) by clicking on one of them. Each of the two discriminations involved two of the shapes (plus, square, circle and triangle), chosen randomly for each child, with one shape chosen arbitrarily as the correct one (S+). Choice of the S+ was followed by the most preferred event; choice of the other shape, the S-, was followed by the least preferred event. On half of the trials, a response to the colored rectangle was followed immediately with the presentation of one pair of shapes. On the remaining trials, a response to the other colored rectangle was followed by a delay of 8 s and then the presentation of the other pair of shapes (see Figure 4 for a schematic of the training procedure). Participants were told that if the shapes did not appear immediately, they should wait and not click any more until the shapes appeared. The experimenter then asked the participants if they understood what they had to do. If not, the relevant portions of the instructions were repeated.

The two types of trial (with and without delay) were presented randomly with the constraint that each type of trial occurred equally often in a block of 4 trials. The position of the shapes in each discrimination (left or right) was randomized, with the constraint that each stimulus occurred equally often on each side. There was an intertrial interval (ITI) of 1 s (selected to be relatively short because we found that the children became restless if the ITI was longer). Training continued until there were 16 consecutive responses to the correct shapes, typically 8 correct responses for each pair of discriminative stimuli.

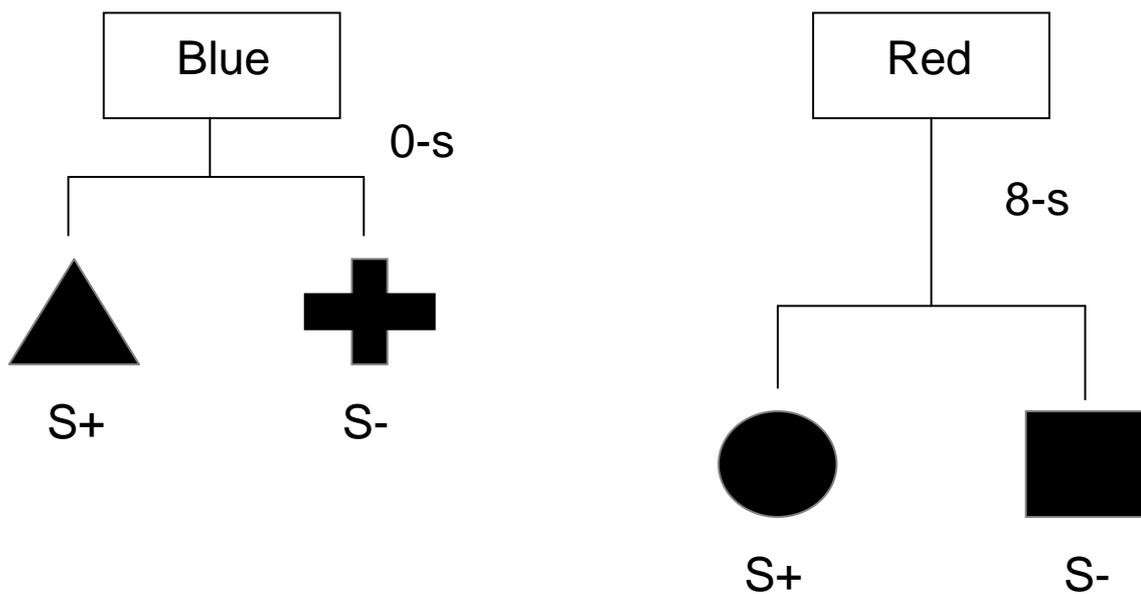


Figure 4. Sequence of events experienced by children in the no delay component (left panel) and in the delay component (right panel) of the task during training. The colors that signaled the initial event and the discriminative stimuli associated with the delay and no-delay events were counterbalanced over children.

Testing. Following training, the children were told that they should now choose which shape they most preferred but neither reward nor blackout would be delivered. Testing consisted of 12 test trials, 6 test trials with the simultaneous presentation of the two S+ stimuli from training and 6 test trials with the simultaneous presentation of the two S- stimuli from training (see Figure 5). The position of the two stimuli was randomized, with the constraint that each stimulus appeared equally often on each side. To assess the possibility that test stimulus preference might be conditional on the delay presented on test trials (rather than attributable to delay experienced in training), there were 3 possible initial events that preceded the test pair (each presented twice with the S+ stimuli and the S- stimuli). The initial event was either the blue or red rectangle followed by the associated delay or no initial event (choice between the S+ or S- shapes occurred immediately following the intertrial interval). The sequence of trials during testing was counterbalanced over subjects.

The duration of the session was about 20 minutes in order of the children bear the experimental session (Long et al., 1958).

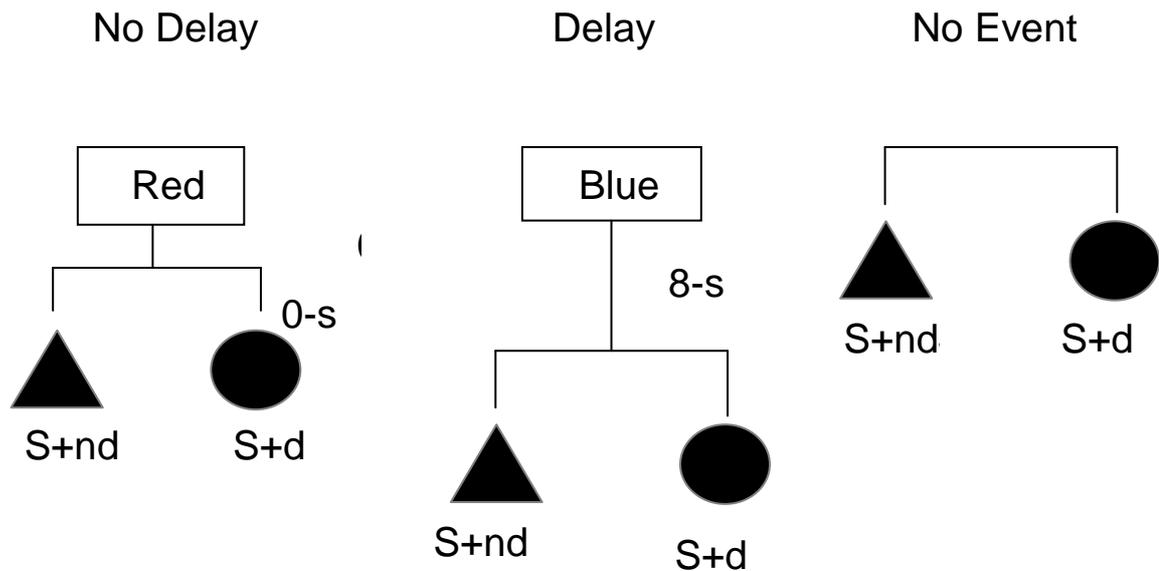


Figure 5. Sequence of events experienced by children in each initial stimulus condition for S+ presentations during testing. On one third of the test trials, the children experienced an initial color followed by the 8-s delay and either the two S+ stimuli from training (left panel) or the two S- stimuli from training (not shown). On one third of the test trials, the children experienced an initial color followed by no delay and either the two S+ from training (right panel) or the two S- stimuli from training (not shown). And on the remaining third of the test trials, the children experienced no initial stimulus and no delay followed by either the two S+ from training (middle panel) or the two S- stimuli from training (not shown).

Results

Testing

Choice of the S+. On test trials involving choice of the two S+ stimuli, the children showed a preference for the S+ that in training followed the delay (62.3%, standard error of the mean, SEM = 4.46). A single-sample t-test was conducted on the overall choice of the S+ stimuli on test trials. The analysis indicated that choice of the delayed S+ was significantly greater than chance, $t(41) = 2.76$, $p < 0.01$, Cohen's $d = .86$, indicating that the S+delay stimulus was preferred over the S+no-delay stimulus.

On test trials, the children chose the S+_{delay} when the initial event on test trials was the delay stimulus, 66.7% (SEM = 8.37), when the initial event on test trials was the no delay stimulus, 54.8% (SEM = 7.50), and when the initial event on test trials was no event, 65.5% (SEM = 6.24). A one-way analysis of variance performed on the test data, with the three levels of initial event on test trials (delay, no delay, and no event) as the factor, yielded a nonsignificant effect of the initial event on test trials, $F(2, 82) = 1.71$, $p = .19$. Thus, there was no significant evidence that the children had acquired a conditional discrimination in training.

That is, in training they did not learn if there is a delay on the current trial, choose the $S+_{\text{delay}}$, but if there is no delay, choose the $S+_{\text{no-delay}}$.

Choice of the S-. On test trials involving choice of the two S- stimuli, the children showed a small preference for the $S-_{\text{delay}}$ (55.5%, SEM = 3.67). A single-sample t -test conducted on the overall choice of the $S-_{\text{delay}}$ on test trials indicated that choice of the delayed S- was not significantly different from chance, $t(41) = 1.50$, $p = 0.14$, Cohen's $d = .47$.

On test trials, the children chose the $S-_{\text{delay}}$ when the initial event on test trials was the delay stimulus, 61.9% (SEM = 10.36), when the initial event on test trials was the no delay stimulus, 50.0% (SEM = 10.21), and when the initial event on test trials was no event, 61.9% (SEM = 9.25). A one-way analysis of variance performed on the test data, with the three levels of initial event on test trials (delay, no delay, and no event) as the factor, yielded a nonsignificant effect of the initial event on test trials, $F(2, 82) = 2.40$, $p = .10$. Thus, the initial event from training did not significantly affect choice of the two S- stimuli when it was presented on test trials.

Discussion

Les résultats de cette étude ont montré que ces enfants de 7-8 ans, en moyenne, préféraient le $S+$ qui suivait en entraînement un délai, soit l'événement présumé le plus aversif pour eux. Et cette préférence ne dépendait pas du type d'événement initial en essais test, bien qu'il soit possible que des effets parasites liés au contexte aient pu être de deux sortes, au moins.

La première source d'effet parasite aurait pu venir directement du type d'événement initial, en essai test, sur le choix entre les deux stimulus positifs. En effet, lorsqu'en essai test, l'événement initial était le même que celui rencontré en essai d'entraînement, le participant aurait davantage tendance à choisir le stimulus qui a suivi cet événement en entraînement, car ce choix a été renforcé suivant l'occurrence de cet événement. Ici, il n'y a que la situation, où il n'y avait pas d'événement initial, qui était relativement « pure » de tout effet de contexte.

La deuxième source parasite aurait pu venir du type d'événement initial, lors du premier essai test, qui aurait pu influencer le premier choix réalisé mais aussi tous les suivants, c'est-à-dire le pattern de choix observé (i.e., dépendance aux conditions initiales, en dynamique non linéaire, voir Marr, 1992). L'influence de ce premier choix sur les choix suivants pourrait aussi être expliquée par l'influence de la consigne donnée aux enfants. En effet, il leur était

demandé de choisir la figure qu'ils préféreraient le plus. Ainsi, il est possible qu'ils aient continué à choisir la même figure les essais suivants, par simple compliance à la consigne donnée.

Le premier choix réalisé, en essais test, serait crucial puisqu'il déterminerait tous les choix suivants. Et celui-ci dépendrait, en partie, du type d'événement initial dans le premier essai. Ici, dans cette étude, le premier choix réalisé prédisait correctement le pattern de préférence observé ensuite dans 70% des cas. Ce n'est bien sûr qu'une simple corrélation. Mais il est possible que ces deux sources d'effets parasites s'annulent, que l'une diminue l'effet de l'autre et vice-versa. Davantage de support à ces deux effets parasites possibles sera présenté dans la prochaine expérience. Ces effets de contexte dans les essais tests pourraient biaiser quelque peu les résultats obtenus.

Cependant, ces effets de contexte ne peuvent, à eux seuls, expliquer les résultats obtenus et la préférence globale pour le S+ qui suivait en entraînement la présence d'un délai. Sinon, il aurait été prédit, globalement, qu'il ne devrait pas y avoir de préférence significative pour un stimulus en particulier².

En tous les cas, les résultats de cette étude étaient consistants avec la préférence également observée, chez les pigeons, pour des stimulus positifs qui suivaient la présence d'un délai. Ces résultats étaient conformes avec l'hypothèse du contraste intra-essai développée pour rendre compte de cet effet aussi bien chez les animaux non humains que chez les humains.

Par ailleurs, nous n'avons pas trouvé de préférence significative pour le stimulus négatif qui suivait, en entraînement, un délai, comme on aurait pu s'y attendre suivant les résultats de Clement et coll. (2000), qui montraient que le stimulus négatif qui suivait davantage de coups de becs émis était préféré à celui qui suivait moins de coups de bec donnés. Ce résultat avait été expliqué par l'hypothèse du transfert de la valeur selon laquelle, dans une procédure de discrimination simultanée, le S+ transfère sa valeur positive au S- avec lequel il a été présenté. Par exemple, deux paires de discriminations simultanées étaient présentées (A+100 B-0 et C+50 D-0 avec A le S+ qui a été renforcé de manière continue alors que le stimulus positif C a été renforcé la moitié du temps et que les stimulus négatifs B et D n'ont jamais été renforcés). Comme le stimulus A avait davantage de valeur que le stimulus C, alors le stimulus A transférerait davantage de valeur au stimulus B que le stimulus C au stimulus D,

² Il y avait autant d'essais avec chaque type d'événement initial et pour la condition où il n'y avait pas d'événement initial, aucune préférence n'était attendue.

ainsi en essais test, lorsque les stimulus B et D étaient présentés en situation de choix, le stimulus B aurait pu être préféré au stimulus D et c'est ce qui a été effectivement observé (Zentall, Sherburne, Roper, & Kraemer, 1996).

Cependant, bien que dans la procédure utilisée développée par Clement et al. (2000), le S+ qui suivait l'événement le plus aversif (e.g., délai) avait davantage de valeur que le S+ qui suivait l'événement le moins aversif, en essais test lorsque les deux S- étaient présentés, souvent, aucune préférence significative pour un des S- n'a été retrouvée dans la littérature (Clement & Zentall, 2002; DiGian et al., 2004; Friedrich et al., 2005, Klein, Bhatt, & Zentall, 2005).

Ce résultat semble en contradiction avec la théorie de la dissonance cognitive (Festinger, 1957; Lawrence & Festinger, 1962) qui prédirait un maximum de dissonance lorsque la réponse la plus difficile était suivie de la conséquence la moins appétitive. En effet, cela aurait créé un plus grand écart entre les attentes sur la taille de la récompense (i.e., plus grande) et la réalité (i.e., aucune récompense), relativement à la situation où la récompense a suivi la réponse la plus facile (voir la section page 77 pour une description plus détaillée de cette théorie). Ici, la réponse au S- qui suivait le délai aurait pu produire le maximum de dissonance et ainsi cela aurait dû augmenter la valeur pour ce stimulus, mais ce n'est pas ce que nous avons observé.

Peut-être que la faible exposition aux conséquences de la réponse aux S- était responsable de l'absence d'effet retrouvée ici. En effet, comme la tâche était très facile, aussi bien chez les animaux non humains qu'ici chez les enfants, ils ont très vite appris à n'appuyer que sur les S+ et peu sur les S-, ce qui aurait pu limiter le développement d'un état de dissonance. Ainsi, peut-être qu'une exposition additionnelle aux conséquences de répondre aux S-, en présentant les S- seuls, par exemple, aurait pu corriger ce problème et produire une préférence pour le S- associé au délai en entraînement.

Cette manipulation pourrait nous aider à dissocier les prédictions faites par l'hypothèse du transfert de la valeur et l'hypothèse de la dissonance cognitive, qui expliquent différemment la source de la valeur ajoutée au S-. Pour la première hypothèse, la valeur ajoutée viendrait d'un conditionnement de troisième ordre avec un transfert de valeur du S+ vers le S-, et serait indépendante de l'association directe avec la conséquence (Zentall, Sherburne, Roper, & Kraemer, 1996). Alors que pour la seconde hypothèse, la valeur ajoutée viendrait d'une forme d'association directe entre le S- et la conséquence. Une précédente étude, avec l'exposition additionnelle aux S- présentées seuls, avait révélé un renversement de préférence vers le S- qui était associé au S+ le moins souvent renforcé (Clement & Zentall,

2000), montrant ainsi un surprenant effet de contraste. Une réplication de cet effet, avec la procédure utilisée ici, pourrait contre-indiquer l'utilisation de la théorie de la dissonance cognitive comme explication valide du type d'effet démontré ici.

Par ailleurs, dans une extension de cette présente expérience, une seconde condition était mise en place avec la même procédure et les mêmes participants. Le seul changement était que le stimulus servant de S+ suivant le délai était contrebalancé avec celui qui suivait l'absence de délai. L'objectif était d'utiliser un plan intra-sujets qui permette de vérifier pour chaque participant s'ils préféraient de manière systématique le S+ qui suivait le délai.

Pour cela, nous avons sélectionné, au hasard, 12 participants parmi les 42 qui ont participé à l'expérience présentée précédemment. L'hypothèse était que les participants préféreraient, en essais test, le stimulus positif qui suivait le délai, en essais d'entraînement de la seconde condition. Nous pourrions, dans ce cas, observer pour chaque participant le score de préférence individuelle dans les deux conditions, au lieu de la moyenne pour l'ensemble des sujets utilisée jusque là. Si, par contre, les participants continuaient à préférer en phase test la même figure, alors cela voudrait dire qu'il y aurait un biais de forme ; qu'il y aurait une figure que les enfants jugeraient plus attractive, indépendamment des contingences mises en place ici.

Concernant les résultats, parmi les 12 participants testés, 5 préféraient (i.e., choisissaient plus de 3 fois sur 6), en essais test, le S+ qui, dans les deux conditions d'entraînement, suivait un délai en entraînement. 4 avaient un biais de forme (i.e., préféraient, dans les deux conditions, une figure particulière). 2 étaient indifférents aux stimulus dans les deux conditions (i.e., choisissaient autant les deux S+ dans les deux conditions). Enfin, un seul préférait, dans les deux conditions, le S+ qui suivait l'absence de délai. Les résultats ne semblent pas très positifs puisque presque la moitié préférait, dans les deux conditions, le S+ qui suivait le délai. De plus, 1/3 des participants présentaient un biais de forme, c'est-à-dire, préféraient la même figure, dans les deux conditions. Mais un seul participant préférait, dans les deux conditions, le S+ qui suivait en entraînement l'absence de délai.

Peut-être que pour les participants, qui ne préféraient pas systématiquement la figure qui suivait en entraînement la présence d'un délai, cet événement n'était pas suffisamment aversive pour produire une préférence. Ainsi, il serait intéressant, pour les participants qui montraient ce type de résultats, d'augmenter le délai juste avant la présentation des stimulus discriminatifs afin d'augmenter la taille du contraste entre la valeur de l'événement initial et la valeur du stimulus positif (par rapport à la taille du contraste dans l'autre essai). Ou les figures servant de S+ pourraient être changées afin de diminuer la probabilité ou la taille d'un

biais de forme. Ou encore, il est possible que l'histoire de conditionnement avec le stimulus positif (i.e., contraste positif) qui suivait le délai dans la première condition ait interféré, en seconde condition, avec le développement de la préférence pour le stimulus positif qui suivait le délai.

Il apparaît nécessaire de conduire des recherches plus approfondies afin de vérifier ces hypothèses et qu'elles ne restent pas que de pures spéculations.

Voyons maintenant l'effet des variables de force musculaire et de durée de réponse sur la préférence pour le stimulus positif qui suivait.

Etude 2 (a) : Préférence pour le stimulus positif qui suivait une pression musculaire plus forte et une durée de réponse plus longue

Cette section concerne la seconde étude réalisée durant cette thèse, qui tentait de répondre à trois questions, dont seulement les deux premières vont être présentées ici (et la troisième sera présentée en page 62).

La première question était de vérifier que les humains préféraient bien la réponse qui demandait le moins de force musculaire et qui durait le moins longtemps. Par ailleurs, l'objectif était d'identifier pour chaque participant la réponse la moins préférée (ou la plus aversive) et la réponse préférée (ou la moins aversive) afin de présenter ensuite ces deux réponses comme réponse initiale dans la procédure développée par Clement et al. (2000). La seconde question était de savoir si une force et durée différentielles comme réponse pouvait produire un effet de préférence pour le S+ qui suivait la réponse la plus aversive. Autrement dit, si le stimulus positif qui suivait la réponse non préférée (i.e., certainement la réponse demandant le plus de force musculaire) allait être choisi plus souvent que le stimulus positif qui suivait la réponse préférée. Il est à noter cependant que cette expérience n'est pas une rigoureuse manipulation de la force musculaire de la réponse, puisque la durée de la réponse pouvait varier également. Il serait plus juste de dire que nous étudions la préférence pour un stimulus positif qui suivait un temps intégral de la force plus important (Notterman, & Mintz, 1965).

Ici joint la version publiée, en anglais, de la méthodologie et des résultats (voir pour la version complète, page 174).

METHOD

Participants

The participants were 30 undergraduate students (10 males and 20 females) at the University of Lille III who were all volunteers.

Apparatus

A Novatech Mini40 ATi force cell (Tatem Industrial Automation Ltd, Derby, UK) served to measure force. All participants were trained and tested with a program created with Labview 8.0 (National Instruments Corporation, Austin, Texas) presented on a computer monitor.

Procedure

The experiment was completed in a single session of 40 to 45 min. The value of high force was defined separately for each subject. We asked each participant to press the force cell with the maximum force possible with their dominant hand. For each subject we defined the high force as at least 50% of this maximum force. The actual high force used varied considerably from a low of 20 N to a high of 150N. The low force was defined as no less than 2 N and no more than 10 N. The second variable studied was the duration of required force (1 sec or 5 sec).

Phase 1. The purpose of Phase 1 was to determine the subjects' preference for the various combinations of force (high force vs. low force) and time (1 sec vs. 5 sec). A forced trial consisted of the presentation of a circle at the top or the bottom of the screen depending on the force required (high or low) or the duration required (short or long). One mouse click (with the non-dominant hand) to the circle made it disappear and initiated the force/time response requirement (with the dominant hand). When force was manipulated, at the start of each trial a message appeared on the screen to either to press the force cell with low force or with high force (as determined earlier).

If the force criterion was met, the word "correct" appeared on the screen, if not, a message appeared, "You have not pressed with enough force, try again." For the low force, if the participant pressed with a force greater than 10 N, a message appeared, "Be careful, you have pressed with too much force, try again." When this occurred, the trial began again and this was repeated until the subject responded correctly. These correction trials occurred very seldom after the first or second trial of each type. In each condition, training consisted of one block of 10 forced trials, five of each trial type (randomly presented), followed by five free

choice trials, then another block of six forced trials, three of each trial type followed by five additional free choice trials.

When duration was manipulated, subjects were told they would have to press the force cell for either a short time (1 sec) or a long time (5 sec) and they were given feedback that they had responded long enough or not long enough, as in the high and low force condition. In addition, a temporal constraint was imposed on all trials in all conditions. On all trials, subjects had to begin to respond within 1 sec after their response to the circle. Thus, the 1-sec response had to be completed within 2 sec after the response to the circle and the 5-sec response had to be completed within 6 sec after the response to the circle. Subjects were instructed to click on the circle available either at the top or at the bottom of the screen. If the circle appeared at the top they were instructed to immediately press on the cell with high force (for some subjects or low force for others) for a few seconds (for some subjects or briefly for others) until feedback was provided (see Figure 6, left and center columns). They were told that feedback would be provided. If the appropriate response was not made, the trial was repeated.

On choice trials, participants were presented with both circles and were told that they should choose according to their preference and respond with the force and duration that they did in training but that they would no longer be given feedback following their choice (see right column of Figure 1). The design of the experiment involved various combinations of the two variables, force and duration (see Table 1 for the order of conditions for half of the subjects; for the remaining subjects, the order of conditions was reversed). The purpose of Condition 1 was to determine the preference for high versus low force with duration held constant at the higher level. The purpose of Condition 2 was to determine the preference for long versus short duration with force held constant at the higher level. The purpose of Condition 3 was to determine the preference for high versus low force with duration held constant at the lower level. The purpose of Condition 4 was to determine the preference for long versus short duration with force held constant at the lower level. The purpose of Condition 5 was to determine the preference for the combination of high force and long duration versus low force and short duration. We wanted to know if combining the two presumably more aversive events would affect the preference. The purpose of Condition 6 was to determine if pitting the high force and low duration against the low force and high duration would reduce the overall preference or would the values selected for either of those two dimensions overshadow the other.

In each condition, training consisted of one block of 5 forced trials of each kind, intermixed, followed by 5 free choice trials, then another block of 3 forced trials of each kind followed by 5 additional free choice trials. Trials were self-paced. The next trial began immediately after the previous trial ended with the appearance of the circle at the top or bottom of the screen. There was a 5 min break between Phases 1 and 2.

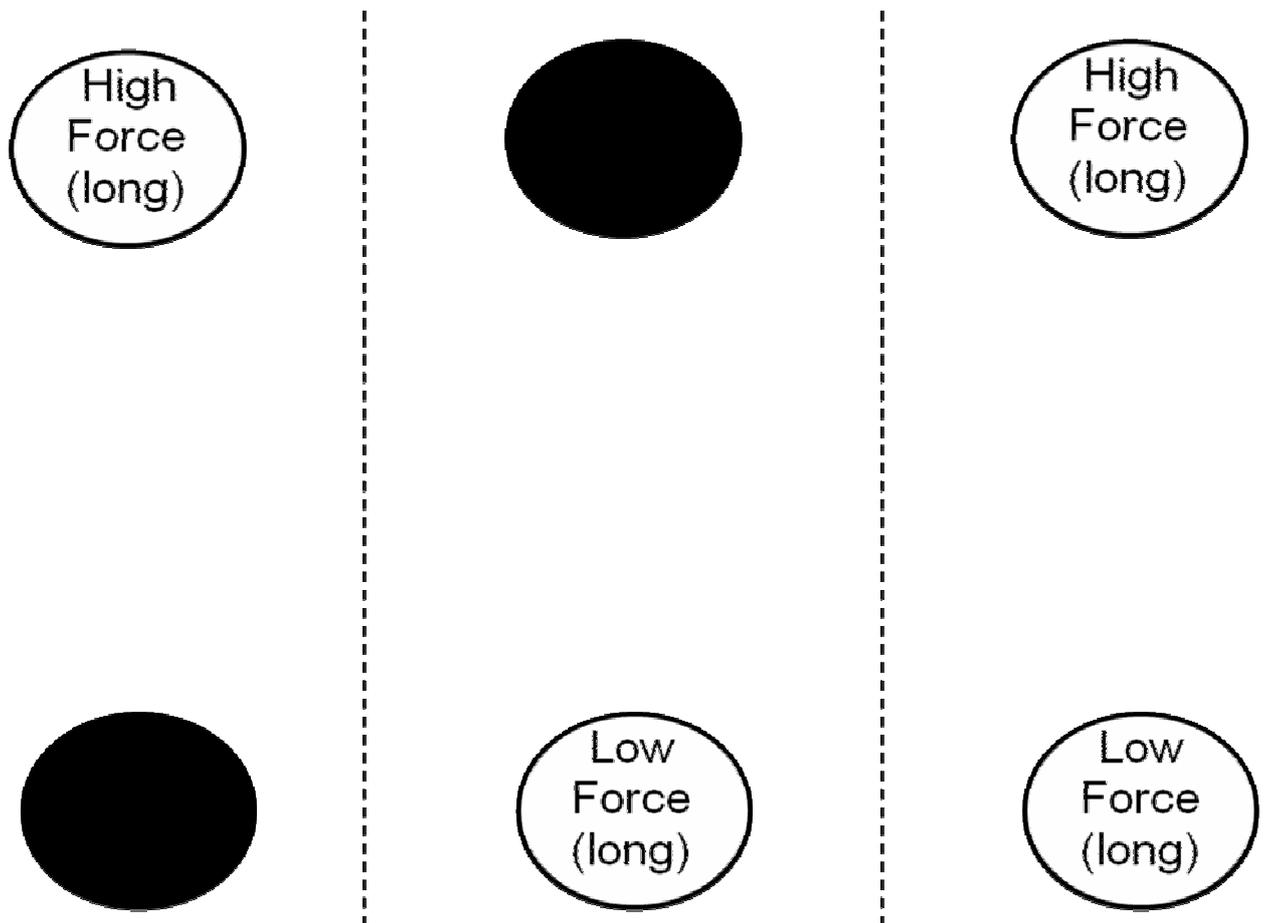


Figure 6. In Phase 1, each training trial started with the illumination of a circle at the top of the screen indicating that one response would be required (left column, e.g., high force, long) or a circle at the bottom of the screen indicating the other response would be required (center column, e.g., low force, long). On test trials, circles appeared at both the top and bottom of the screen and subjects could choose the response to be made, (i.e. high force long or low force long).

Phase 2. The purpose of Phase 2 was to determine the relation between the most and least preferred response from Phase 1 and the positive discriminative stimulus (shape) that consistently followed. Phase 2 began shortly after testing in Phase 1. A preference score was calculated by summing all choices made of each response over the 3 conditions in which it appeared. Based on the preference scores for each of the four possible initial events obtained

in Phase 1, the most preferred and least preferred responses from Phase 1 served as the two initial events used in Phase 2.

A procedure similar to that used by Clement et al. (2000) was used. Participants were told to click once on an initial red or blue rectangle presented at the middle top of the screen and then to immediately press the force cell with one of the forces they had learned in Phase 1. Participants were informed of the correspondence between the color of the rectangle and the required response. The blue rectangle indicated that the preferred response from Phase 1 was to be made and the red rectangle indicated that the less preferred response from Phase 1 was to be made. Following performance of the response requirement, a simultaneous discrimination was presented involving a choice between two free-form line-drawn shapes (see Klein et al., 2005). A different pair of line-drawn shapes followed each of the two response requirements. Participants were also told that choice of one shape would be followed by the feedback “correct” and choice of the other, by the feedback “wrong”. Only positive feedback was used as reinforcer because previous research showed that informative feedback or the success on a task are enough potent to maintain operant behavior (Horne & Lowe, 1993; Wearden, 1988). The two kinds of trial alternated randomly with the constraint that each type of trial occurred equally often in a block of 4 trials. The position of discriminative stimuli (left or right) was randomized, with the constraint that each stimulus occurred equally often on each side. Training continued until there were 8 consecutive choices of the correct shapes (4 correct choices involving each discrimination). The shape of the correct stimulus was counterbalanced among participants. The design of Phase 2 is presented in Figure 7.

When criterion was met, testing followed. Test trials involved a choice between the two positive discriminative stimuli from training. The participants were told that they should now choose which shape they most preferred but no feedback would be provided. The testing phase consisted of four test trials, two of which were initiated by the red rectangle and two that were initiated by the blue rectangle (for each color the corresponding response was required as in training). The position of the two stimuli was randomized, with the constraint that each stimulus appeared equally often on each side. The trial type (response requirement) of the first test trial was counterbalanced among participants. Following the four test trials there were an additional eight training trials followed by four more test trials (two with blue the rectangle, two with the red rectangle, as the initial stimulus). For counterbalancing purposes, the first test trial in the second set of test trials was always the trial type that had not been presented first in the first set of test trials. As in Phase 1, if the appropriate force was not produced, the trial was repeated once.

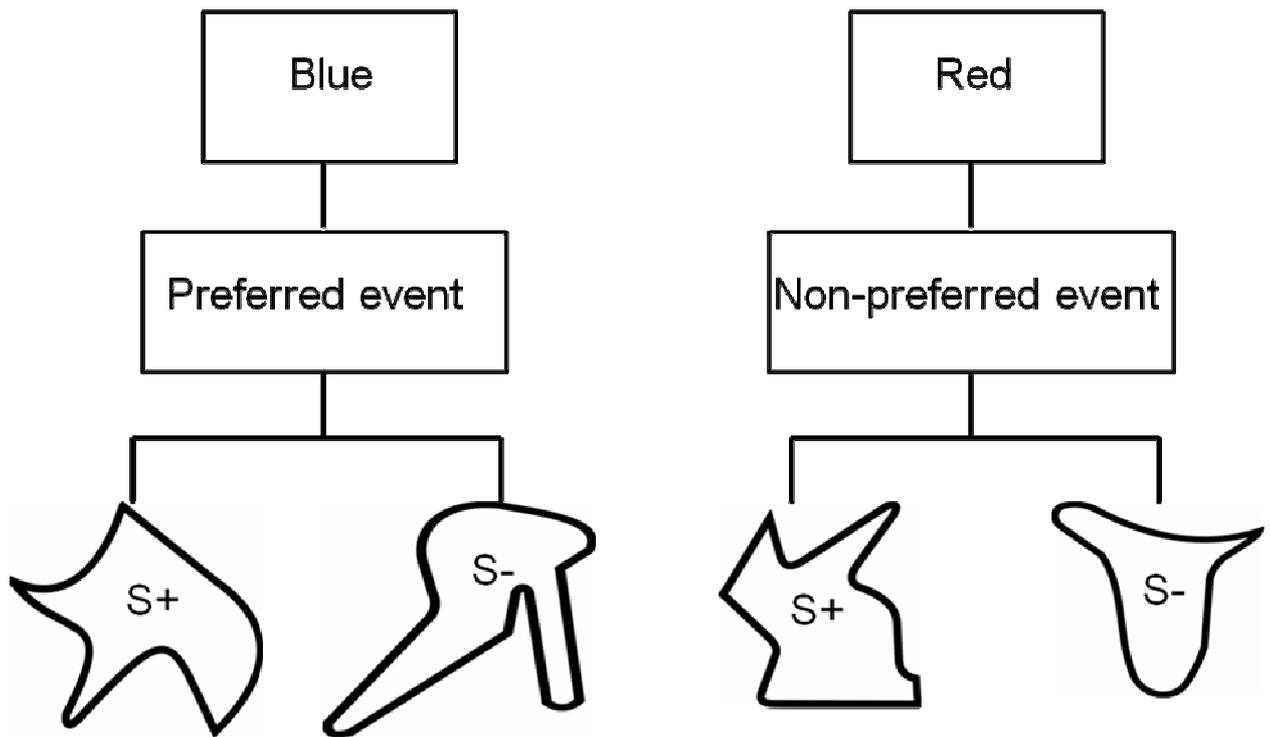


Figure 7. Phase 2 training trials. At the start of each training trial a red or blue rectangle appeared at the top of screen subjects clicked on the rectangle and responded with the required force for the required time to produce a choice between two shapes. Choice of the S+ resulted in the appearance of the word “correct” on the screen. Choice of the S- resulted in the appearance of the word “wrong” on the screen.

Results

Phase 1

The results of Phase 1 are represented in Table 1. Preference for the four required responses was determined as follows: As each initial event appeared in 3 conditions (once with each of the other required responses), choice of each required response was summed and divided by the number of test trials on which the initial event was presented (and multiplied by 100 to convert to percentage preference). Overall, participants preferred the alternative requiring low force and shorter duration (77.0%), followed by low force long duration (53.5%), followed by high force short duration (50.7%), and followed by high force long duration (18.8%).

Individual single-sample *t*-tests were conducted on the overall choice of the preferred initial stimulus in each condition. In Condition 1, the analysis indicated that choice of the low-force 5-sec response was preferred significantly over the high force 5-sec response, $t(29)$

= 5.47, $p < 0.01$, $d = 2.03$. In Condition 2, choice of the high-force 1-sec response was preferred significantly over the high-force 5-sec response, $t(29) = 10.77$, $p < 0.01$, $d = 4.00$. In Condition 3, choice of the low-force 1-sec response was preferred significantly over the high-force 1-sec response, $t(29) = 5.07$, $p < 0.01$, $d = 1.88$. In Condition 4, choice of the low-force 1-sec response was preferred significantly over the low force-5 sec response $t(29) = 5.02$, $p < 0.01$, $d = 1.86$. In Condition 5, choice of the low-force 1-sec response was preferred significantly over the high-force 5-sec response, $t(29) = 7.66$, $p < 0.01$, $d = 2.84$. However, in Condition 6, choice of the low-force 5-sec response was not preferred significantly over the high-force 1-sec response, $t < 1$. For all but 2 subjects the most preferred was the low-force 1-sec response and the least preferred was the high-force 5-sec response.

Table 1. Order of conditions (half of the subjects received the reverse order of conditions) and subjects' mean preference for the low force or shorter duration event with (SEM).

Condition	Force	Duration	Mean percentage choices (SEM)
1	High vs. low	Long	73.7 (2.37)
2	High	Long vs. Short	86 (1.83)
3	High vs. Low	Short	75.3 (2.74)
4	Low	Long vs. Short	71.7 (2.36)
5	High vs. Low	Long vs. Short	84 (2.43)
6	High vs. Low	Long vs. Short	50 (3.44)

Note – High force was determined separately for each subject (see text). Low force was 2-10 N. Long duration was 5 sec, short duration was 1 sec. In Condition 5, the trials involved high force for 5 sec randomly alternated with low force for 1 sec. In Condition 6, the trials involved high force for 1 sec randomly alternated with low force for 5 sec (shown is the preference for the high force for 1 sec).

Phase 2. On the first test trial involving choice of the two S+ stimuli, 20 participants chose the S+ stimulus that in training followed the non-preferred response (66.7%). When the data were pooled over all 8 of the test trials, a similar preference was found, 62.9% ($SEM = 4.17\%$). A single-sample t -test was conducted on the overall S+ stimulus preference on test trials. The analysis indicated that the S+ stimulus preference associated with the less preferred initial response was significantly greater than chance, $t(29) = 3.09$, $p < 0.01$, $d = 1.15$.

Test trials were divided according to the initial stimulus on test trials to determine if the required response on test trials affected the S+ preference. When the required response on test trials was the less preferred response, the participants chose the S+ stimulus associated with the less preferred response in training, 65.0% ($SEM = 5.48\%$) of the time, and when the initial event on test trials was the preferred event, they chose the S+ stimulus associated with the less preferred response in training 60.9% ($SEM = 6.44\%$) of the time. A two-sample t -test performed on the test data, as a function of the two levels of required response on test trials (non-preferred vs. preferred response), yielded a nonsignificant effect of the required response on test trials, $t < 1$.

Discussion

Les résultats de la Phase 1 ont montré que, sur la population de participants humains testés ici, ils préféraient, comme les animaux non humains, la réponse la moins coûteuse, à savoir celle qui demandait le moins de force ou le moins de temps, ou encore les deux à la fois. Ces résultats sont conformes à la loi du moindre effort (Hull, 1943, voir page 119) et laissent suggérer que les humains, comme les animaux non humains, sont contrôlés de la même façon par la variable de force.

Il est à noter qu'aucun effet d'interaction n'était observé. Si tel avait été le cas, les participants auraient préféré davantage la réponse de faible pression courte, lorsque la durée de la réponse était longue, plutôt que lorsqu'elle était courte (comme observé dans l'étude de Hunter & Davison, 1982, pour les variables de force de la réponse et le débit de renforcement.). Mais ici, il est possible qu'un effet plafond n'ait pas permis de déceler des différences entre les conditions, puisque les scores moyens de préférence étaient élevés dans toutes les conditions (hormis la condition 6).

La condition 6 (HF 1sec. vs LF 5sec.) aurait pu être un test de la variable la plus déterminante pour le choix des sujets. Malheureusement, les résultats ont révélé des différences inter-individuelles trop importantes pour tirer des conclusions claires. Certains

participants préféraient appuyer faiblement plus longtemps, tandis que d'autres préféraient davantage la réponse de forte pression plus courte. De plus, il est difficile de mettre en compétition ces deux variables car elles appartiennent à des échelles de mesure différentes et non comparables. Cependant, il est intéressant d'observer que la variable temps, pour certains participants, n'était pas la seule variable qui déterminait leurs choix. Dans certains cas, il est même possible qu'ils préféraient s'engager dans une activité plus longue jusqu'au renforcement si, dans le cas démontré ici, cette activité requérait moins de force.

Les résultats de la Phase 2 ont montré que les sujets préféraient, en moyenne, le stimulus positif qui suivait en entraînement la réponse non préférée (i.e., le plus souvent la réponse de forte pression longue). Ces résultats étaient consistants avec ceux décrits précédemment, utilisant la même méthode chez le pigeon. Cet effet de préférence pour un stimulus positif qui suivait une réponse ou événement relativement non préféré est étendu à une autre variable, à savoir la force et la durée différentielle d'une réponse.

Les résultats étaient limités par le biais de population pouvant exister car tous les participants étaient des étudiants de psychologie et que la plupart était des filles. À l'avenir, les résultats pourraient être généralisés à d'autres échantillons de la population et aussi à une catégorie spécifique ; celle des sportifs (e.g., étudiants issus de STAPS). En effet, pour cet échantillon de la population, la préférence, en Phase 1, pourrait changer en faveur de la réponse la plus difficile, due à leur histoire de renforcement. Ainsi, selon la relation fonctionnelle inverse généralement établie entre la préférence pour un événement initial et la préférence pour le stimulus positif qui suivait, il serait intéressant de vérifier la préférence, chez ces participants, pour le stimulus positif qui suit la réponse demandant le moins de force, contrairement aux participants de cette présente expérience.

Ces résultats pourraient être étendus à une condition où deux forces différentielles (grande et faible) seraient utilisées comme réponse et la durée de ces deux événements serait la même.

Je vais vous présenter maintenant une étude sur l'effet de la présence ou l'absence de stimulus appétitif sur la valeur relative de la récompense.

Préférence pour un stimulus positif qui suivait une absence de renforcement

L'absence de renforcement dans un essai, dans un contexte où d'autres essais sont renforcés, peut également servir comme un événement relativement aversif (Amsel, 1958).

Selon le modèle du contraste intra-essai (Clement et al., 2000), une préférence pour un stimulus qui suivait une absence de renforcement est attendue par rapport à un stimulus qui suivait la présence de renforcement. Afin de tester cette hypothèse, des pigeons étaient toujours entraînés à donner des coups de bec sur une clé centrale pour produire une paire de stimulus discriminatifs (Friedrich, Clement, & Zentall, 2005 ; voir la Figure 8, page suivante). Pour la moitié des essais, appuyer sur la clé de réponse était suivi par un accès à la nourriture pendant 2 sec, alors que pour l'autre moitié des essais, suivait directement la paire de stimulus positif et négatif sans présentation de nourriture entre deux. La présence ou l'absence de nourriture dans les liens initiaux était différenciellement signalée. En phase test, les auteurs ont observé que les pigeons préféraient, en moyenne, (66.7%, score moyen significativement significatif) pour le stimulus positif qui suivait une absence de nourriture en entraînement.

La section qui va suivre reporte l'effet de procédure pour produire un état de privation sur la valeur de la nourriture qui est présentée ensuite.

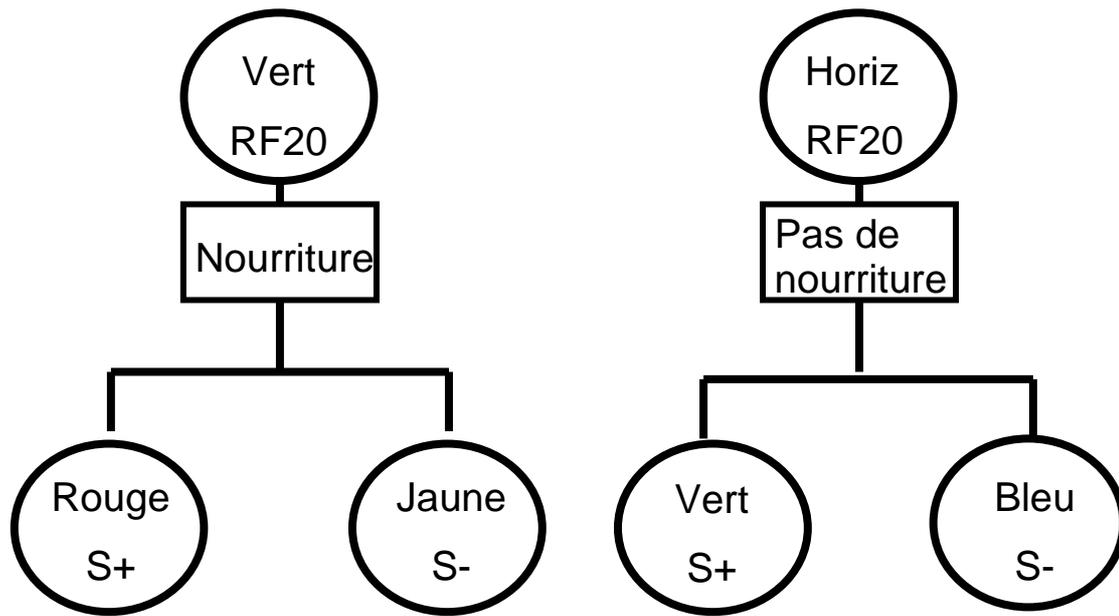


Figure 8. Séquence d'événements expérimentée par les pigeons durant les essais d'entraînement. La séquence d'événements est représentée par le groupe *signalé* où chaque événement initial était signalé par un stimulus distinct (traits verticaux pour la présence de nourriture et traits horizontaux pour l'absence de nourriture). Pour la moitié des sujets, les couleurs verte et bleue suivaient la présence de nourriture, tandis que pour l'autre moitié, les couleurs rouge et jaune suivaient l'absence de nourriture (d'après Friedrich, Clement, & Zentall, 2005).

Préférence pour un stimulus positif qui suivait un état de privation

Dans une variation de la procédure développée par Zentall et al. (Clement et al., 2000), Marsh, Schuck-Paim, & Kacelnik (2004) entraînaient des étourneaux européens à donner des coups de bec sur une clé allumée d'une couleur particulière (e.g., rouge) pour les essais où il étaient nourris au préalable. Et ils étaient entraînés à donner des coups de bec d'une autre couleur (e.g., vert) pour les essais où il n'étaient pas nourris au préalable. Dans les essais test, ils étaient parfois nourris avant ou non, et lorsque l'on présentait un choix entre la clé verte et la clé rouge, ils préféraient significativement la clé verte, soit la clé qui était associée en entraînement à l'absence de nourriture au préalable. De plus, cette préférence n'était pas affectée par le contexte en phase test (le fait qu'ils étaient nourris avant ou pas) (voir également Pompilio & Kacelnik, 2005 ; Pompilio, Kacelnik, & Behmer, 2006).

Ce qui différait par rapport à la procédure développée par Zentall et coll. était l'utilisation d'une tâche de discrimination successive et donc l'absence de choix entre deux stimulus pour accéder au renforcement. Cependant, cette préférence pour un stimulus suivant

un état de faim n'a pas toujours été retrouvé dans la littérature (Capaldi, & Myers, 1982 ; Capaldi et al., 1983). En effet, dans ces études, une odeur particulière était associée avec un état de forte privation, et une autre odeur avec un état de faible privation. En essais test, les deux odeurs étaient présentées, soit dans un contexte de forte privation, ou soit dans un contexte de faible privation. Les auteurs n'ont pas trouvé une préférence pour l'odeur associée à un contexte de forte privation, c'est même plutôt l'inverse qui a été trouvé.

La préférence observée dans ces études semblait plutôt dépendre du contexte de privation en test. Si les rats étaient en forte privation, durant le moment de test, ils choisissaient davantage l'odeur associée à l'état de forte privation, en entraînement, alors que si en phase test, ils étaient soumis à une faible privation, alors ils choisissaient davantage l'odeur associée à l'état de faible privation en entraînement. Il semblerait que l'odeur ressentie soit associée à l'état de privation expérimenté durant sa présentation en entraînement, et c'est cet indice contextuel (l'état de privation) qui déterminerait la réponse du participant en phase test.

Cependant, les effets semblent plus complexes à analyser, la préférence pour l'odeur semblerait dépendre de la solution qui a été associée, nutritive ou non (saccharine ou sucre). De plus, l'odeur associée à un contexte de faible privation était parfois présentée avec de la nourriture (Capaldi & Myers, 1982, Expérience 2), alors que la nourriture était présentée 10 minutes après la présentation de l'odeur associée à un état de forte privation. Dans le premier cas, l'odeur a pu être associée avec la présentation de la nourriture bien que le but soit justement d'éviter d'associer les odeurs avec la consommation de la nourriture, le but étant juste d'observer l'effet de la privation sur la préférence d'odeurs associées.

Je vais vous présenter maintenant des études avec une légère variation de la procédure générale vue jusque là. En effet, ce qui variait était la probabilité que l'événement ou réponse initial soit suivi de la paire de stimulus discriminatifs.

Préférence pour un stimulus positif qui suivait l'anticipation d'un plus grand nombre de réponses

La question posée, ici, est de savoir si le simple fait « d'anticiper » (selon Clement & Zentall, 2002) une situation demandant plus de réponses à fournir est suffisant pour servir d'événement aversif et obtenir un effet de préférence pour un stimulus qui suivait l'anticipation d'un plus grand nombre de réponses à émettre.

La réponse est donnée dans une étude un peu différente de ce qui a été vu jusqu'à présent (Clement & Zentall, 2002, Expérience 1). Pour un type d'essai d'entraînement, pour la moitié des essais, un stimulus initial distinct était présenté sur la clé centrale (e.g., lignes horizontales) et était suivi pour la moitié des essais d'un grand nombre de réponses à fournir (RF30) sur la clé centrale devenue blanche, et pour l'autre moitié des essais le stimulus initial était suivi d'une tâche de discrimination simultanée simple. Pour l'autre type d'essai d'entraînement, un autre stimulus initial distinct était présenté sur la clé centrale (e.g., lignes horizontales), et pour la moitié des essais, il était suivi d'un plus petit nombre de réponse à fournir (RF1) sur la clé centrale devenue blanche, alors que pour l'autre moitié des essais, il était suivi d'une autre paire de stimulus discriminatifs était présentée (voir la Figure 9, page suivante, pour une représentation schématique du plan de cette expérience). Un renforcement était délivré après chacune des séquences (sauf si les pigeons choisissaient les stimulus S- pour la tâche de discrimination simultanée).

Dans les essais test, lorsque les pigeons avaient le choix entre le stimulus S+, qui suivait en entraînement le stimulus initial annonçant pour la moitié des essais le programme RF1 (S_{+FR1}), et le stimulus S+ qui suivait en entraînement le stimulus initial annonçant pour la moitié des essais le programme RF30 (S_{+RF30}), les pigeons ont montré, en moyenne, une préférence (66%, préférence moyenne significativement significative) pour le S_{+RF30} . Ainsi, la présence d'un stimulus discriminatif (l'orientation des lignes) avec une valeur conditionnée différentielle et en l'absence d'un nombre de réponses différentiel comme réponse initiale, semble être suffisante pour produire une préférence pour le stimulus positif qui suit. Il n'y a pas besoin d'avoir un événement initial de valeur différentielle dans le même essai pour obtenir une valeur différentielle du stimulus qui suit; l'« anticipation » d'un événement aversif suffirait.

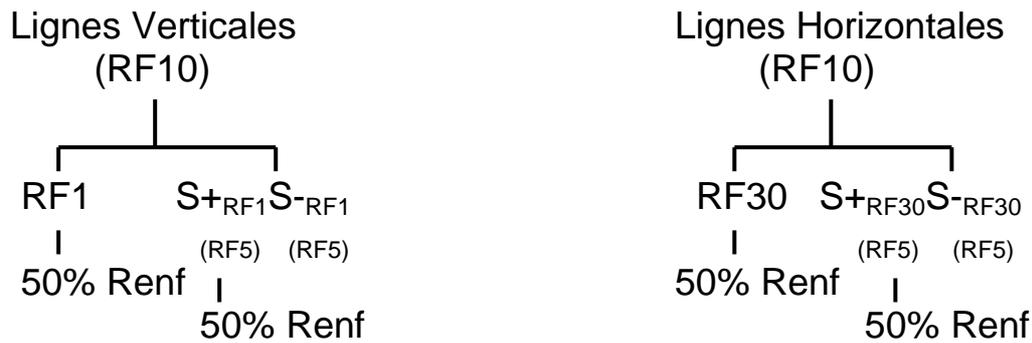


Figure 9. Séquence d'événements expérimentée par les pigeons durant les essais d'entraînement. Chaque composante était signalée par un stimulus distinct (lignes horizontales ou verticales). A gauche, pour la moitié des essais, les lignes verticales signalaient le programme RF1 suivi de renforcement tandis que pour l'autre moitié des essais une paire de stimulus discriminatifs dont 5 appuis sur le S₊ produisaient du renforcement dans 50% des cas. A droite, pour la moitié des essais, les lignes horizontales étaient suivies du programme RF30 et du renforcement tandis que pour l'autre moitié des essais les lignes horizontales étaient suivies d'une paire de stimulus discriminatifs dont 5 appuis sur le S₊ produisaient du renforcement dans 50% des cas. Les couleurs qui servaient de S₊ et de S₋ étaient contrebalancées entre les sujets, de telle sorte que chaque couleur serve autant de fois de S₊ que de S₋ (d'après Clement, & Zentall, 2002, Expérience 1).

Par ailleurs, selon Clement & Zentall (2002), cette étude rejette une explication alternative de la préférence pour les stimulus qui suivaient davantage de réponses à émettre. Cette hypothèse serait que, en produisant beaucoup de réponses, cela produirait un fort état d'activation qui faciliterait l'apprentissage des stimulus discriminatifs qui suivent. Ce fort état d'activation contrasterait avec le faible état d'activation lorsque les pigeons ont produit peu de réponses. Ce faible état d'activation ne faciliterait pas, bien sûr, l'apprentissage des stimulus discriminatifs (notamment le stimulus S₊) qui suivaient. Cette hypothèse ne peut être retenue car les pigeons étaient probablement dans le même état d'activation au moment de l'apparition des stimulus discriminatifs, puisqu'ils ont expérimenté les mêmes événements juste avant (ou absence d'événement initial). De plus, en entraînement, comme il a été dit précédemment, il n'a jamais été trouvé de différence de vitesse d'apprentissage des différentes paires de stimulus S₊ et S₋.

Préférence pour un stimulus positif qui suivait l'anticipation d'une absence de renforcement

Si l'« anticipation » d'un relativement grand nombre de réponses fonctionnerait comme un événement aversif conditionné, l'anticipation de l'absence de renforcement devrait fonctionner de la même manière. Utilisant la même procédure que précédemment pour

examiner l'anticipation du nombre de réponses à émettre comme événement aversif, les auteurs ont étudié l'effet de l'« anticipation » différentielle de la présence ou non de nourriture (Clement & Zentall, 2002, Expérience 2). Dans cette expérience, un type d'essai d'entraînement impliquait un stimulus initial distinct (e.g., lignes verticales) qui était suivi soit, dans la moitié des cas, par la présentation immédiate de nourriture ou dans l'autre moitié, par une paire de discrimination simultanée (S_{+Rf} S_{-Rf}). Pour l'autre type d'essai d'entraînement, un stimulus initial différent (e.g., lignes horizontales) était suivi soit, par l'absence de nourriture, dans la moitié des cas, ou la présentation d'une autre paire de stimulus S_{+} et S_{-} (S_{+NRf} S_{-NRf}), dans l'autre moitié (voir une représentation schématique du protocole d'expérience sur la Figure 10, page suivante).

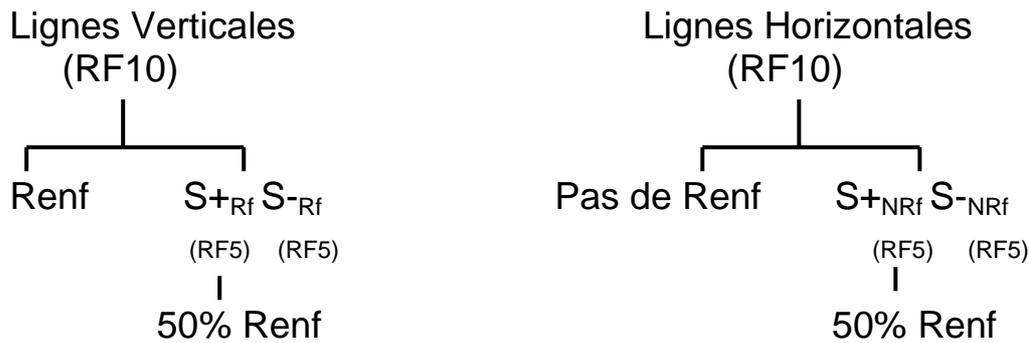


Figure 10. Séquence d'événements expérimentée par les pigeons durant les essais d'entraînement. Chaque composante était signalée par un stimulus distinct (lignes horizontales ou verticales). A gauche, pour la moitié des essais, les lignes verticales étaient suivies d'une absence de renforcement tandis que pour l'autre moitié des essais suivait une paire de stimulus S+ et S- dont 5 appuis sur le S+ produisaient du renforcement dans 50% des cas. A droite, pour la moitié des essais, les lignes horizontales étaient suivies de la présence de renforcement tandis que pour l'autre moitié des essais suivait une paire de stimulus discriminatifs dont 5 appuis sur le S+ produisaient du renforcement dans 50% des cas. Les couleurs qui servaient de S+ et de S- étaient contrebalancées entre les sujets, de telle sorte que chaque couleur serve autant de fois de S+ que de S- (d'après Clement & Zentall, 2002, Expérience 2).

Dans les essais test, en consistance avec la recherche précédente, lorsqu'on présentait le choix entre les deux stimulus S+, les pigeons ont préféré, en moyenne (67%, score moyen statistiquement significatif), le stimulus S+_{NRf}. Ainsi, selon Clement & Zentall (2002), l'« anticipation » de l'absence de renforcement pourrait également agir comme une situation relativement aversive et produire une préférence pour le stimulus positif qui suivait.

Je vais vous présenter maintenant une étude un peu similaire à celle-ci que nous avons conduite chez le pigeon.

Etude 3 : Préférence pour un stimulus positif associé à une présentation intermittente

METHODE

Le but de cette expérience était d'examiner si un autre exemple d'effet de préférence pour le S+ qui suivait un événement initial non préféré pouvait s'obtenir, en utilisant un type d'événement initial un peu différent. Ici, il s'agissait toujours de modifier, dans les essais d'entraînement, la probabilité que la paire de stimulus discriminatifs apparaisse après la réponse initiale. Chaque stimulus positif apparaissait après le même nombre de réponses à fournir, mais ce qui différait entre les essais était la probabilité d'apparition des stimulus discriminatifs après la réponse initiale. Chaque essai était également signalé par un stimulus

distinct. Pour un type d'essai, la paire de stimulus discriminatifs apparaissait toujours après la réponse initiale. Alors que pour l'autre type d'essai, la paire de stimulus discriminatifs n'apparaissait que dans la moitié des cas, et dans l'autre moitié des cas, un intervalle inter-essai était présenté (voir pour un schéma de cette expérience, Figure 11). Selon le modèle du contraste intra-essai, si les sujets préféraient l'alternative où le S+ était toujours présenté, alors on aurait dû observer en phase test, lorsque les deux stimulus positifs étaient présentés en situation de choix, une préférence pour le S+ qui a été présenté en entraînement dans la moitié des cas (i.e., préférence pour le stimulus vert, dans l'exemple donné ici). Il est à noter que chaque paire de stimulus discriminatifs a été présentée le même nombre de fois pour que la préférence en essais test ne soit pas déterminée par le nombre de présentations des stimulus positifs en entraînement (donc l'essai *présentation intermittente du S+* était présenté deux fois plus souvent que l'essai *présentation continue du S+*).

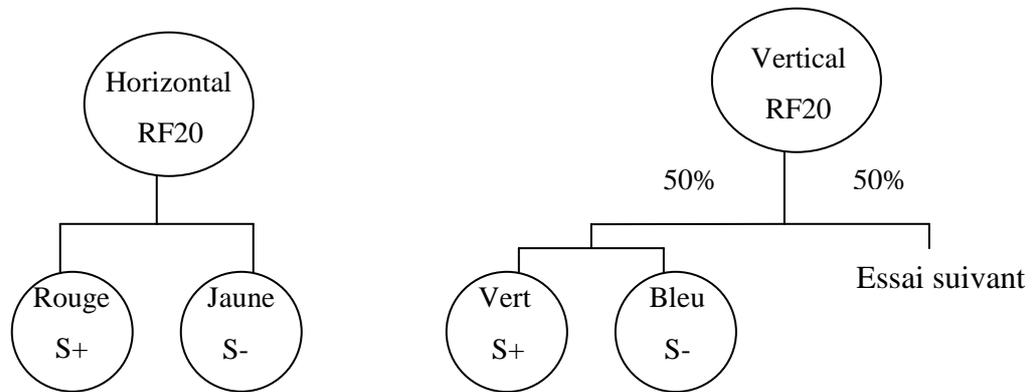


Figure 11. Séquence d'événements expérimentée par le pigeon dans chaque type d'essais en entraînement. Chaque type d'essai était signalé par un stimulus distinct (lignes horizontales ou verticales). Selon le type d'essai, 20 réponses étaient suivies soit, directement de la présentation des stimulus discriminatifs (panneau de gauche), ou soit, de la présentation, dans la moitié des cas, des stimulus discriminatifs, et dans l'autre moitié des cas de l'essai suivant (panneau de droite). Chaque appui sur les stimulus S+ était renforcé, et chaque appui sur les stimulus S- était suivi d'un intervalle de 5 sec. Pour la moitié des sujets, le stimulus de couleur rouge suivait le stimulus avec les lignes horizontales, tandis que pour l'autre moitié, il suivait le stimulus initial avec les lignes verticales.

Les *essais test* consistaient à la présentation simultanée, sur chaque côté (la position était contrebalancée chez chaque sujet, avec la contrainte que chaque stimulus apparaisse le même nombre de fois sur chacun des côtés), des deux stimulus positifs de la phase d'entraînement. Les stimulus étaient présentés directement, c'est-à-dire sans événement initial. Une session test comprenait des essais test mélangés avec des essais d'entraînement (48 essais

de chaque type). Chaque session test était présentée toutes les 10 sessions d'entraînement (pour lesquelles, seuls les essais d'entraînement étaient présentés). 4 sessions test étaient présentées, soit après 40 sessions d'entraînement. De cette façon, nous pouvions observer le développement de la préférence pour un stimulus positif en fonction du degré d'expérience des sujets avec les contingences mises en place (voir la section. *Degré d'expérience avec les essais d'entraînement*, page 47).

Il est à noter que cette expérience ressemblait à celle conduite par Kendall (1974) excepté le fait que cette étude s'intéressait seulement à la préférence au niveau des liens ou stimulus initiaux. Cette étude ressemblait également à celle de Clement & Zentall (2002, Expérience 2, voir page 39). Ici la différence était que pour un type d'essai, la paire de stimulus discriminatifs était toujours présentée après le stimulus initial.

Sujets

Les sujets étaient 8 pigeons carnaux blancs naïfs sur le plan expérimental, sauf 2 qui avaient déjà servi à d'autres expériences sur le contraste intra-essai. Les pigeons étaient maintenus à 85% de leur poids tout au long de l'expérience.

Appareillage

L'expérience a été conduite dans une chambre de test standard (BRS / LVE, Laurel, MD) qui mesurait 33 cm de hauteur, 35 cm du panneau de réponse au mur. Le panneau de réponse contenait trois clés de réponse alignées horizontalement (3.0 cm de largeur, 2.5 cm de hauteur, et 0.8 cm de côté). Un projecteur (Industrial Electronics Engineering, Model 10, Van Nuys, CA), qui était soutenu derrière chaque clé de réponse, pouvait illuminer chaque clé de côté de traits verticaux et horizontaux noirs sur un fond blanc (également pour la clé du centre) et de teintes rouge, jaune, bleu, et vert. L'accès à la présentation de graines mixtes (Purina Pro Grains) était permise par une ouverture au centre (5.2 * 5.8 cm). Le renforcement consistait à soulever la mangeoire illuminée durant 1.5 secondes. Une lumière suspendue au milieu de la boîte éclairait la chambre durant l'intervalle inter-essai (ITI). Tous les événements dans la chambre étaient contrôlés par un ordinateur situé dans une pièce à côté.

Résultats et discussion

Au niveau des résultats, sur les 8 pigeons testés, aucun ne présentait une préférence pour le S+ qui a été présenté de manière intermittente en entraînement, 7 montraient un biais

de réponse (répondaient systématiquement sur un côté particulier), alors que pour un sujet, une préférence pour le S+ opposé était observée (69.2%).

On pourrait expliquer cet effet par une indifférence des sujets entre les deux événements initiaux. Dans une phase suivante, qui visait à s'assurer que les sujets préféraient bien l'alternative où les stimulus discriminatifs étaient présentés dans tous les cas (i.e., possibilité d'être renforcé par de la nourriture à tous les essais), des essais test étaient présentés pour lesquels les deux stimulus initiaux apparaissaient simultanément sur chaque côté (la position était contrebalancée chez chaque sujet) et on enregistrait le pourcentage de choix du stimulus initial associé à la présentation intermittente des stimulus discriminatifs. Les essais test étaient mélangés avec des essais d'entraînement, comme précédemment décrit (48 essais de chaque). Afin d'habituer le sujet à répondre pour le stimulus initial sur les clés de côté pour les essais test, en essais d'entraînement, les stimulus initiaux apparaissaient maintenant sur un des deux côtés (autant à droite qu'à gauche pour chaque sujet).

Au niveau des résultats, il a été observé que les sujets préféraient, en moyenne, sur les cinq dernières sessions, l'alternative associée à la présentation continue du S+. Le pourcentage de choix moyen (sur l'ensemble des sujets) de l'alternative associée à la présentation intermittente des stimulus discriminatifs était de 18.3% (SEM = 2.3). Un test t à un seul échantillon a été conduit sur le choix global de l'alternative *présentation intermittente du S+*. L'analyse montre que le choix de cette alternative était significativement inférieure à la chance, $t(7) = -7.41, p < 0.01$.

Ainsi, bien que selon d'autres études, on aurait pu s'attendre à une préférence pour l'alternative qui était renforcée de manière intermittente (Kendall, 1974), les résultats ont montré qu'ici ce n'était pas le cas. Les pigeons ont montré, en moyenne, une préférence assez nette pour l'alternative qui était renforcée à tous les essais. Ainsi, l'absence de préférence pour le S+ associée à cette alternative ne peut être expliquée par l'indifférence entre les deux stimulus initiaux en situation de choix.

Peut-être, pouvons-nous expliquer l'absence d'effet de préférence pour le S+ qui suivait l'événement le plus aversif par une trop faible différence de valeur entre les deux événements initiaux (bien que la préférence pour l'alternative qui était renforcée en continu soit assez importante). Alors, pour observer un effet de préférence pour le stimulus positif qui suivait le programme non préféré, il serait nécessaire de diminuer la probabilité d'apparition des stimulus discriminatifs pour l'alternative *présentation intermittente du S+*.

Conditions nécessaires pour obtenir du contraste intra-essai

Un certain nombre de tentatives pour répliquer l'effet original découvert par Clement et al. (2000) se sont révélées infructueuses (Zentall & Singer, 2007). Les facteurs responsables de ces échecs sont présentés, ici, ainsi que, par conséquence, les conditions nécessaires pour obtenir un effet de préférence pour le stimulus positif qui suivait la réponse ou l'événement le plus aversif.

Signal des événements initiaux

Dans des études (DiGian et al., 2004, condition délai non signalé ; Friedrich et al., 2005, condition absence de renforcement non signalé ; voir aussi O'Daly, Meyer, & Fantino, 2005) lorsque les événements initiaux n'étaient pas signalés différenciellement, une absence de préférence pour le stimulus discriminatif qui suivait l'événement le plus aversif était observée. Par contre, lorsque chaque réponse ou événement initial était précédé d'un stimulus distinct, alors une préférence pour le stimulus S+ qui suivait l'événement aversif était observée schéma du haut.

Pourtant avec l'utilisation, comme réponse initiale, de la taille d'un programme à ratio (RF20 ou RF1), il n'y a jamais eu de signal différentiel de la réponse initiale à émettre par un stimulus externe. Cependant, selon Wasserman, & Zentall (2006), le pigeon pourrait « anticiper », après avoir émis la première réponse et que les stimulus discriminatifs ne sont pas présentés, qu'il se trouve dans un programme RF20.

Il serait alors important pour le pigeon d'anticiper l'événement aversif qui suit pour obtenir un effet de contraste intra-essai, certainement parce que cela ajoute au caractère aversif de l'événement initial.

Degré de difficulté requise

Dans une étude conduite dans un labyrinthe en Y (Armus, 1999), les rats étaient entraînés soit, à courir sur une surface pentue (i.e., que l'on nommera *réponse difficile*) pour atteindre une boîte de couleur (e.g., blanche) qui contenait de la nourriture, ou soit, à courir sur une surface plane (i.e., que l'on nommera *réponse facile*) pour atteindre une boîte de couleur différente (e.g., noire) associée à la même nourriture que pour l'autre boîte. En phase test, les deux boîtes étaient présentées en situation de choix, toujours dans le labyrinthe. Les

rats avaient le choix entre les deux boîtes, qui ne présentaient plus de nourriture, cette fois. Les résultats n'indiquaient aucune préférence significative pour une des deux boîtes.

L'explication que l'on peut donner, serait que, outre que les rats montraient un biais de préférence pour la boîte noire (ce qui a pu masquer un possible effet de préférence pour la boîte associée à la *réponse difficile*), le degré de difficulté n'était peut être pas assez important pour observer une préférence nette pour la boîte qui suivait la *réponse difficile* (Zentall & Singer, 2007). En effet, étant donné la spontanéité observée des rats à travailler pour accéder à une roue, la manipulation, ici, n'a pas due produire une expérience assez aversive pour le rat.

Expérience de choix

Dans une étude préliminaire (reporté par Zentall & Singer, 2007), lorsque les pigeons n'ont pas été entraînés à choisir avant la phase test, grâce aux tâches de discrimination simultanée, les pigeons montraient alors de forts biais de position et se montraient indifférents aux stimulus discriminatifs qui étaient précédés d'un nombre différentiel de coups de bec à émettre. La raison invoquée de l'absence d'effet observée serait l'absence d'expérience de choix des pigeons avant la phase de test. Les auteurs expliquaient ces résultats par le fait qu'en l'absence d'entraînement de choix entre des stimulus, il apparaissait que les sujets répondaient sur le premier stimulus qu'ils voyaient, et que les entraîner à des tâches de discriminations simultanées les empêchaient de répondre de manière aussi impulsive lors des essais test.

C'est probablement pour cette raison également que dans une autre étude (Armus, 2001), aucun effet de préférence pour des boulettes de nourriture parfumées qui suivaient une plus grande force d'appui sur un levier n'a été retrouvé.

Histoire de renforcement du sujet

Une autre variable qui semble avoir un effet sur l'apparition ou non d'une préférence pour le S+ qui suivait la réponse la plus aversive serait l'histoire des sujets avec les programmes de renforcement. Une étude (Singer, Miller, & Zentall, en cours) semble montrer que le fait d'entraîner, au préalable, de manière intensive le sujet à répondre au programme de renforcement relativement pauvre, qui va être utilisé ensuite comme réponse initiale la plus aversive en phase d'entraînement de la procédure développée par Clement et al. (2000) (i.e., programme RF20), diminue l'effet de préférence, en essais test, pour le S+ qui suivait, en entraînement, le programme RF20. Ces résultats pourraient expliquer la non répliation de

l'effet de préférence pour le S+ qui suivait l'événement le plus aversif par Arantes & Grace (2008). En effet, dans cette étude, les sujets avaient un histoire intensive avec des programme à intervalles variables relativement longs (procédure à opérant libre). Ainsi, ils étaient placés dans des programmes de renforcement relativement pauvres par rapport aux pigeons venant du laboratoire de Zentall (procédure à essais discrets).

Degré d'expérience avec les essais d'entraînement

Pour que se développe un effet de préférence pour le stimulus positif qui suivait la réponse ou l'événement le plus aversif, un grand nombre de sessions d'entraînement sont nécessaires. En effet, une étude a montré que, chez le pigeon, 60 sessions de sur-entraînement (c'est-à-dire sessions en plus de celles nécessaires pour que le pigeon discrimine les S+) étaient nécessaires pour obtenir un effet de préférence statistiquement significatif (Friedrich & Zentall, 2004).

Dans une étude plus récente, les pigeons étaient testés à différents moments de l'expérience. En effet, ils étaient testés tout de suite après l'acquisition des discriminations simultanées, et ensuite après 10, 20, et 30 sessions de sur-entraînement supplémentaires (Singer et al., 2007). Les résultats montraient que 30 sessions de sur-entraînement étaient nécessaires pour obtenir un effet de préférence statistiquement significatif.

Il est postulé selon le modèle de Zentall (Clement et al., 2000), que la préférence, pour le stimulus positif qui suivait la réponse ou l'événement le plus aversif, dépende du développement de l'association entre l'événement ou la réponse initial et le stimulus positif qui suit.

Malheureusement, dans la procédure standard développée par Clement et al. (2000), il n'y avait aucun moyen de vérifier le développement d'une association entre la réponse ou l'événement initial et le stimulus positif qui suit. Le nombre de sessions, nécessaires pour que cette association s'établisse, est variable selon les études, et il est difficile de trouver un nombre de sessions minimal. Le manque de sessions pour que ce type d'association puisse s'établir est souvent l'argument avancé, comme pour l'étude de Vasconcelos et al. (2007), pour expliquer la non répliation de l'effet de préférence pour le S+ qui suivait le nombre de réponses à émettre le plus important (Zentall & Singer, 2007 ; Zentall, 2008).

Il serait alors intéressant de développer une procédure qui permette de s'assurer du développement de cette association avant de présenter les essais test de choix entre les deux

stimulus positifs. C'est ce que nous avons fait dans l'expérience qui va suivre, chez l'humain et le pigeon.

Etude 4 et 5 : Nouvelle procédure s'assurant de l'association entre la réponse ou l'événement initial et le S+ qui suit

Une nouvelle étude (chez l'humain et ensuite chez le pigeon) a été développée afin de s'assurer de l'association entre la réponse ou l'événement initial et le S+ qui suivait. La procédure classique pour étudier le contraste intra-essai était toujours utilisée (i.e., appelée Phase 2). Mais dans une phase initiale (i.e., appelée Phase 1), en utilisant toujours la même procédure et les mêmes réponses initiales que celles utilisées en Phase 2, les stimulus discriminatifs présentés ensuite étaient les futurs stimulus positifs de la Phase 2 (voir pour un schéma de la procédure employée en Phase 1, chez le pigeon, en Figure 12, page suivante). Un appui sur chacun de ces stimulus était renforcé en fonction de la réponse particulière émise avant (par exemple, suivant la Figure 12, un appui sur le stimulus vert était renforcé après un programme RF25, alors qu'un appui sur le stimulus rouge était renforcé après un programme RF1 initial).

Lorsque, en Phase 1, les sujets avaient atteint le critère d'acquisition à la tâche de discrimination simultanée, un test de préférence entre les deux stimulus était présenté directement sans réponse initiale, cette fois. Ensuite, la procédure classique, pour étudier le contraste intra-essai, était introduite (voir un schéma de la procédure employée en Phase 2, chez le pigeon, en Figure 13, page suivante). Ainsi, juste après la Phase 1, lorsqu'en situation de choix, les deux stimulus positifs étaient présentés, une préférence pour celui qui était renforcé après le RF25 devait déjà émerger. Cette expérience a été conduite chez l'humain et chez le pigeon. Nous présenterons d'abord les données obtenues chez l'humain et ensuite chez le pigeon.

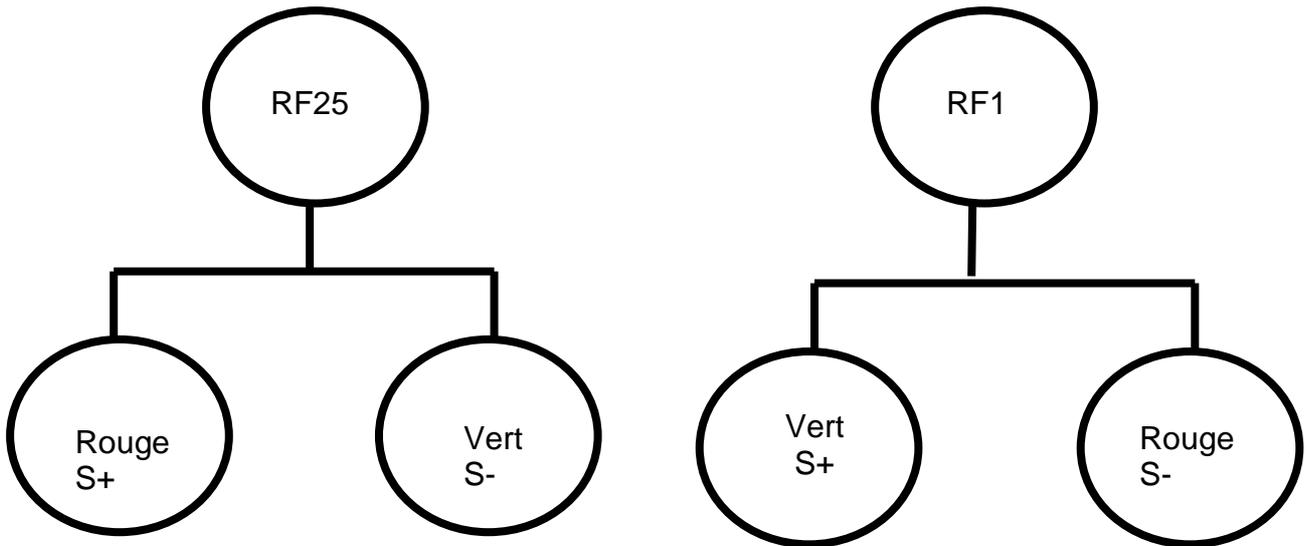


Figure 12. Séquence d'événements expérimentée par le pigeon durant les essais d'entraînements de la Phase 1. Soit 1 ou 25 réponses sur une clé centrale illuminée blanche étaient demandées, et ensuite la même paire de stimulus discriminatifs était présentée, mais selon le nombre de réponses initial à émettre, le stimulus qui signalait le renforcement était différent (i.e., rouge suivant le RF25, et vert suivant le RF1). Pour la moitié des sujets, le stimulus rouge était renforcé suivant le programme RF25, tandis que pour l'autre moitié, c'était le stimulus vert qui était renforcé suivant le programme RF25.

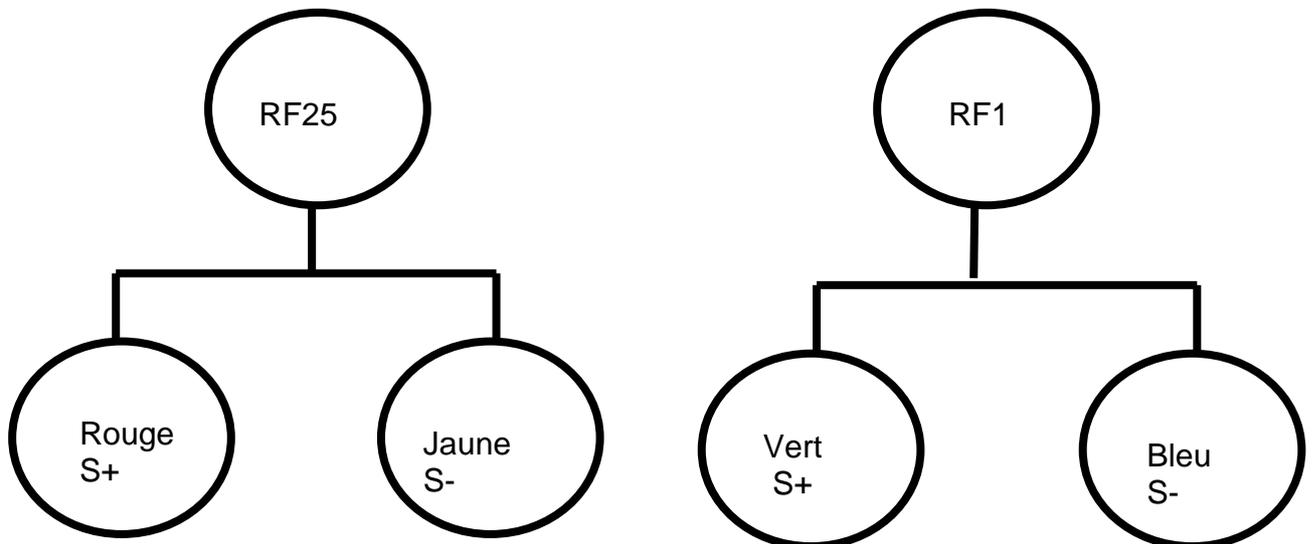


Figure 13. Séquence d'événements expérimentée par le pigeon durant les essais d'entraînements de la Phase 2. La même séquence que celle présentée en Phase 1 était installée mais les stimulus servant de S- étaient représentés par de nouvelles couleurs (i.e., jaune et bleu) pour chaque paire de stimulus discriminatifs.

METHODE

Participants

Les participants étaient 30 étudiants en Psychologie (4 hommes et 26 femmes) de la première à la quatrième année. Tous étaient volontaires et ont été recrutés à l'Université de Lille 3. La plupart des participants recrutés étaient des femmes car il a été montré qu'elles préféraient toutes la réponse de faible pression courte (voir Etude 2, page 26).

Appareillage

Une cellule de force Novatech Mini40 ATi (Tatem Industrial Automation Ltd, Derby, UK) a servi comme manipulandum et mesure de la force. Tous les participants ont été entraînés et testés avec un programme créé sur Labview 8.0 (National Instruments Corporation, Austin, Texas) présenté sur un ordinateur fixe. Le renforcement consistait à présenter un message à l'écran « correct ».

Procédure

Phase 1 : l'objectif de la Phase 1 était d'établir et de vérifier l'association entre une réponse initiale et le stimulus positif qui suivait. Tout d'abord, un test de force était présenté, où il était demandé aux participants d'appuyer le plus fort possible sur la cellule de force pendant 5 secondes. La moitié de la force moyenne obtenue était utilisée comme seuil minimum de force requise pour la réponse de forte pression. La réponse de faible pression consistait à appuyer faiblement sur la cellule (« tu dois juste poser le doigt sur la cellule » était donnée comme consigne).

Ensuite, une tâche de discrimination simultanée était présentée dans laquelle répondre sur la cellule de force faiblement pendant 1 seconde ou fortement pendant 5 secondes, étaient utilisées comme réponses initiales. Les stimulus discriminatifs utilisés étaient les deux stimulus qui allaient servir de S+ dans la phase suivante (i.e., les stimulus étaient des formes arbitraires déjà utilisées en Etude 2, voir page 30). Chaque réponse était signalée, en haut et au milieu de l'écran, par un rectangle de couleur distincte (i.e., bleu pour la réponse de faible pression courte, et rouge pour la réponse de forte pression longue) pour lequel il était demandé aux participants de cliquer dessus une fois avant de répondre sur la cellule de force. Ils étaient également informés de la correspondance entre la couleur du rectangle et la réponse à émettre. Une contrainte temporelle était imposée pour tous les essais, dans toutes les phases, et pour chaque participant. Il leur était demandé de répondre rapidement après avoir cliquer

sur le rectangle (pour ce faire, les participants utilisaient la main dominante pour répondre sur la cellule de force, et la main non dominante pour répondre avec la souris). Pour chaque essai, les participants avaient 2 secondes pour répondre lorsque la réponse demandée était de faible pression, et 6 secondes lorsque la réponse demandée était de forte pression.

Ensuite, les deux stimulus discriminatifs apparaissaient sur chaque côté et en bas de l'écran uniquement lorsque les participants avaient appuyé assez fort durant les 5 secondes, dans le cas où la réponse demandée était de forte pression longue. Si la réponse exigée était émise, les participants devaient choisir la figure qui était suivie du message « correct » apparaissant sur l'écran (la réponse sur l'autre figure était suivi d'un message « faux » apparaissant sur l'écran). Si les participants n'avaient pas atteint le critère de force moyenne durant le temps de la réponse, le rectangle rouge réapparaissait, puis après avoir cliqué dessus il leur était demandé de répondre à nouveau sur la cellule de force.

Les deux types d'essai alternaient de façon aléatoire avec la contrainte que sur un bloc de 4 essais, chacun d'entre eux apparaissait aussi souvent. Chaque stimulus discriminatif apparaissait aléatoirement aussi souvent à droite qu'à gauche. L'entraînement continuait jusqu'à ce que les participants atteignent un critère de 16 choix corrects consécutifs (i.e., approximativement 8 choix corrects pour chaque paire de stimulus discriminatifs). La forme du stimulus positif, qui suivait la réponse la plus aversive (i.e., réponse de forte pression longue, selon les résultats de l'Etude 2, voir page 31), était contrebalancée entre les sujets.

Lorsque le critère était atteint, un bloc de 4 essais test était présenté. Les essais test consistaient à présenter directement, sans aucune réponse initiale, les deux stimulus discriminatifs. Les participants devaient choisir selon la consigne suivante : « la figure qui vous a fait le plus plaisir en apparaissant ». Leur choix n'était suivi d'aucune conséquence et il leur était indiqué initialement qu'il n'y avait plus de « bons » ou de « mauvais » choix. Dans un bloc de 4 essais, chaque stimulus discriminatif apparaissait aléatoirement aussi souvent à droite qu'à gauche. Un intervalle inter-essai de 1 seconde était présenté. Le pourcentage de choix du S+, qui suivait en entraînement la réponse de forte pression longue, était mesuré.

Phase 2 : la Phase 2 était présentée immédiatement après la fin du bloc d'essais test. L'objectif de cette phase était de mettre en place la procédure classique pour étudier le contraste intra-essai. La procédure était similaire à celle utilisée en Phase 1, à savoir que deux types d'essai alternaient avec initialement pour un type d'essai, une réponse de faible pression courte à émettre, et pour l'autre type, une réponse de forte pression longue à émettre. De plus, les mêmes figures servant de S+ étaient utilisées aussi bien dans l'essai avec la réponse

préférée que dans celui avec la réponse non préférée. Mais la différence était la présentation d'une nouvelle figure servant de S- pour chaque type d'essai (les figures utilisées étaient les mêmes que celles déjà utilisées en Etude 2). Les participants étaient également informés que les stimulus discriminatifs présentés changeaient quelque peu, mais que la correspondance entre la couleur du rectangle et la réponse à émettre restait identique. L'entraînement continuait jusqu'à ce que les participants aient atteint un critère de 8 choix corrects consécutifs pour les S+ en tâche de discrimination simultanée (i.e., approximativement 4 choix corrects pour chaque discrimination).

Après que le critère ait été atteint, 4 cycles composés de 4 essais test (comme décrit en Phase 1) et de 8 essais d'entraînement étaient présentés.

Résultats

Sur l'ensemble des essais test, présentant en situation de choix les deux stimulus positifs de l'entraînement en Phase 2, les participants ne montraient, en général, aucune préférence pour le S+ qui suivait la réponse de forte pression longue (48.17%). Mais il existait une forte variabilité inter-individuelle ($SEM = 6.85$). Un test t à un seul échantillon a été effectué sur le choix global des stimulus positifs en essais test. L'analyse indiquait que le choix du S+ qui suivait l'événement jugé le plus aversif (i.e., réponse de forte pression longue) n'était pas différent de la chance, $t(29) = -0.2676$, $p = 0.79$, indiquant qu'aucun S+ n'était préféré à l'autre.

Concernant la préférence pour le S+ qui suivait la réponse de forte pression longue pour le premier bloc de 4 essais (i.e., juste avant la mise en place de la procédure classique pour produire du contraste intra-essai), les participants ne montraient, en moyenne, aucune préférence non plus pour le stimulus positif qui suivait la réponse la plus aversive (44.17%, $SEM = 7.92$). Un test t à un seul échantillon a été effectué sur le choix global des stimulus positifs en essais test. L'analyse indiquait que le choix du S+ qui suivait l'événement jugé le plus aversif (i.e., réponse de forte pression longue) n'était pas différent de la chance, $t(29) = -0.74$, $p = 0.47$, indiquant qu'aucun S+ n'était préféré à l'autre.

Discussion

L'objectif de cette expérience était de développer une nouvelle procédure qui permette de développer et d'évaluer l'association entre un événement initial et le S+ qui suivait. Le modèle du contraste intra-essai (voir la section page 10) postule que l'observation de l'effet de préférence pour le S+ qui suivait la réponse ou l'événement le plus aversif dépendrait du

développement de l'association entre cet événement initial et le S+ qui suivait. Ici, cette association s'établissait, en Phase 1, lorsque les participants choisissaient correctement un stimulus discriminatif positif en fonction du type de réponse initiale. Le premier bloc d'essais test qui suivait aurait déjà permis d'observer l'émergence d'une préférence pour le S+ qui suivait la réponse de forte pression longue. Mais ce n'est pas ce qui a été observé ici. Par la suite, lorsque la procédure classique pour étudier le contraste intra-essai était introduite, étonnamment, aucune préférence pour le S+ qui suivait la réponse jugée la plus aversive ne s'est développée.

Ainsi, l'efficacité de cette procédure n'a pu être testée, ni la validation de l'hypothèse selon laquelle, l'association entre l'événement initial et le S+ qui suivait est une condition nécessaire et suffisante à l'effet de préférence pour le S+ qui suivait la réponse la plus aversive.

Les raisons que nous pourrions avancer afin d'expliquer cette absence d'effet seraient que, tout d'abord, la différence de valeur entre les deux réponses initiales n'était pas assez grande pour que le changement positif de valeur entre le S+ et la réponse qui a précédé soit suffisamment plus important pour le S+ qui suivait la réponse de forte pression longue (voir la section modèle du contraste intra-essai, page 10). Mais, les réponses demandées étaient les mêmes que celles demandées en Etude 2, et nous avons observé un effet de préférence pour le S+ qui suivait en entraînement la réponse la plus aversive.

Une autre raison possible venait des commentaires des sujets après l'expérience. En effet, ils évoquaient souvent qu'appuyer fortement sur la cellule était douloureux pour eux. Ainsi, à la fin de la réponse, lorsque les stimulus discriminatifs apparaissaient, la présentation du S+ pouvait être associée à la douleur ressentie. Selon cette hypothèse, on aurait pu observer une inversion de la préférence prédite par le modèle du contraste intra-essai, mais ce n'est pas ce que nous avons constaté. De plus, la force exigée et le manipulandum était le même que lors de l'Etude 2, et les participants reportaient déjà la douleur endurée lorsqu'ils appuyaient fortement. Cette explication ne peut alors être retenue comme plausible.

Une dernière explication serait que, dans cette expérience, les participants auraient appris à verbaliser, de manière privée, la relation entre le S+ et la réponse qui a précédé. Par un effet d'attente de l'expérimentateur, certains auraient alors choisi le stimulus associé à la réponse de faible pression plutôt que de répondre spontanément. Mais nous allons voir que nous avons obtenu aussi les mêmes résultats chez le pigeon (quoique dans une procédure quelque peu différente).

En tous les cas, ces résultats ne sont pas clairs et nécessitent de futures investigations pour isoler les facteurs produisant un effet de préférence pour les stimulus positifs qui suivaient des événements relativement aversifs.

Nous allons présenter maintenant les données obtenues chez le pigeon.

METHODE

Participants

Les sujets étaient 8 pigeons carnaux blancs qui ont servi à d'autres expériences de discrimination simultanée. Les pigeons étaient maintenus à 85% de leur poids tout au long de l'expérience.

Appareillage

L'expérience a été conduite dans une chambre de test standard (BRS / LVE, Laurel, MD) qui mesurait 33 cm de hauteur, 35 cm du panneau de réponse au mur. Le panneau de réponse contenait trois clés de réponse alignées horizontalement (3.0 cm de largeur, 2.5 cm de hauteur, et 0.8 cm de côté). Un projecteur (Industrial Electronics Engineering, Model 10, Van Nuys, CA) qui était soutenu derrière chaque clé de réponse pouvait illuminer chaque clé de côté de teintes rouge, jaune, bleu, et vert, et de teintes blanches pour la clé du centre. L'accès à la présentation de graines mixtes (Purina Pro Grains) était permise par une ouverture au centre (5.2 * 5.8 cm). Le renforcement consistait à soulever la mangeoire illuminée durant 1.5 secondes. Une lumière suspendue au milieu de la boîte éclairait la chambre durant l'intervalle inter-essai (ITI). Tous les événements dans la chambre étaient contrôlés par un ordinateur situé dans une pièce à côté.

Procédure

Phase 1 : l'objectif de la Phase 1 était d'établir et de vérifier l'association entre une réponse initiale et le stimulus positif qui suivait. Le programme présenté ressemblait à un programme en chaînes. Il y avait deux types d'essais présentés qui différaient sur le nombre de réponses demandées en lien initial et le stimulus renforcé en lien terminal (voir la Figure 12, pour une représentation schématique de la procédure employée pour cette phase).

Pour un type d'essai, 25 réponses sur la clé centrale illuminée blanche étaient exigées avant l'apparition simultanée de deux stimulus de couleur (e.g., rouge et vert) sur les clés de côté, dont l'appui sur le stimulus rouge était renforcé et l'appui sur le stimulus vert était suivi

d'un intervalle inter-essai de 5 secondes (le stimulus qui était renforcé après les 25 réponses données était contrebalancé entre les sujets). Pour l'autre type d'essai, une seule réponse était demandée sur la clé centrale, illuminée blanche également qui était suivie de la présentation simultanée des deux mêmes stimulus dont l'appui sur le stimulus vert était renforcé et l'appui sur le stimulus rouge était suivi d'un intervalle inter-essai de 5 secondes. Lorsque les sujets choisissaient le stimulus renforcé en lien terminal dans 90% des essais pendant 3 sessions consécutives, la Phase 2 était présentée. Une session comprenait 96 essais (i.e., 48 essais de chaque type d'essai présentés de manière aléatoire). La position des stimulus en lien terminal était également présentée de manière aléatoire. 15 sessions ont été conduites.

Phase de bissection : l'objectif de cette phase était de déterminer le point de bissection (i.e., valeur pour laquelle les sujets choisissaient autant le stimulus renforcé qui suivait le programme RF1 que celui qui suivait le programme RF25) entre le programme RF1 et le programme RF25 utilisé en Phase 1. Concrètement, plusieurs valeurs, entre 1 et 25 réponses à émettre sur la clé centrale en lien initial, étaient sélectionnées (i.e., 2, 3, 4, 5, 7, 10, 14, et 19, selon une progression géométrique). Ensuite les deux stimulus présentés en lien terminal dans la Phase 1 étaient de nouveau présentés en situation de choix. La réponse sur l'un ou l'autre stimulus était renforcée de manière aléatoire. La position des stimulus était présentée de manière aléatoire. Ces essais étaient mélangés avec des essais d'entraînement similaires à ceux présentés en Phase 1. 96 essais étaient présentés par session, la moitié impliquait des essais d'entraînement et l'autre moitié impliquait des essais test pour déterminer le point de bissection (i.e., 6 essais pour chaque valeur). La mesure était, pour les essais test, la valeur du programme RF pour laquelle les pigeons se montraient indifférents au choix qui suivait entre les deux stimulus. 16 sessions étaient conduites.

Phase 2 : cette phase mettait en place la procédure classique pour étudier le contraste intra-essai. Les mêmes figures servant de S+ étaient utilisées aussi bien dans l'essai avec la réponse préférée que dans celui avec la réponse non préférée (voir la Figure 13, pour une représentation schématique de la procédure employée pour cette phase). 96 essais étaient présentés avec 88 essais d'entraînement et 8 essais test. 15 sessions ont été conduites.

Résultats et discussion

Les résultats ont montré que les pigeons ont préféré en Phase 2, en moyenne, le stimulus positif qui suivait le programme RF1 (choix du S_{+RF25} : 43.67%). Nous n'avons alors pas pu répliquer les résultats de Clement et al. (2000).

Le problème est, qu'en Phase 2 après calcul du point de bissection (avec en ordonnées, la proportion de choix pour le S+ qui suivait le programme RF25) qui était utilisé ensuite comme réponse initiale en essais test, le point de bissection aurait pu inclure le biais produit par le contraste, à savoir l'effet de préférence pour le stimulus positif qui suivait le programme RF25. Autrement dit, les sujets auraient dû avoir tendance à choisir le S+ qui suivait le programme RF25, même si le nombre de coups de becs qui avait précédé était plus proche de 1 que de 25.

En effet, le point de bissection calculé était en moyenne en-dessous de 13 coups de bec, point de bissection qui était prédit si on se basait sur une moyenne arithmétique. Ainsi en phase test, puisque le nombre de coups de bec requis correspondait au point de bissection calculé auparavant, il était normal de trouver une absence de préférence pour le S+ qui suivait le programme RF25. Il faudrait dans ce cas trouver le point de bissection en l'absence de ce biais de préférence pour le S+ qui suivait la réponse la plus aversive afin de pouvoir tester l'efficacité de cette procédure.

Une autre étude sur l'estimation temporelle d'un exemplaire en situation de « matching to sample » semble soutenir cette idée (Zentall, & Singer, 2008). Dans cette étude, les sujets étaient entraînés à discriminer entre un stimulus de courte durée (2 sec) et un stimulus de longue durée (10 sec). Les pigeons devaient appuyer sur le stimulus quand il était d'une certaine couleur et ne plus appuyer quand il était d'une autre couleur. Des essais test avec des durées intermédiaires comme stimulus initial étaient présentées, et un point de bissection était calculé (i.e., 50% de choix du stimulus de courte et de longue durée). Le point de bissection calculé (avec la proportion de réponse pour le S+ associé au stimulus de longue durée représenté en ordonnées) était, en moyenne, en-dessous de la moyenne géométrique, non seulement pour le groupe contrôle, mais aussi pour le groupe expérimental (selon une analyse sur les données faites par les auteurs après publication).

Une possible interprétation de ces résultats, en accord avec les résultats obtenus ici, serait que le stimulus de comparaison qui était renforcé, lorsque le stimulus de longue durée précédait, était associé à un contraste positif (du fait que l'attente était relativement aversif pour le sujet). Ainsi, ce stimulus positif avait plus de valeur que celui qui suivait le stimulus de courte durée. Alors, un biais de préférence vers le stimulus associé au stimulus de longue durée pouvait se manifester par un point de bissection inférieur à celui normalement attendu (selon la moyenne géométrique).

Malheureusement, ici dans cette expérience, le point de bissection calculé n'était pas en-dessous de la moyenne géométrique (bien que, comme noté au-dessus, tout de même

inférieur à la moyenne arithmétique), en fait il était au-dessus. Nous n'avons pas d'explication à donner à cela.

En tous les cas, ceci n'explique pas l'absence de préférence pour le S+ qui suivait le programme RF25 à la fin de la Phase 1. En effet, l'entraînement à l'association entre l'événement initial et le stimulus positif qui suivait aurait déjà dû voir émerger une préférence pour le S+ qui suivait la réponse la plus aversive. Or ce n'est pas ce que nous avons observé. Une raison possible à cela serait que l'absence de réponse en essais test ressemblait davantage à une seule réponse initiale à fournir en essais d'entraînement. Il y aurait alors une généralisation de leur réponse vers le S+ qui suivait le programme RF1. Cette hypothèse doit être testée expérimentalement. Malheureusement comme pour les humains, cette expérience a été un échec.

Je vais vous présenter maintenant les hypothèses alternatives qui pourraient expliquer aussi l'effet de préférence pour un stimulus qui suivait une réponse ou un événement non préféré.

Hypothèses alternatives pour expliquer l'effet de préférence pour un stimulus positif qui suivait une réponse ou un événement relativement plus aversif

Théorie de la réduction relative du délai

Il existe une explication alternative à l'hypothèse du contraste. Cette hypothèse est celle de la réduction du délai (Fantino, 1969 ; Fantino & Abarca, 1985). Cette théorie propose qu'un stimulus qui prédit l'arrivée d'un agent renforçateur plus tôt en sa présence qu'en son absence devienne un agent renforçateur conditionné. De même, un stimulus qui est temporellement plus proche de l'agent renforçateur primaire qu'un autre, est un meilleur agent renforçateur conditionné et a donc une valeur relative plus importante.

Ainsi, cette théorie a rendu compte des résultats qui montraient une préférence pour un stimulus associé à un programme à intervalle variable (IV) de 30 sec par rapport à un autre stimulus associé à un programme à IV de 60 sec. Le premier stimulus est un meilleur agent renforçateur conditionné que le deuxième car il est associé à une réduction plus importante du délai jusqu'au renforcement primaire. Cette théorie de l'agent renforçateur conditionné postule que la robustesse de l'agent renforçateur conditionné dépend de la quantité de réduction du délai jusqu'au renforcement primaire, ou le degré pour lequel ce stimulus représente une amélioration dans la proximité temporelle jusqu'au renforcement (Fantino,

2001). La valeur d'un agent renforçateur conditionné dépend de son caractère informationnel (positif) ou discriminatif (Fantino, 1977) plutôt que de son caractère hédoniste, comme la théorie du contraste intra-essai le postule.

Cette conceptualisation de l'agent renforçateur conditionné est assez proche de la conceptualisation de l'agent renforçateur faite par Baum (1973) et Davison & Baum (2006), même si Baum s'en défend (Baum, communication personnelle, Octobre 2007). Pour Baum, l'utilisation du concept de l'agent renforçateur conditionné est inutile s'il emprunte la notion de transfert de renforcement du stimulus primaire vers le stimulus conditionné. En effet, pour lui, un stimulus, que d'autres théories nomment agent renforçateur conditionné, a simplement un pouvoir discriminatif, c'est-à-dire qui signale que l'agent renforçateur va bientôt arriver, mais il n'a pas le pouvoir de remplacer l'agent renforçateur primaire, comme le suggérait la théorie du pairage (voir Schuster, 1969). Ce point de vue est également partagé par Fantino qui critique la théorie du pairage (voir Fantino & Romanowich, 2007). Cependant pour Baum, comme des stimulus discriminatifs n'ont pas de valeur hédonique propre, alors deux stimulus qui ont un pouvoir discriminatif différent ne peuvent être associés à une valeur différente (voir le modèle du choix contextuel pour des prédictions similaires, page 74). Ainsi, cette hypothèse ne peut rendre compte des résultats des études sur l'effet de préférence pour le S+ qui suivait l'événement le plus aversif présenté plus tôt.

Cependant, dans la procédure standard décrite précédemment pour étudier le contraste intra-essai, les stimulus positifs corrélés avec le renforcement primaire, signalent la même réduction du délai jusqu'au renforcement. En effet, l'intervalle entre l'apparition de ce stimulus et la présentation de l'agent renforçateur est virtuellement le même pour les deux situations. Ainsi, selon la théorie de la réduction du délai, il ne devrait pas y avoir de préférence pour un stimulus particulier, car le calcul de leur valeur comme agent renforçateur conditionné est la même.

Mais une version de la théorie de la réduction du délai peut rendre compte des résultats présentés auparavant. En effet, l'hypothèse de la réduction du délai peut être appliquée relativement à la durée totale de l'essai. Il est possible d'utiliser la durée totale de l'essai pour déterminer la valeur prédictive d'un stimulus discriminatif ou d'un agent renforçateur conditionné (Fantino, & Abarca, 1985). Alors, le calcul de la réduction du délai jusqu'au renforcement signalé par un stimulus se ferait en fonction de la durée totale de l'essai ou du contexte, c'est-à-dire de la longueur du délai qui précède (Fantino, 2001).

Dans une étude (O'Daly, Meyer, & Fantino, 2005 ; voir aussi, O'Daly et al., 2006), des pigeons étaient entraînés dans un programme multiple en chaînes, dans lequel le lien initial

pour une chaîne était associé à un programme IV 100 sec., et pour l'autre chaîne, le lien initial était associé à un programme IV 10 sec. Le renforcement consistait à accéder à une autre chaîne, à savoir les liens terminaux (signalé par un stimulus différent qu'en lien initial), qui étaient, eux, associés à un délai jusqu'à un renforcement primaire identique (programme temporel fixe, FT 30 sec.). Autrement dit, la complétion du lien initial donnait accès au lien terminal. Le lien terminal se finissait par un renforcement. Les liens initiaux étaient signalés par un stimulus distinct (e.g., vert pour le stimulus du lien terminal qui suivait le programme IV 100 sec., et bleu pour celui qui suivait le programme IV 10 sec.). Lorsque étaient présentés en phase test, en situation de choix, les deux stimulus associés à un lien terminal particulier, les pigeons appuyaient davantage sur celui qui était précédé en entraînement du lien initial le plus long (IV 100 sec.).

Les auteurs ont expliqué ces résultats par l'hypothèse de la réduction du délai. Pour la composante avec la longueur totale de l'essai la plus longue, le stimulus associé au lien terminal est associé à une réduction relative du délai plus grande, car ce stimulus arrive plus tard, relativement à la durée totale de l'essai, que le stimulus du lien terminal de l'autre composante au lien initial plus court.

En effet, pour la composante au lien initial le plus long, l'apparition du stimulus discriminatif ou stimulus du lien terminal signalait une réduction de 77% du temps jusqu'au renforcement primaire (la longueur totale de l'essai étant 130 sec., et le stimulus discriminatif apparaissait après 100 sec. ; soit le ratio $100 / 130$). Alors que pour l'autre composante, le stimulus discriminatif signalait une réduction de 25% seulement du temps jusqu'au renforcement primaire (i.e., autrement dit, il restait encore 75% du « chemin » à parcourir avant de recevoir le renforcement primaire) (voir pour un exemple similaire, Fantino, 1982). Ainsi, avec la longueur des liens terminaux constante, au plus le délai du lien initial augmente, au plus le degré de réduction du délai jusqu'au renforcement est importante.

Par ailleurs, dans une autre condition test, les deux stimulus associés aux liens terminaux étaient présentés comme agents renforçateurs après avoir complétés de nouveaux liens initiaux. Les pigeons choisissaient davantage le lien initial qui était suivi du stimulus discriminatif qui était précédé, en entraînement, du lien initial le plus long.

La situation décrite dans l'expérience précédente est relativement similaire aux expériences menées par DiGian et coll. (2004), où les événements initiaux (ou liens initiaux) étaient aussi un délai différentiel. Ainsi l'hypothèse de la réduction du délai peut rendre compte des résultats obtenus dans cette expérience.

Cette hypothèse peut également rendre compte des résultats des expériences utilisant comme événement initial un nombre différentiel de réponses à émettre (Clement et al., 2000 ; Friedrich & Zentall, 2004). En effet, dans cette situation, le coût supplémentaire pour émettre davantage de coups de bec est confondu avec le temps supplémentaire pour compléter un plus grand nombre de réponses. Ainsi, la préférence observée pour le stimulus positif qui suivait en entraînement le plus grand nombre de réponses à émettre peut être expliquée par le fait que ce stimulus était associé à un degré plus important de réduction du délai jusqu'au renforcement.

L'hypothèse de la réduction du délai peut également rendre compte des résultats obtenus lorsque l'événement initial était la présence ou non de renforcement. En effet, bien que la durée des essais était la même avec ou sans renforcement, cette théorie considère l'intervalle entre deux renforcements comme la durée critique pour calculer la quantité de réduction du délai. Pour les essais, où il n'y avait pas de renforcement juste avant l'apparition des stimulus discriminatifs, le temps entre deux renforcements était plus long que pour les essais où il y avait un renforcement. Ainsi, la réduction du délai était plus importante pour le stimulus positif qui était précédé d'une absence de renforcement.

L'hypothèse de la réduction du délai peut rendre compte de la plupart des résultats obtenus dans les expériences conduites par Zentall et coll. Ce qui est intéressant, est que cette théorie du renforcement conditionné n'est pas basée uniquement sur la contiguïté temporelle entre le stimulus conditionné et le renforcement primaire, mais dépend plus généralement de la proximité temporelle relativement au contexte, aux événements qui précèdent.

Cependant, cette hypothèse peut difficilement rendre compte des effets de l'« anticipation » différentielle du nombre de réponses à émettre (Clement & Zentall, 2002, Expérience 1) ou de l'« anticipation » différentielle de renforcement (Clement & Zentall, 2002, Expériences 2 et 3). En effet, dans ces expériences, les essais, où étaient présentés les stimulus discriminatifs, ne différaient pas par un nombre différentiel de réponses à émettre avant ou par la présence ou non de renforcement comme événement initial. Dans ces expériences, la manipulation se faisait pour des essais séparés de ceux où étaient présentés les stimulus discriminatifs.

Il est possible que l'hypothèse de la réduction « relative » du délai rende compte de ces résultats si on émet l'hypothèse que les pigeons ont associé le délai moyen jusqu'au renforcement avec chaque lien initial. Si c'était le cas, alors le renforcement arrivait plus tard lorsque le stimulus discriminatif positif était signalé par le même que celui qui signalait un plus grand nombre de coups de becs à émettre (ou une absence de renforcement), que lorsque

le stimulus discriminatif positif était signalé par le même que celui qui signalait un seul coup de bec à émettre (ou une présence de renforcement).

Mais il est plus difficile encore pour la théorie de la réduction du délai de rendre compte des résultats des études qui signalaient de manière différentielle ou non les événements initiaux (DiGian, 2004 ; Friedrich et al., 2005). Selon l'hypothèse de la réduction du délai, le signal des événements initiaux ne devrait pas influencer sur la préférence observée pour le stimulus positif qui suivait un plus long délai ou une absence de renforcement. Pourtant, c'est le contraire qui a été observé, comme nous l'avons vu, cet effet de préférence est retrouvé seulement lorsque l'on signalait différemment les événements initiaux.

Un test plus direct de l'hypothèse de la réduction du délai a été réalisé récemment (Singer, Berry, & Zentall, 2007). Dans une expérience préliminaire, les pigeons étaient entraînés à répondre dans un programme de renforcement différentiel d'un autre comportement que celui de donner un coup de bec sur la clé pendant 20 sec (DRO 20 sec). Ils étaient entraînés à répondre également dans un autre programme qui était une variation du programme à intervalle fixe dont la valeur de l'intervalle correspondait à la durée du précédent essai avec le programme DRO. Tous les essais duraient tous alors approximativement 20 secondes. Ainsi, le temps moyen passé dans chaque programme était le même mais aussi la distribution de ces temps durant l'entraînement. Un test de préférence était introduit où les pigeons avaient le choix entre deux clés qui produisaient un des deux programmes de renforcement entraînés.

Sur les 7 pigeons testés, 2 préféraient fortement le programme DRO, un seul le programme IF, et les 4 autres ne présentaient aucune préférence apparente pour un des deux programmes. L'observation d'une préférence d'un programme par rapport à un autre pour certains pigeons semble difficile à expliquer pour la théorie de la réduction du délai car le degré de réduction du délai était le même pour les deux programmes.

Plus important encore, par la suite les pigeons étaient entraînés dans une procédure classique pour étudier le contraste intra-essai. Les programmes IF et DRO étaient utilisés comme événements initiaux et étaient suivis chacun d'une paire différente de stimulus discriminatifs (S_{DRO}^+ S_{DRO}^- et S_{IF}^+ S_{IF}^-). En phase test, les deux stimulus S^+ étaient présentés en situation de choix.

Selon l'hypothèse de la réduction « relative » du délai, aucune préférence pour un stimulus discriminatif ne devrait être observée car les deux stimulus signalaient la même réduction du délai jusqu'au renforcement. Selon l'hypothèse du contraste, les prédictions sont plus complexes. Les pigeons devraient choisir le stimulus qui suivait l'événement initial

relativement le plus aversif (ou non préféré dans la première étude). Ainsi les pigeons qui avaient préféré auparavant le programme IF, devraient choisir davantage le stimulus S⁺_{DRO}, et ceux qui avaient préféré auparavant le programme DRO, devraient choisir davantage le stimulus S⁺_{FI}. Par contre, pour ceux qui n'avaient montré aucune préférence pour l'un des programmes, une absence de préférence pour l'un des stimulus discriminatif devrait également être constatée.

Les résultats ont confirmé les prédictions faites par l'hypothèse du contraste et ont invalidé l'hypothèse faite par la réduction relative du délai. En effet, les pigeons ont montré, en moyenne une préférence (63%, score moyen statistiquement significatif) pour le stimulus S⁺ qui suivait en entraînement le programme de renforcement non préféré ou le plus aversif. De plus, un test de corrélation indiquait que le degré de préférence pour le stimulus S⁺ était fortement corrélé (négativement) avec le degré de préférence pour un des programmes de renforcement présenté initialement. Ainsi, si les pigeons choisissaient fortement un programme, ils préféreraient fortement le stimulus S⁺ qui suivait l'autre programme.

Peut être une évidence encore plus concluante venait d'une étude réalisée chez les adultes humains durant cette thèse. Je vais vous la présenter maintenant.

Etude 2 (b), Test de l'hypothèse de la réduction du délai dans la procédure pour étudier le contraste intra-essai

La procédure classique pour étudier le contraste intra-essai était toujours utilisée. L'objectif était de trouver une situation dans laquelle l'événement initial le plus aversif était celui qui durait le moins longtemps. Jusqu'à présent, l'événement initial le plus aversif était aussi celui qui durait le plus longtemps, ou comme on vient de le voir à l'instant durait le même temps que l'événement initial préféré. La force d'appui sur un manipulandum peut être ce type d'événement si la réponse préférée est par exemple un délai d'attente plus long (ici, 5 sec d'appui avec une forte pression vs 10 sec d'attente). Un test de préférence entre les deux réponses était d'abord introduit. Ensuite, ces deux réponses ou événements étaient utilisés comme événement initial dans la procédure classique pour étudier le contraste intra-essai. Ainsi, si les participants montrent une préférence pour le programme FT 10 sec (attendre 10 sec et être renforcé sans la nécessité de répondre), alors les prédictions faites par les deux hypothèses présentées peuvent s'opposer.

En effet, selon l'hypothèse de la réduction du délai, les participants auraient dû préférer, en essais test (choix entre les deux S⁺ de la phase d'entraînement), le stimulus positif qui

suivait le délai de 10 sec, puisqu'il signalait une plus grande réduction du délai jusqu'au renforcement (O'Daly et al., 2005 ; 2006) par rapport au stimulus qui était précédé d'un événement initial d'une durée de 5 sec seulement.

Par contre, selon l'hypothèse du contraste, on peut prédire une préférence pour le stimulus discriminatif qui suivait en entraînement la réponse non préférée, à savoir la réponse de forte pression musculaire.

Ici est joint la méthode et les résultats issus de la version publiée de l'étude (voir page 174)

METHOD

Participants

The participants were 30 undergraduate students (10 males and 20 females) at the University of Lille III who were all volunteers.

Apparatus

A Novatech Mini40 ATi force cell (Tatem Industrial Automation Ltd, Derby, UK) served to measure force. All participants were trained and tested with a program created with Labview 8.0 (National Instruments Corporation, Austin, Texas) presented on a computer monitor.

Procedure

Phase 3. In an effort to directly test delay reduction theory, we replaced the response requirement that was preferred by most subjects (low-force, 1-sec) with a 10-sec delay (subjects were told that there would be no force required) and signaled it with a green rectangle. Subjects were trained with these two initial events (10-sec delay vs. their least preferred response determined from Phase 1) as they had been in Phase 1. They were then tested for their initial stimulus preference as in Phase 1. They were then trained as they were in Phase 2 but with four new shapes as discriminative stimuli (see Klein et al., 2005). In training, one of two new shapes was correct following the 10-sec delay and the one of the other new shapes was correct following the least preferred response (the high-force 5-sec response) (see Figure 14). When subjects met the discrimination criterion they were tested for their S+ stimulus preference as in Phase 2 (see Figure 15).

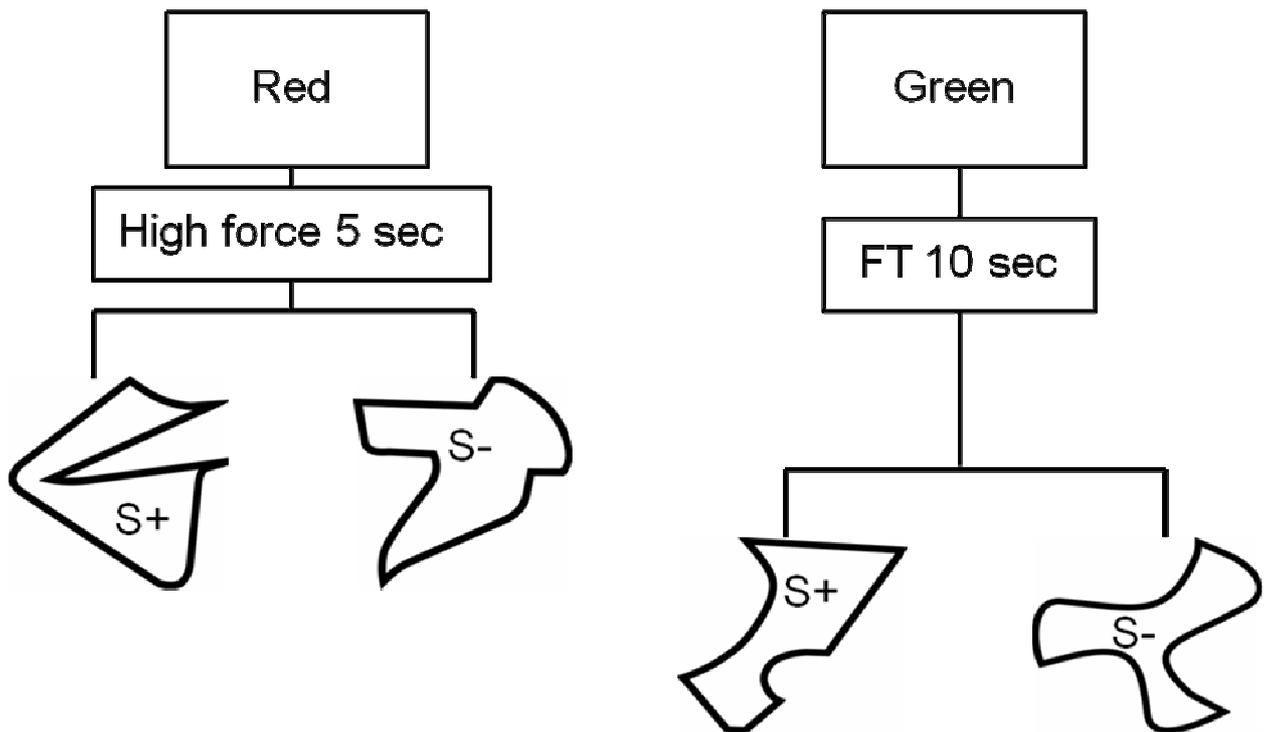


Figure 14. Phase 3 training trials. The preferred response requirement from Phase 2 (typically low force 1-sec) was replaced by a 10-sec delay with no force response required. When subjects responded with the required force for the required time they were given a choice between two new shapes. Choice of the S+ resulted in the appearance of the word “correct” on the screen. Choice of the S- resulted in the appearance of the word “wrong” on the screen.

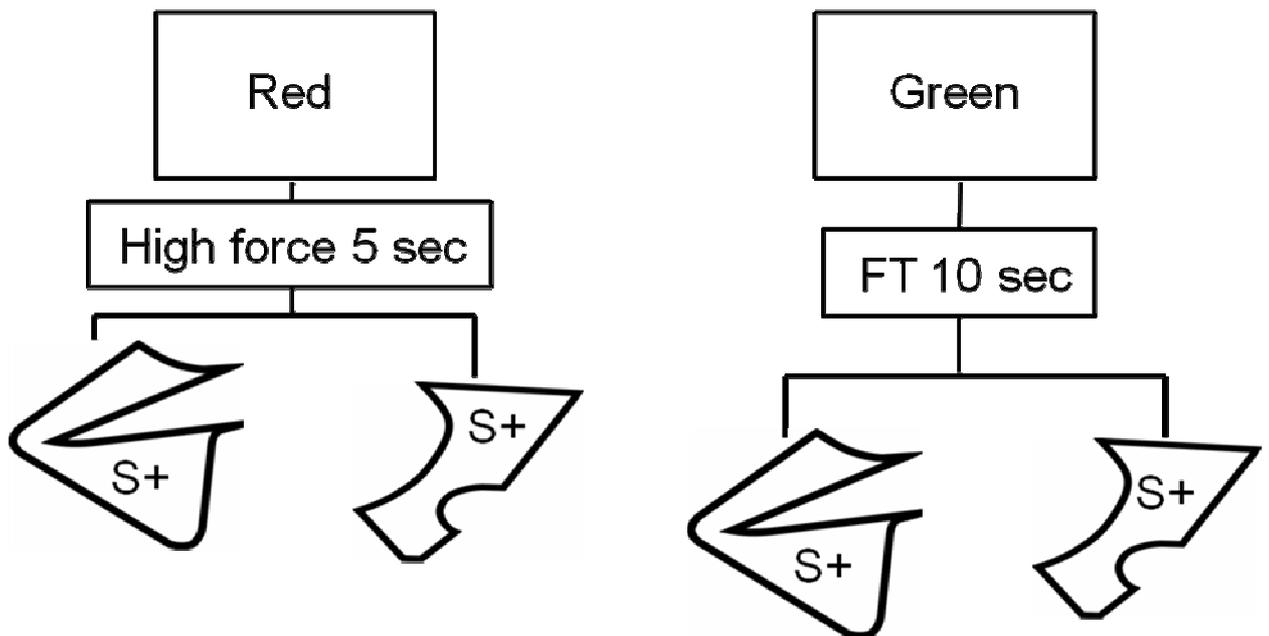


Figure 15. Phase 3 test trials. Subjects were given a choice between the two S+ stimuli from Phase 3 training. Half of the test trials were initiated by a red rectangle and half by a blue rectangle.

Results

Phase 3. The initial preference assessment indicated that, most participants (22/30) preferred the 10-sec initial event over the high-force 5-sec initial event (70.8%, $SEM = 5.99\%$). This preference was significantly greater than chance, as indicated by a binomial test, $p < .01$.

Whichever required response was preferred, on the first test trial involving choice of the two S+ stimuli, subjects showed a preference for the S+ stimulus that in training followed the non-preferred response, 66.7%. When the data were pooled over all 8 of the test trials, preference for the S+ stimulus that in training followed the non-preferred response was (64.2%, $SEM = 5.17\%$). A single-sample t -test performed on the overall choice of the S+ stimulus on test trials indicated that preference for the S+ stimulus that followed the less preferred required response in training was significantly greater than chance $t(29) = 2.71$, $p = .01$, $d = 1.01$.

For the 22 participants who preferred the 10 sec initial event, on test trials involving the choice of the two S+ stimuli, most showed a preference for the S+ stimulus that in training followed the less preferred high-force 5-sec event. The mean preference for the S+ stimulus that in training followed the less preferred high-force 5-sec event was 64.2%. A single-sample

t-test was conducted on the overall choice of the S+ stimulus on test trials. The analysis indicated that choice of the S+ stimulus that followed the less preferred required response in training was significantly greater than chance, $t(21) = 2.12, p = 0.05, d = 0.93$.

According to the contrast hypothesis, preference for the discriminative stimulus should depend on the degree of aversiveness of the prior event. To test this hypothesis, a Pearson product-moment correlation was performed on the response preference scores (short vs. long and low vs. high force) and the positive stimulus preference scores for each subject. The analysis indicated that there was a significant negative correlation (one tailed *t*-test) between degree of schedule preference and preference for the positive stimulus that followed the preferred response, $r = -0.33, t(28) = 1.85, p < .05, d = 0.70$. Thus, the degree to which a participant showed a preference for a required response predicted the test-trial preference for the S+ stimulus associated with the other required response.

Once again, test trials were divided according to the required response on test trials to determine if the required response on test trials affected the S+ preference. On test trials, the participants chose the S+ stimulus associated with the less preferred required response in training when the required response on test trials was the less preferred response, 74.2% ($SEM = 2.50\%$) of the time, and when the initial event on test trials was the preferred response, 54.2% ($SEM = 3.65\%$) of the time. A *t*-test was performed on the test data yielded a significant effect of the initial event on test trials, $t(58) = 2.54, p = .014, d = 0.67$. Thus, although there was no need to do so, in Phase 3, subjects showed a significant tendency to use the required response on test trials as a conditional stimulus.

Discussion

Cette phase constituait un test entre la théorie de la réduction du délai et le modèle du contraste intra-essai pour expliquer la série d'expériences présentée dans cette partie. La situation expérimentale était arrangée ici de telle sorte que les deux hypothèses fassent des prédictions opposées tant sur les résultats de préférence pour les événements initiaux que sur ceux à observer en phase de choix entre les stimulus positifs. Ceci était possible parce que la version quantitative de la théorie de la réduction du délai et l'hypothèse du contraste faisaient chacune une prédiction claire dans cette situation.

Pour l'hypothèse de la réduction du délai, la valeur d'un stimulus positif dépend uniquement de la proportion de temps écoulé lorsque le stimulus conditionné apparaît (i.e., dépend de la durée totale de l'essai), alors que pour l'hypothèse du contraste, la valeur d'un stimulus positif dépend du degré de changement positif de la valeur par rapport à l'événement

qui l'a précédé, autrement dit, ici, la valeur relative de l'événement initial (comme le renforcement suivant le S+ est le même).

Ici, le stimulus qui était associé à une plus grande réduction du délai et celui qui était associé à un degré de contraste positif plus important n'étaient pas le même, contrairement aux études précédentes. En effet, comme la majorité des participants ont préféré davantage l'événement qui durait le plus longtemps (i.e., FT 10sec.), alors selon l'hypothèse du contraste, ces participants auraient dû préférer le stimulus positif qui était associé en entraînement à l'événement ou la réponse non préférée c'est-à-dire, ici, la réponse de force qui est la plus courte en durée (i.e., HF 5 sec.). Et bien sûr, le stimulus, associé à la réduction la plus importante du délai, était celui qui suivait en entraînement le programme FT 10 sec, soit l'événement initial le plus long.

Les résultats ont montré que l'hypothèse du contraste était vérifiée mais pas celle de la réduction du délai. En effet, pour les participants qui préféraient initialement ne pas répondre sur la cellule de force pendant 10 secondes, en phase test, ils choisissaient davantage le stimulus positif qui suivait en entraînement la réponse de force. Plus globalement, les participants préféraient le stimulus positif qui suivait en entraînement la réponse non préférée. Ces résultats confirment que la théorie de la réduction du délai ne peut, dans certaines situations, rendre compte des résultats de ce paradigme expérimental. Ainsi, l'hypothèse du contraste semble l'explication la plus parcimonieuse des résultats présentés ici, dans ce type de procédure. Elle permet de rassembler l'ensemble des résultats retrouvés utilisant le paradigme expérimental développé par Zentall et collaborateurs. Pour l'ensemble de ces résultats, il existe une relation fonctionnelle positive entre le degré d'aversion d'un événement initial et la préférence pour un stimulus positif qui suivait (i.e., ou relation fonctionnelle inverse entre la préférence pour un événement initial et la préférence pour le stimulus positif qui suit).

Il est important de noter que, malgré la volonté affichée ici de dissocier les prédictions faites par les deux hypothèses, ces deux conceptualisations de la valeur d'un agent renforçateur dépend de l'augmentation ou de l'amélioration relative dans les conditions de renforcement relativement au contexte (i.e., événement initial ou contexte de renforcement représenté par l'autre essai). Cette idée de degré d'augmentation de la valeur comme indicateur de la robustesse d'un agent renforçateur est également partagée par le modèle de la valeur ajoutée (Mazur, 2001).

Mais le modèle du contraste intra-essai est plus général que la théorie de la réduction du délai, en ce sens que l'augmentation de la valeur peut dépendre aussi bien, de la réduction

relative du délai jusqu'au renforcement (ou l'effet de la longueur relative du délai dans le lien initial), que de l'augmentation de la valeur quel que soit l'événement relativement aversif qui a précédé.

Cependant, la grande force de l'hypothèse de la réduction du délai par rapport à celle du contraste est sa formulation en théorie, en termes mathématiques. Alors que le modèle du contraste intra-essai ne reste pour le moment qu'à une version qualitative ne pouvant pas faire encore de prédictions quantitatives.

En outre, il est possible que dans cette situation, les participants auraient estimé que répondre sur la cellule de force fortement pendant 5 secondes était plus long que de ne pas répondre sur la cellule de force pendant 10 secondes. Cependant, même s'il manque des preuves expérimentales étayant cette idée, faire une activité qui est plus coûteuse pour le sujet peut rendre différent le temps réel et le temps estimé par les sujets. En effet, les sujets pourraient avoir tendance à percevoir la durée de cette activité comme plus longue qu'elle ne l'est réellement. Par conséquent, dans cette expérience, la théorie de la réduction du délai peut calculer la longueur du lien initial en fonction de la durée estimée par le sujet plutôt que la durée réelle. Ainsi, s'il est montré que appuyer fortement sur la cellule de force pendant 5 secondes est jugé par le sujet comme plus long que de ne pas répondre pendant 10 secondes, alors la théorie de la réduction du délai prédirait correctement, cette fois, une préférence pour le stimulus positif qui suivait la réponse sur la cellule de force.

Les résultats présents sont à tempérer par les choix observés en fonction de l'événement initial présenté en essais test. En effet, alors que, classiquement, aucun effet de contexte n'était présent en essais test (voir Zentall & Singer, 2007), et ici en Phase 2 (voir page 33), en Phase 3, curieusement, les mêmes participants répondaient davantage au S+ associé au programme FT 10 secondes lorsque c'était le programme FT 10 sec qui était présenté initialement en essais test que lorsque c'était la réponse de force qui était présentée initialement. Ainsi, le contexte en essais test pourrait déterminer pour une certaine part le choix des participants.

Il apparaît alors nécessaire d'isoler ces effets parasites en ne présentant aucun événement initial en essais test. C'est ce qui a été réalisé dans la prolongation de cette présente étude.

Participants

Les participants étaient 19 étudiantes en Psychologie. Toutes étaient volontaires et ont été recrutées à l'Université de Lille 3. Uniquement des femmes ont été recrutées car dans

l'expérience précédente, toutes les femmes testées ont préféré la réponse d'appui de faible pression courte.

Appareillage

Une cellule de force Novatech Mini40 ATi (Tatem Industrial Automation Ltd, Derby, UK) a servi comme manipulandum et mesure de la force. Tous les participants ont été entraînés et testés avec un programme créé sur Labview 8.0 (National Instruments Corporation, Austin, Texas) présenté sur un ordinateur fixe. Le renforcement consistait à présenter un message à l'écran « correct ».

Procédure

La même procédure que celle utilisée en Phase 2 et 3 de l'Expérience 2 était utilisée, où, également, la Phase 2 se déroulait avant la Phase 3 comme dans l'Expérience précédente (nommées respectivement, ici, Phase 1 et Phase 2). La seule chose qui changeait était le contexte en essais test. Aucun événement initial, ni réponse initiale ne précédait l'apparition des S+.

Résultats

Phase 1 : Sur les essais test présentant en situation de choix les deux stimulus positifs en entraînement, les participants ne montraient, en général, aucune préférence pour le stimulus positif qui suivait la réponse de forte pression longue (42.43%, SEM = 5.78). Au contraire, une légère préférence, mais non significative statistiquement pour le stimulus positif qui suivait la réponse de faible pression courte a été observée. En effet, un test t à un seul échantillon montre que le score moyen de préférence obtenu n'était pas différent de la chance $t(18) = -1.31, p = 0.21$.

Phase 2 : Sur les essais test présentant en situation de choix les deux stimulus positifs en entraînement, les participants montraient une préférence pour le S+ qui suivait l'événement le plus aversif, à savoir l'appui sur la cellule de force avec une forte pression (67.1%, SEM = 10.18). Un test t à un seul échantillon montre que le score moyen de préférence obtenu n'était pas différent de la chance $t(18) = 1.68, p = 0.11$. Cependant, le test indique que les résultats obtenus sont presque au seuil statistique du rejet de l'hypothèse nulle.

Discussion

Nous ne sommes pas parvenus à répliquer, dans les deux phases, l'effet de préférence pour le stimulus positif qui suivait en entraînement la réponse non préférée, avec l'absence d'événement initial en essais test. Cependant, pour la Phase 2, les résultats ont montré qu'avec un pouvoir statistique plus important (i.e., peut être avec davantage de participants), l'effet de préférence observé pour le S+ qui suivait la réponse non préférée aurait été statistiquement significatif. Par contre, les résultats de la Phase 1 sont plus compliqués à rendre compte. En effet, il a été observé une légère préférence pour le stimulus, qui suivait la réponse jugée préférée. Ces résultats étaient contraires à ceux attendus.

Peut-être que pour les participantes testées ici, la réponse préférée n'était pas d'appuyer faiblement sur la cellule de force. Mais ceci est peu probable car dans l'expérience précédente, aucune femme ne préférerait appuyer fortement sur la cellule de force.

L'échec de la mise en évidence en Phase 1, d'un effet de préférence pour le S+ qui suivait la réponse non préférée, s'ajoute aux autres échecs retrouvés dans cette thèse, où dans ces études, en essais test, il n'y avait pas non plus d'événement initial (voir Etude 3, page 41, Etude 4, page 50, et Etude 5, page 54). Ceci n'est qu'une simple corrélation mais il est possible que l'absence d'événement initial en essais test joue un rôle à la non observation d'un effet de préférence pour le S+ qui suivait la réponse non préférée. Ici, il est possible (tout comme en Etude 4, et 5, voir page 57) que l'absence d'événement initial ressemble davantage, sur le plan temporel, à la réponse initiale préférée (i.e., réponse de faible pression courte), et que le choix des participants dépende du contexte (i.e., type d'événement initial) dans lequel les stimulus positifs étaient insérés en essais test. Ainsi, la réponse sur le S+ qui suivait en entraînement la réponse de faible pression courte se généraliserait en essais test à l'absence d'événement initial. A l'avenir, la réponse préférée pourrait être plus proche, sur le plan temporel, de la réponse non préférée. Par exemple, ici, la réponse préférée pourrait être une réponse de faible pression de 5 secondes, et la réponse non préférée pourrait être une réponse de forte pression de 5 secondes également. Dans ce cas, les deux réponses seraient aussi proches temporellement de l'absence d'événement initial. Ainsi, on pourrait tester cette hypothèse et il est attendu qu'apparaisse un effet de préférence pour le S+ qui suivait la réponse de forte pression.

L'explication la plus probable serait qu'il n'y avait pas assez d'essais en Phase 1 pour observer un effet de préférence pour le S+ qui suivait en entraînement la réponse non préférée. Il est possible que le faible nombre d'essais ait empêché le développement de l'association entre l'événement initial et le stimulus positif qui suivait (voir section *Degré*

d'expérience avec les essais d'entraînement, page 47). Ou bien que le nombre d'essais, notamment d'essais impliquant la réponse de forte pression, n'était pas suffisant pour que le caractère aversif de l'activité se manifeste. De plus, le fait qu'un effet de préférence pour le S+ qui suivait la réponse non préférée ait été observé en Phase 2 accrédite cette thèse. Dans tous les cas, quel que soit l'effet qui cause le faible nombre d'essais, il apparaît nécessaire de répliquer cette expérience avec un nombre d'essais plus important, cela afin d'observer le développement d'un effet de préférence pour le stimulus qui suivait la réponse non préférée.

Modèle de Kacelnik, Marsh, et coll.

Un modèle similaire à celui présenté par Zentall et collaborateurs a été proposé par Kacelnik et al. Selon ce modèle, en situation de choix, la préférence est guidée par la valeur donnée à chaque alternative au moment de l'apprentissage (Kacelnik & Marsh, 2002 ; Pompilio & Kacelnik, 2005). La valeur réfère, dans le cadre d'une écologie comportementale, à la forme physique ou au plaisir ressenti par l'organisme.

Ce qui est commun avec le modèle du contraste est la détermination de la valeur en fonction de l'état du sujet avant de recevoir la récompense. Ainsi la valeur d'une même récompense change si un état différentiel a précédé le moment de la récompense.

Cependant les deux modèles diffèrent sur l'état final atteint par une même récompense suivant un état antérieur différent. Alors que le modèle du contraste assume que l'état final atteint est le même, quel que soit l'état antérieur au moment du renforcement, ici, il est assumé que l'état final atteint n'est pas le même, à récompenses égales. La Figure 16 présente le modèle proposé par Kacelnik, Marsh et coll., adapté d'une étude menée par Pompilio & Kacelnik (2005).

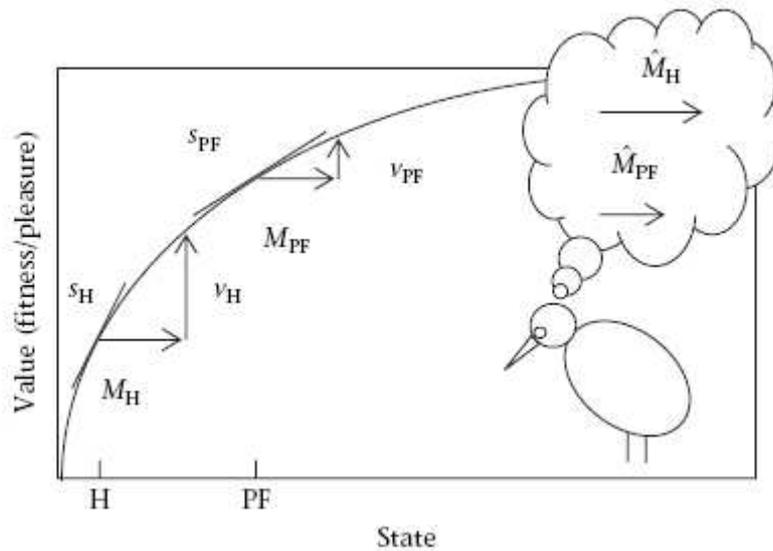


Figure 16. Figure illustrant le changement hypothétique de la valeur, selon le modèle de Kacelnik et coll., dans le cas où les sujets étaient initialement non nourris (H) ou ils étaient nourris préalablement (PF) (d'après Pompilio & Kacelnik, 2005 ; voir le texte pour plus de précision).

Dans cette étude, les auteurs variaient l'état physiologique du sujet soit en les privant de nourriture ou soit en les nourrissant au préalable avant de leur présenter comme récompense de la nourriture (contingemment à un appui sur une clé) associée à une clé de couleur distincte, en fonction de la manipulation préalable (i.e., présentation ou non de nourriture). Cette figure représente la valeur en fonction de l'état énergétique de l'organisme au moment de l'apprentissage. En abscisses, est indiqué l'état énergétique du sujet selon le degré de privation en nourriture (i.e., privé de nourriture : H ou pré-nourri : PF). Chaque conséquence provoque un déplacement positif sur l'échelle de l'état énergétique (i.e., M_H et M_{PF}). Le degré de changement est le même puisque la récompense est la même. Maintenant, la valeur donnée pour chaque récompense est représentée par le déplacement vertical positif qui correspond à chaque changement dans l'état de l'organisme (i.e., v_H et v_{PF}). Cette figure montre que la fonction reliant la valeur en fonction de l'état de l'organisme est positive mais décélétrative. La valeur donnée pour chaque conséquence dépend à la fois des propriétés objectives de la récompense (M_H et M_{PF}) et de l'état antérieur du sujet (le résultat de ces deux variables est représenté par v_H et v_{PF}).

En d'autres termes, lorsque le sujet est dans un état énergétique faible, selon la fonction illustrée, l'obtention d'une récompense a davantage de valeur qu'une récompense identique délivrée dans un état énergétique élevé.

Ainsi, selon la Figure 16, on voit bien que l'état final atteint, lorsque la récompense est délivrée, est plus faible lorsque le sujet est privé de nourriture que lorsqu'il est nourri au préalable, puisque les métriques de la récompense sont les mêmes, alors que l'état initial diffère au préalable entre les deux conditions, et que seules les propriétés métriques d'une récompense comptent pour changer l'état énergétique de l'organisme.

De même, à état initial identique, une récompense objectivement plus grande aura davantage de valeur, comme on peut le déduire sur la Figure 16.

Ce modèle a permis de rendre compte des résultats de cette étude. Les auteurs ont varié pour différentes conditions, le délai de renforcement pour l'option où les sujets étaient privés de nourriture (i.e., programmes IF 10 sec, IF 12 sec, IF 15 sec, et IF 17 sec), alors que pour l'option où ils étaient nourris au préalable, le délai jusqu'à la nourriture était constant dans toutes les conditions (i.e., programme IF 10 sec). Ainsi les métriques des récompenses pouvaient différer en fonction des conditions. Selon la Figure 16, la longueur de la flèche pour l'option H pouvait, dans la condition où le programme était un IF 17 sec, diminuer par rapport à la condition où le programme était un IF 10 sec, et devenir plus petite que la flèche pour l'option PF. Ainsi, la différence de valeur entre les deux récompenses diminuait par rapport à la situation où les deux récompenses étaient objectivement égales.

En effet, concernant les résultats, la préférence des étourneaux pour l'option H diminuait au plus le délai jusqu'au renforcement pour cette option augmentait par rapport à l'autre option (i.e., dans la condition où le programme IF était de 17 secondes, les étourneaux se montraient indifférents aux deux clés de réponses associées à chacune des deux options). Ce qui est très intéressant, c'est la préférence continue observée pour l'option H bien que le délai jusqu'au renforcement était plus grand.

Cependant, les résultats sont à relativiser. Bien que l'on puisse émettre l'hypothèse que les étourneaux préféraient l'option qui avait le délai jusqu'au renforcement le plus court, il a été montré par ailleurs, que dans une situation de choix self-control, la préférence pour l'option qui délivre l'agent renforçateur le plus rapidement diminuait lorsque l'on augmentait le délai absolu jusqu'au renforcement pour les deux alternatives (Schweitzer & Sulzer-Azaroff, 1988). La raison de cet effet est probablement le fait que l'option « impulsive » (qui délivre l'agent renforçateur immédiatement mais de taille plus petite) devient moins attractive du fait que l'agent renforçateur est délivré maintenant aussi en différé. Ici, dans cette expérience, quelle que soit l'option choisie, l'agent renforçateur était délivré de manière différée. Ainsi, dans ce cas, la préférence à observer n'est peut être pas aussi claire qu'il n'y paraît.

Nous avons vu que l'hypothèse du contraste pouvait rendre compte de ces résultats puisque selon ce modèle, la valeur d'une conséquence est fonction uniquement du degré de changement dans l'état hédonique du sujet ou dans la valeur, suite à la présentation de cette conséquence. Ainsi, il est possible, selon cette hypothèse, qu'une récompense de taille plus petite soit préférée à une autre si la valeur de l'événement initial est plus aversif que la valeur de l'événement qui précédait la présentation de l'agent renforçateur de taille plus grande. De même, plus la taille de la récompense, suivie de l'événement le plus aversif, diminue par rapport à une autre récompense, plus la différence, dans le degré d'augmentation de la valeur pour les deux récompenses, diminue jusqu'au point où on observe une inversion dans la préférence.

En conclusion, bien que ce modèle diffère quelque peu de celui proposé par Zentall et coll., les prédictions présentées par les deux modèles sont identiques. Toutefois, le modèle présenté ici est plus explicite sur les situations où la taille des agents renforçateurs diffère. Il gagne aussi peut être en validité interne en postulant qu'à état énergétique différent, une même récompense ne provoque pas le même état énergétique final.

Modèle contextuel du choix

Sur les trois positions théoriques présentées ici, toutes assument que la valeur d'un stimulus est modulée par ses antécédents ou par son contexte. La préférence pour un stimulus par rapport à un autre, alors que leurs conséquences sont les mêmes et que seul diffèrent les antécédents, est une preuve en faveur de cette hypothèse. Ici, la position diverge comme nous allons le voir.

Une généralisation de la loi de correspondance, à savoir le modèle du choix contextuel, a été introduit pour rendre compte des résultats obtenus dans les programmes en chaînes concurrentes (Grace, 1994). Ce modèle a acquis une grande puissance descriptive du comportement en situation de choix.

A l'inverse des précédentes hypothèses, dans un programme en chaînes, la valeur d'un stimulus comme agent renforçateur conditionné (i.e., stimulus associé à un lien terminal) est indépendante du contexte temporel dans lequel il apparaît. La valeur d'un stimulus associé à un lien terminal est déterminée uniquement par le délai jusqu'au renforcement primaire qu'il signale. Le contexte temporel a pour rôle uniquement de modifier l'expression

comportementale des différences de valeur. Cette distinction est analogue à la distinction réalisée dans la littérature pavlovienne entre apprentissage et performance (Durlach, 1989).

L'évidence en faveur de cette hypothèse venait d'une expérience de Grace & Savastano (2000, Expérience 1), où deux programmes concurrents insérés dans un programme multiple étaient présentés à des pigeons. Soit, dans une composante appelée A, les pigeons avaient le choix entre un programme IV 15 sec – IV 10 sec (i.e., programme IV 15 sec en lien initial et programme IV 10 sec en lien terminal) et un programme IV 15 sec – IV 20 sec. Dans une composante appelée B, le choix était entre un programme IV 30 sec - IV 20 sec et un programme IV 30 sec - IV 40 sec. En phase test, les deux stimulus, associés aux liens terminaux qui avaient le même délai jusqu'à la nourriture [soit IV 20 sec (A, pour composante A) et IV 20 sec (B)], étaient présentés concurremment.

Selon l'hypothèse du contraste (ou l'hypothèse de Kacelnik, Marsh et coll.), une préférence pour le stimulus associé au lien terminal de la composante B aurait dû être observé car il apparaissait dans un contexte de renforcement plus pauvre. En effet, pour la composante B, le stimulus du lien terminal qui avait un délai jusqu'au renforcement de 20 sec en moyenne, était le programme le plus riche relativement à l'autre alternative (i.e., IV 40 sec), alors que pour l'autre composante le stimulus du lien terminal associé à un délai au renforcement de 20 sec était apparié avec un programme en lien terminal plus riche (i.e., IV 10 sec). Selon la théorie de la réduction du délai, une préférence pour le premier stimulus aurait dû également être observée (voir pour la méthode de calcul, Grace & Savastano, 2000).

Cependant en essais test, en moyenne, aucune préférence pour un des stimulus n'a été décelée (voir aussi, Grace & Savastano, 1997 ; Grace & Savastano, 2000, Expérience 2).

Ces résultats vont cependant à l'encontre des résultats d'une autre étude (Belke, 1992 ; voir aussi Zentall, Weaver, & Sherburne, 1996), qui arrangeait également un programme multiple avec comme composantes des programmes concurrents. Ce qui différait était que les programmes concurrents n'étaient pas en chaînes. Dans une composante appelée A, les pigeons avaient le choix entre un programme IV 20 sec ou un programme IV 40 sec, et dans une composante appelée B, le choix était entre un programme IV 80 sec et un programme IV 40 sec. En phase test, lorsque les deux stimulus, associés au même programme de renforcement IV 40 sec, étaient présentées en situation de choix, les pigeons montraient une large proportion de réponses (80%) pour le stimulus de la composante B, c'est-à-dire celui associé au contexte de renforcement le plus pauvre en entraînement. Belke expliquait ces résultats par l'hypothèse qu'un stimulus acquerrait de la valeur en fonction de la relation entre le débit de renforcement associé avec ce stimulus et le débit de renforcement délivré par un

programme alternatif. Au plus la valeur relative du programme alternatif est importante, au plus la valeur du stimulus associé au programme de renforcement cible est importante.

Les résultats de ces deux études semblaient difficilement réconciliables. De plus, les différences de résultats ne semblaient pas due au fait que la différence de valeur d'une alternative par rapport à une autre dans un programme concurrent soit plus grande dans l'étude de Belke que dans celle de Grace & Savastano. En effet les degrés de préférence, dans les programmes concurrents simples ou concurrents en chaînes en entraînement, étaient comparables (Grace & Savastano, 2000, Figure 3 ; Belke, 1992, Figure 1).

Le seul élément méthodologique qui pourrait expliquer la différence de résultats était la présence, dans l'étude de Grace & Savastano, de liens initiaux précédant le programme différentiel de renforcement primaire. Pourquoi l'observation ou non, d'une préférence en phase test d'un stimulus agissant comme agent renforçateur conditionné, dépendait du type de programme de renforcement ?

Une explication possible serait que dans le cas d'un programme concurrent simple, les deux stimulus présentés en essais test étaient directement présentés aux sujets. Alors, en entraînement, pour chacun des stimulus associés tous deux au même programme de renforcement, le pattern de temps passé à répondre était différent, car l'un était présenté en concurrence avec un programme de renforcement plus riche et l'un avec un programme de renforcement plus pauvre (Williams & Bell, 1996).

La préférence, en essais test, pour le stimulus qui a été présenté avec un programme de renforcement plus pauvre, peut ainsi être expliquée par un débit de réponse relativement plus grand en entraînement, et ce pattern de réponse ou de temps alloué à cette alternative se transférerait en phase test.

Alors que dans le cas d'un programme concurrent en chaînes (i.e., dans l'étude de Grace & Savastano, 2000), ce sont les stimulus associés aux liens terminaux qui étaient présentés en test. Ainsi, il n'y a pas pu avoir d'allocation différentielle de réponse ou de temps alloué en entraînement, car lorsque les sujets choisissaient une alternative en liens initiaux, en liens terminaux, l'autre alternative était inactive. Ceci expliquerait l'absence de préférence observée pour les stimulus des liens terminaux, dans cette situation.

Quelle que soit l'explication donnée aux résultats de Grace & Savastano, ceci n'explique pas les résultats présentés précédemment par Zentall et coll., ainsi que O'Daly et coll., utilisant des programmes multiples en chaînes simples. Ces études montraient clairement un effet du contexte sur la préférence ou la valeur des stimulus qui suivaient. Le

contexte dans ces études est représenté par la longueur ou le caractère relativement aversif des stimulus qui précédaient.

La théorie de la dissonance cognitive

Cette théorie d'obédience cognitive, initialement construite pour rendre compte de phénomènes apparaissant chez l'humain, pourrait également rendre compte des résultats obtenus, ici, chez l'humain mais aussi les animaux non humains comme cela a été appliqué auparavant (Lawrence & Festinger, 1962). Notamment chez les rats, cette théorie s'est intéressée à la valeur d'une récompense en fonction soit de l'exigence requise pour l'atteindre, ou du délai, ou encore de la probabilité de renforcement. Par exemple, le fait de se dépenser beaucoup pour obtenir une récompense, est dissonant avec le fait de produire le comportement nécessaire, si dans d'autres circonstances, l'exigence requise est plus faible pour atteindre la même récompense. Initialement cette théorie a été développée pour rendre compte du comportement humain (Elliott & Devine, 1994 ; Festinger, 1957).

L'organisme humain essaie d'établir une harmonie interne (i.e., consistance ou congruité) entre ses cognitions (ou valeurs) et ses actes. Lorsqu'il est amené à réaliser des actes qui sont contraires à ses cognitions ou à ses valeurs, un état de dissonance cognitive s'installe. C'est un état de tension inconfortable que l'organisme a la tâche de diminuer pour retrouver un état d'harmonie interne (Festinger, 1957).

Par exemple, une personne, qui dépense beaucoup de temps pour atteindre un but, a pour cognition ou attente que ce but est très important et mérite tout le temps investi. Si au final l'objectif ou la récompense obtenue ne confirme pas les attentes, un état de dissonance motivationnelle se crée. Afin de réduire cette tension, autrement dit cet écart entre les attentes et le résultat réel, l'organisme humain peut juger la valeur de la récompense comme plus attractive qu'elle ne pourrait l'être, ou encore minimiser le coût dépensé pour atteindre ce but. La première solution pour réduire cet état de tension renvoie au concept de justification de l'effort (Aronson & Mills, 1959).

Chez les animaux non humains, les capacités disponibles pour diminuer cet état de tension sont, sans doute, plus limitées que chez les humains, selon Lawrence & Festinger. Cependant, ils sont capables de maintenir un comportement peu avantageux lorsque l'on compare action et récompense (i.e., on pourrait dire coûts et bénéfices). Pour ce faire, chez des rats placés dans un labyrinthe en T, la stratégie déployée consisterait à développer des attractions supplémentaires dans l'endroit où se trouve la nourriture pour justifier le

comportement effectué. Le développement et le maintien de ces attractions externes sont dus au fait que le changement de comportement est impossible. La preuve expérimentale est venue de plusieurs expériences où les rats étaient entraînés dans un labyrinthe en T. Des événements différentiels étaient associés à une boîte distincte. Ces événements différentiels étaient, soit un différent degré de difficulté (courir sur une pente inclinée ou plate), soit une probabilité de renforcement (ou plus exactement le nombre d'événements non renforcés) différente selon les boîtes (100% ou 50%). Après l'entraînement, des tests de résistance à l'extinction étaient introduits pour chaque boîte entraînée. Les résultats montraient, en général, que la boîte qui était associée à un coût plus grand, ou une probabilité de renforcement plus faible en entraînement, était celle pour laquelle les rats persistaient le plus longtemps à répondre pour l'atteindre (Lawrence & Festinger, 1962 ; cependant voir l'explication de la dégradation de la généralisation donnée pour expliquer l'effet de renforcement partiel, Nevin & Grace, 2000; ou l'explication par le transfert de l'effort, Eisenberger, 1992).

Cette explication pourrait très bien rendre compte des résultats trouvés dans les expériences décrites ci-dessus. De plus, elle pourrait expliquer le fait que l'effet de préférence pour un stimulus qui suivait l'événement relativement le plus aversif se développe lentement et n'est significatif qu'après un certain nombre de sessions d'entraînement (voir la section *.Degré d'expérience avec les essais d'entraînement*, page 47). En effet, selon cette théorie, plus l'animal rencontre des expériences contraires à ses attentes, plus un état de dissonance se développe (Lawrence & Festinger, 1962). Également, au plus l'animal se trouve dans un état de fatigue, au plus le fait de produire une activité coûteuse sera dissonant.

Bien que cette explication pourrait rendre compte potentiellement de toutes les situations expérimentales décrites auparavant, quelques critiques peuvent être énoncées. Tout d'abord l'explication, de la préférence pour une récompense délivrée de façon intermittente par rapport à une autre délivrée à tous les essais, par l'hypothèse que le sujet trouverait des attractions supplémentaires dans cette situation, manque de preuve empirique. En effet, comme le reconnaissent eux-mêmes les auteurs, cela pourrait être directement observé en situation expérimentale, mais ceci n'a jamais été fait.

De même, cette théorie souffre d'un manque de définition opérationnelle de l'état de dissonance. Ceci est simplement inféré à partir de données expérimentales.

Enfin, une prédiction faite par cette théorie qui aurait besoin d'être vérifiée est la situation dans laquelle l'état de dissonance serait plus grand si la récompense délivrée était plus faible en valeur.

L'hypothèse du contraste inter-phase

Une explication alternative à celle du contraste intra-essai comme explication des résultats de Zentall et coll., pourrait être celle du contraste inter-phase. Dans l'hypothèse du contraste intra-essai, la préférence pour un stimulus S+ est fonction du degré de contraste positif entre la valeur à la fin de l'événement initial et la valeur du stimulus S+ qui suit. La phase test sert à révéler cette différence de valeur d'un stimulus positif en fonction de la valeur de l'événement qui l'a précédé.

L'explication que je propose, pour expliquer la valeur différentielle d'un stimulus S+ qui est suivi d'un agent renforçateur de même valeur, serait toujours un mécanisme de contraste mais entre des événements différents. En effet, le mécanisme de contraste ne se formerait pas à l'intérieur de l'essai mais entre la phase d'entraînement et la phase test.

Plus précisément, lorsqu'en phase test, l'événement initial est la réponse préférée, le sujet préférerait le stimulus positif, qui suivait en entraînement l'événement non préféré, car il serait associé à une amélioration dans le contexte de renforcement (i.e., moins de réponses à fournir, par exemple, par rapport à la situation d'entraînement). Alors que pour l'autre stimulus S+, qui était précédé en entraînement de l'événement préféré, le contexte de renforcement reste identique en phase test, donc il n'y aurait aucun contraste par rapport à la condition d'entraînement.

Pareillement, lorsqu'en phase test, l'événement initial est la réponse non préférée, le sujet continue à préférer le stimulus S+, qui était précédé par l'événement le plus aversif, car le stimulus S+, qui suivait en entraînement l'événement préféré serait maintenant associé à un contexte de renforcement plus pauvre (i.e., davantage de réponses à fournir par rapport à la situation d'entraînement). Alors que pour le stimulus S+ qui suivait l'événement non préféré, le contexte reste le même en phase test, donc il n'y aurait aucun contraste par rapport à la condition d'entraînement. Ainsi, la première situation décrit un possible mécanisme de contraste positif en faveur du stimulus S+ qui suivait l'événement le plus aversif en entraînement et la deuxième situation décrit un possible mécanisme de contraste négatif en défaveur du stimulus S+ qui était précédé de l'événement préféré en entraînement.

Bien que cette explication paraisse à première vue séduisante, elle apparaît cependant peu probable. En effet, chez les pigeons, le plus souvent, les essais test apparaissent dans des sessions différentes des essais d'entraînement. Ainsi, il est peu probable qu'un mécanisme de contraste entre la phase d'entraînement et la phase test se soit développé. Un mécanisme de contraste intra-essai semble plus plausible.

Hypothèse de la valeur adaptative

Comment expliquer la préférence pour une récompense qui suivait un coût plus important ? Cette préférence apparaît non profitable, car par exemple produire beaucoup de comportements est relativement aversif pour le sujet. Mais la valeur ajoutée à un agent renforçateur associé à ce coût plus important pourrait inciter le sujet à émettre le comportement demandé pour l'obtenir. Valoriser davantage l'agent renforçateur qui suivait le plus gros coût dépensé pouvait alors aider l'animal à continuer de remplir les exigences de son environnement (Friedrich & Zentall, 2004). En milieu naturel, les animaux non humains, tout comme les humains, dans certains pays, sont forcés à dépenser beaucoup de temps et fournir beaucoup de comportements pour se nourrir par exemple, lorsque les ressources sont maigres. Ainsi attribuer davantage de valeur à une nourriture chèrement acquise pourrait contribuer au maintien du comportement de recherche pendant une longue durée sans être renforcés (Friedrich & Zentall, 2004 ; Pompilio & Kacelnik, 2005). Ce comportement serait sélectionné car il serait associé à une plus grande chance de survie.

Concept de mise en condition (« establishing operation »)

Ce concept a été développé par Michael (1993) et réfère à des événements, opérations, ou stimulus qui altèrent l'efficacité de certains événements comme agent renforçateur ou comme agent punisseur. Ainsi, il modifie la fréquence ou la probabilité d'émission de comportements associés à ces événements renforçateurs ou punisseurs. L'auteur utilise l'exemple de la privation de nourriture comme opération de mise en condition, à savoir que cette opération a pour effet d'augmenter l'efficacité de la nourriture comme événement renforçateur et ainsi augmenter la chance de voir apparaître des comportements qui mènent à la consommation de nourriture.

Ce concept pourrait s'appliquer à tous les événements qui précèdent la présentation des stimulus discriminatifs. Ils peuvent modifier l'efficacité du stimulus renforçateur qui suit, ce qui pourrait expliquer la différence de valeur entre les deux S+ qui suivent un événement différentiel. Par exemple, dans le cas où l'événement différentiel est la présence de nourriture, pour les essais où il n'y a pas de nourriture avant, comme événement initial, cela augmenterait l'efficacité de la nourriture comme stimulus renforçateur par rapport aux essais où il y a eu au préalable, comme événement initial, présentation d'une certaine quantité de nourriture.

Applications possibles de ce phénomène de contraste intra-essai

Le fait, que les humains préfèrent des agents renforçateurs délivrés après un coût comportemental plus important, suggère qu'il est possible de dégager un intérêt éducatif ou thérapeutique à ce phénomène. En effet, il serait ainsi possible d'augmenter la valeur des conséquences que les éducateurs souhaitent utiliser afin d'amener l'élève à produire le comportement ou l'activité (dans un sens molaire) désiré.

Dans le domaine de l'éducation, par exemple, les professeurs seraient intéressés pour que les élèves cherchent à avoir des bonnes notes pour les inciter à travailler davantage. Afin d'augmenter la valeur des notes, et plus particulièrement, bien sûr, des bonnes notes, il « suffirait » de donner une bonne note contingentement à l'émission d'un comportement coûteux pour l'élève. Par la suite, l'élève serait plus enclin à produire des comportements qui mènent à des bonnes notes, car le pouvoir renforçateur de cette conséquence serait accru.

Cependant comment faire pour que l'élève s'engage dans le premier maillon de la chaîne, à savoir produire le coût demandé ? Fournir beaucoup de travail est quelque chose de relativement aversif, comme nous allons le voir, et il n'est pas facile d'amener un élève en difficulté scolaire à travailler dur pour avoir de bonnes notes.

La troisième partie de cette thèse tentera de répondre à cette question en essayant de définir ce que l'on nomme « effort », et présenter des études qui montrent comment augmenter, chez des enfants ou élèves, le choix de réaliser des comportements plus difficiles ou qui semblent plus coûteux à émettre.

Revue des différentes formes de contraste

Cette partie concerne une revue de la littérature traitant d'un phénomène complexe appelé contraste. Les études portant sur ce phénomène désignent un changement dans le débit de réponse (augmentation ou diminution) sous un programme de renforcement cible suite à un changement dans les conditions de renforcement proximales. Ce changement s'observe par rapport à un niveau observé en ligne de base dans lequel les conditions de renforcement proximales et celles du programme cible sont les mêmes. Et le programme de renforcement cible ne change pas en condition expérimentale (i.e., lorsque les conditions de renforcement proximales changent). Les conditions de renforcement proximales désignent des programmes de renforcement délivrés juste avant ou juste après le programme de renforcement cible.

Il existe plusieurs formes de contrastes impliquant des mécanismes différents (Williams, 1983 ; Flaherty, 1996 ; McSweeney & Weatherly, 1998). Les différences entre ces diverses études, pour révéler une forme de contraste particulière, sont d'abord d'ordre méthodologique. Ces travaux diffèrent sur la façon tout d'abord, dont les différents programmes de renforcement sont présentés, puis sur la différence de stimulus utilisés pour signaler l'entrée dans un programme de renforcement particulier (même stimulus discriminatif utilisé pour deux ou plusieurs programmes de renforcement ou différents stimulus discriminatifs utilisés), ou encore sur la méthode de contrôle expérimental (soit intra-sujet où le sujet est son propre contrôle, soit utilisation de groupes de sujets), et enfin sur la variable dépendante utilisée. Cependant, ce qui est commun chez toutes les différentes formes de contraste étudiées est l'assomption que le changement dans le contexte de renforcement modifie la réponse dans le programme cible et peut-être la valeur donnée à ce programme. En effet, le sujet semble se comporter comme, dans un contexte pauvre, l'agent renforçateur avait une valeur plus grande et inversement, dans un contexte riche une valeur plus petite. Le phénomène de contraste montre que les agents renforçateurs ont un effet relatif plutôt qu'absolu sur le comportement (Williams, 1983 ; McSweeney & Weatherly, 1998).

Dans cette partie, nous allons tout d'abord présenter les différentes formes de contraste étudiées dans la littérature (i.e., méthodologie, résultats et mécanismes proposés pour expliquer les résultats) puis nous les comparerons avec celle du contraste intra-essai. La question posée, ici, est de savoir si l'effet de contraste intra-essai est un type de contraste identique ou différent des autres formes de contraste ?

Contraste successif

Description de la procédure et principaux résultats

Le contraste successif est la première forme de contraste étudiée. Dans ces études, les sujets sont d'abord entraînés à répondre pour une certaine quantité ou un certain type de nourriture. Puis, ils expérimentent, après de nombreux essais, un changement soudain dans la taille ou la qualité de la récompense (ici, le terme récompense est utilisé dans le sens de Tolman, la récompense sert à promouvoir le comportement, le sujet pouvait anticiper la récompense à venir s'il émet tel comportement). Le comportement, suite à ce changement, est comparé à un autre groupe (groupe contrôle) qui reçoit tout le long de la session la même récompense (la même que celle après le changement pour le groupe expérimental). Tinklepaugh (1928) habitua des singes à recevoir une récompense préférée (banane) après la complétion d'une certaine tâche. Lorsqu'il présenta subitement, sans que cela ne soit signalé, une récompense moins préférée (de la laitue), alors la plupart du temps, les sujets refusaient de la manger. Pourtant, pour le groupe contrôle, qui recevait durant toute l'expérience de la laitue, ils acceptaient de la manger (voir Elliott, 1929, pour une expérience similaire chez les rats).

Crespi (1942) a été le premier à systématiser le contraste successif (« incentive contrast » en anglais). Un groupe de rats étaient entraînés à courir dans une allée droite pour une quantité large de nourriture et étaient exposés soudain pendant la session à une diminution dans la quantité de nourriture. Dans cette condition, les sujets couraient plus lentement pour de la nourriture par rapport à un autre groupe qui n'expérimentait pas le changement dans la quantité de nourriture et qui courait pour la faible quantité de nourriture (i.e., effet de contraste négatif ; Zeaman, 1949). Inversement, un groupe de rats s'entraînait à répondre pour une petite quantité de boulettes et recevait subitement au cours de l'entraînement une quantité de nourriture plus importante. Pour ce groupe, la vitesse de course était plus importante que pour le groupe contrôle, qui s'entraînait uniquement avec la grande quantité de nourriture (effet de contraste positif ; Zeaman, 1949).

En résumé, des relations fonctionnelles ont été établies entre le changement dans la quantité de nourriture et la vitesse de course. La performance après le changement est inversement reliée à la quantité de nourriture délivrée au sujet avant le changement.

On peut définir le contraste successif positif comme un niveau de performance plus élevé pour un groupe exposé à une augmentation dans la taille de récompense, par rapport à

un groupe qui reçoit la même taille de récompense. De même, le contraste successif négatif se définit comme un niveau de performance plus faible, dans un groupe exposé à une diminution dans la taille de la récompense, par rapport à un groupe qui reçoit la même taille de récompense.

Variables influençant le contraste successif

Les conditions qui facilitent l'occurrence de ce type de contraste sont évidemment importantes, mais celles qui bloquent ou limitent son effet, également. Il est vrai que l'on trouve un effet de contraste successif positif et négatif, mais cet effet n'est pas aussi symétrique sur le plan paramétrique. En effet, il est plus difficile de trouver un effet de contraste successif positif qu'un effet de contraste successif négatif (voir Flaherty, 1996, pour une revue). Autrement dit, il est plus facile, de trouver un ralentissement de la vitesse de course par rapport à un groupe contrôle lorsque la taille de récompense diminue, qu'une accélération de la vitesse de course lorsque la taille de récompense augmente. Ceci est important car les interprétations théoriques sous-jacentes peuvent être modifiées comme nous le verrons plus loin. Certaines interprétations permettent de rendre compte uniquement de l'effet de contraste négatif, tandis que d'autres permettent de rendre compte aussi bien de l'effet de contraste négatif que positif.

Certains paramètres d'ordre méthodologique permettent de mettre en évidence l'existence d'un effet de contraste positif. La manipulation la plus probante pour cela est celle du délai jusqu'à la récompense. Augmenter le délai jusqu'à la récompense permet en effet de montrer la présence d'une augmentation dans la vitesse de course, donc un effet de contraste successif positif. Une explication possible de l'effet d'asymétrie observé dans certaines études était la présence d'un effet plafond, c'est-à-dire que les rats avaient atteint la vitesse maximale de course lorsqu'ils couraient pour une grande quantité de nourriture, et qu'ils ne pouvaient alors courir plus vite que ceux du groupe contrôle. Ainsi, augmenter le délai d'accès à la récompense diminue la vitesse de course, ce qui permet au groupe contrôle, entraîné à la grande taille de récompense, de ne pas atteindre une vitesse maximale. Les rats du groupe expérimental pouvaient alors courir plus vite que ceux du groupe contrôle.

La taille du contraste varie directement avec le degré de différence entre les deux récompenses reçues. Par exemple, le degré de contraste successif négatif est plus élevé lorsque la quantité de nourriture passe de 256 unités à 16 unités, que lorsqu'elle passe seulement de 64 unités à 16 unités (Crespi, 1942).

On observe également que la taille du contraste varie de manière inverse avec l'intervalle entre les deux récompenses présentées (voir pour une revue ; Flaherty, 1996).

De plus, la taille du contraste varie inversement avec l'intervalle entre la récompense délivrée avant le changement et celle délivrée après le changement. Au plus l'intervalle entre les deux récompenses est long, au moins la taille du contraste est grande (voir pour une revue ; Flaherty, 1996).

Enfin, il semblerait que l'expérience avec la récompense « post-changement » diminuerait ou retarderait l'apparition du contraste (voir pour une revue ; Flaherty, 1996).

Interprétations théoriques

Généralisation de la détérioration

Une première théorie proposée pour expliquer l'occurrence du contraste successif négatif serait que la diminution de la taille de la récompense modifierait le contexte dans lequel le sujet a été entraîné avant le changement de la taille de la récompense. Alors qu'il a été montré que la performance se détériorait suite à un changement dans le contexte ou dans le stimulus (Capaldi, 1972).

Cette explication simple ne rend cependant pas compte de certains résultats. En effet, cette explication rend compte du phénomène par la nouveauté du changement dans la taille de la récompense, mais il a été montré que l'effet de contraste successif apparaissait même après des changements répétés entre des grandes et des petites récompenses (voir pour une revue ; Flaherty, 1996). De plus, cette explication ne permet pas de rendre compte de l'effet de contraste successif positif, tant que l'existence de ce phénomène n'est pas remise en cause. Or, nous avons vu que ce type de contraste pouvait apparaître sous certaines conditions (si on éliminait les possibles effets de plafond). En effet, la généralisation de la détérioration prédit l'effet inverse de ce qui est observé lorsque l'on augmente la taille de la récompense, à savoir une augmentation de la vitesse de course.

Théorie de la frustration

Une deuxième théorie présentée est celle d'Amsel (1958) appliquée à d'autres effets comportementaux. Selon la théorie de la frustration, enlever la récompense (ou diminuer la taille de la récompense dans le cas du contraste successif) provoquerait une réaction émotionnelle de frustration chez le sujet, ce qui entrerait en compétition avec l'émission de la

réponse instrumentale. La réaction de frustration apparaîtrait car le sujet anticiperait la récompense en présence d'un contexte donné (ici, par exemple, la boîte où est délivrée la nourriture), et le fait que la récompense obtenue n'est pas celle attendue et est moins attractive. Cette réaction de frustration se généraliserait au début du parcours qui mène à la récompense, par une relation d'association entre la boîte où se trouve la récompense et le début du parcours (la boîte de départ). Ceci expliquerait la diminution de la vitesse de course typique observée dans l'effet de contraste successif négatif.

Cette explication paraît séduisante et intuitive. Mais, si l'on passe le fait que cette théorie ne peut expliquer le contraste successif positif, [puisque on peut imaginer un effet contraire dit d'« enchantement », comme l'a fait Crespi (1942)], nous pouvons émettre quelques critiques. D'abord, pour Flaherty (1996), cette théorie ne s'intéresse pas aux comportements dits de « recherche » observés lorsque la taille de la récompense est diminuée. Nous reviendrons plus bas sur ces interprétations comportementales. Une autre critique, épistémologique, que l'on pourrait faire est que l'on explique le comportement (l'effet) par la réaction de frustration. Or la réaction de frustration est déjà l'effet du changement dans la taille de la récompense, elle ne peut alors pas être la cause de l'effet de contraste observé. Cette relation de circularité entre la cause et l'effet n'est pas satisfaisante pour expliquer le phénomène (Skinner, 2006). La cause du changement dans la vitesse de course (si l'on reste dans la simple description temporelle des événements) est l'opération de changement de la taille de la récompense. Ou si l'on peut définir ce qu'est une réaction dite de « frustration », la réaction de frustration est causée par le changement dans la taille de la récompense. En effet, une autre critique de cette théorie est qu'elle ne définit pas sur le plan opérationnel ce qu'est une réaction de frustration et du même coup ce que serait la compétition entre la réaction de frustration et la réponse instrumentale (compétition entre réponses, et si oui entre quelles réponses ?). Enfin, l'utilisation de ce concept de frustration semble être une explication *post hoc*, après coup, du comportement (Timberlake, 1993).

Modèle en stages multiples du contraste négatif

Nous pouvons présenter enfin le modèle présenté par Flaherty (1996). Il repose sur des observations informelles d'autres chercheurs (Tinklepaugh, Elliott, etc.) et celles qu'il a récoltées dans son laboratoire. Ce modèle neuro-comportemental décrit les processus impliqués, notamment dans l'effet de contraste successif négatif. D'abord, une prémisse centrale serait que les rats développeraient une représentation de la récompense obtenue avant

le changement. Cette représentation serait établie par un processus de conditionnement. Ensuite, le changement dans la quantité de nourriture initierait une séquence de processus psychologiques impliquant une détection du changement, l'évaluation de la nouvelle récompense et la réaction au changement. Dans le contraste successif négatif, la réaction au changement impliquerait une recherche de la quantité de nourriture manquante.

Cette hypothèse se base sur des observations informelles de singes dans l'étude de Tinklepaugh (1928), qui lorsque la récompense délivrée passe de la banane à la laitue (récompense moins préférée) regardent la laitue, puis regardent autour de l'assiette, puis en-dessous de l'assiette. Ces comportements de recherche sont également observés dans l'étude d'Eliott (1928, cité par Flaherty, 1996) et seraient responsables de la diminution du temps de traversée jusqu'à la boîte où se trouve la nourriture. Dans le laboratoire de Flaherty, il observait chez les rats, qu'il entraînait à lécher des solutions de sucrose, que lorsque les sujets recevaient des solutions moins concentrées en sucrose, ils léchaient la solution comme pour la solution la plus concentrée pendant 10 à 20 secondes, avec la même latence de réponse. Mais après cela, ils s'arrêtaient de lécher et commençaient à flairer autour de l'appareil, alternant ce comportement avec celui de lécher.

Il est observé également que le groupe de rats dont on changeait la concentration en sucrose montraient des coups de lèches plus rapides, mais moins de lèches par accélération que le groupe qui n'avait pas été soumis à de changement dans la concentration de sucrose. Il y aurait une sorte de conflit entre le comportement de chercher et retrouver l'ancienne solution et celui d'accepter de consommer celle qui est proposée.

Une critique de ce modèle est qu'il se base sur des interprétations de comportements dont il n'y a pas eu de mesures systématiques. En effet, cela repose souvent sur des informations informelles, et il n'y a pas eu de comparaison systématique avec des rats qui n'ont pas expérimenté ce changement.

Sans être expert du comportement des rats, le fait de flairer les objets de l'environnement n'est pas quelque chose d'inhabituel chez un rat et il est difficile de définir un but *a priori* à ces comportements. Il apparaît alors précipité de qualifier ces comportements de « recherche ». Le fait d'observer des comportements autres que la réponse instrumentale n'induit pas forcément que ces comportements soient émis pour retrouver la solution manquante. Peut-être sont-ils émis pour combler le niveau de valeur renforçatrice atteint lorsque la solution de sucrose était élevée ? Ceci implique une autre explication que l'on pourrait donner également, à savoir que toute situation peut être une situation impliquant un

choix à faire entre plusieurs comportements. Le changement négatif dans la taille de la récompense entraînerait une diminution dans la valeur du programme de renforcement pour la réponse instrumentale, ce qui augmenterait la probabilité d'apparition d'autres opérants contrôlés par des sources de renforcement externes à celles programmées par l'expérimentateur (Herrnstein, 1970). Ici dans ces situations expérimentales, la possibilité, des sujets d'anticiper et d'établir des attentes sur les événements à venir et d'émettre des activités dites de « recherche » de la solution manquante, n'est pas remise en cause. Mais ce qui est remis en cause est le fait de valider le modèle uniquement sur des observations informelles et en qualifiant d'emblée de « recherche » certains comportements observés. En effet, ce qui est observé n'est pas un comportement de « recherche » mais simplement une topographie comportementale. Nous n'observons pas de buts ou d'intentions, mais nous pouvons simplement les inférer.

Concept de mise en condition (« establishing operation »)

Ce concept a été développé par Michael (1993) et réfère à des événements, opérations, ou stimulus qui modifient l'efficacité de certains événements comme agent renforçateur ou agent punisseur. Ainsi, il modifie donc la fréquence ou la probabilité d'émission de comportements associé avec ces événements renforçateurs ou punisseurs. Il utilise l'exemple de la privation de nourriture comme opération de mise en condition, à savoir que cette opération a pour effet d'augmenter l'efficacité de la nourriture comme événement renforçateur, et ainsi augmenter la chance de voir apparaître des comportements qui mènent à la consommation de nourriture.

Dans les expériences décrites ci-dessus, le concept de mise en condition peut rendre compte de la vitesse de course différentielle suivant le programme de renforcement qui a précédé (comme du reste dans toutes les autres formes de contraste qui vont être décrites). En effet, le programme de renforcement qui précède modifie la vitesse de course dans le programme qui suit. Dans le cas par exemple où le programme de renforcement qui précède est plus pauvre, ceci a pour effet sans doute de rendre plus efficace le programme de renforcement qui suit et ainsi d'augmenter la vitesse de course par rapport à une condition où le programme qui précède est aussi riche que celui qui suit. Dans ce cas là, cette condition initiale altère davantage l'efficacité du programme qui suit.

Contraste d'anticipation

Description de la procédure et principaux résultats

Cette seconde forme de contraste est plus actuelle que la première. Elle regroupe des études réalisées chez le rat avec une réponse de succion d'une solution (de sucrose ou de saccharine, par exemple) (Flaherty, 1996, pour une revue) et des études faites chez le pigeon avec comme variable dépendante mesurée, le débit de réponse sur une clé (Williams, 2002, pour une revue).

Chez les rats, la procédure consiste à présenter de manière répétée, deux différentes solutions successivement et de mesurer le débit relatif de consommation de la première solution comparativement à un groupe contrôle qui ne consomme la première solution que pendant la session expérimentale. On trouve généralement une diminution de la succion de la première solution lorsqu'une solution préférée est présentée ensuite, par rapport à un groupe contrôle qui ne reçoit que la solution la moins préférée (Flaherty & Checke, 1982 ; mais voir pour un effet inverse d'induction ; Weatherly et coll., 1999 ; Weatherly, Davis & Melville, 2000). Un effet de contraste positif ne semble pas avoir été étudié dans la littérature, à savoir une possible augmentation de la réponse de succion lorsque la seconde solution est moins préférée. Cette forme de contraste est finalement l'inverse du contraste successif qui s'intéresse, lui, exclusivement à l'effet de contraste sur le deuxième comportement (mais voir pour une exception ; Weatherly et coll., 1999).

Chez les pigeons, dans une tâche d'opérant libre, la procédure consiste à mesurer le changement du débit de réponse dans la première composante d'un programme multiple, chez un même sujet, lorsqu'il passe de deux composantes aux programmes de renforcement identiques, à une condition où le programme de renforcement de la seconde composante est modifié. On trouve généralement une diminution du débit de réponse lorsque la seconde composante délivre un programme de renforcement plus riche, par rapport à une condition de ligne de base où les deux composantes sont associées au même débit de renforcement. Un effet de contraste positif est également observé lorsque la seconde composante change en programme d'extinction (Williams, 1981 ; 1990a ; 1991 ; mais voir pour une absence de contraste d'anticipation chez le rat ; Williams, 1990b). Les principales différences par rapport aux études chez le rat sont la réponse mesurée et l'utilisation d'un plan intra-sujet, où le sujet est son propre contrôle.

Variables influençant le contraste d'anticipation

Concernant la procédure utilisant les réponses de consommation, le degré de contraste varie en fonction de la valeur relative de la récompense. Il semblerait que plus la valeur de la seconde solution est grande, plus l'effet de contraste est élevé (Flaherty, 1996 ; pour une revue).

Une seconde variable importante à prendre en compte serait la proximité des deux solutions dans leur valeur appétitive. Plus les deux solutions ont une valeur proche, plus la taille du contraste est grande (Flaherty, 1996). Et si les deux solutions ont des valeurs appétitives plus éloignées, alors un effet d'induction est observé, à savoir un effet d'élévation (appelé aussi facilitation) du débit de réponse pour la première solution, lorsque la seconde solution présentée est préférée (Weatherly et coll., 1999, Weatherly, Davis & Melville, 2000).

Enfin, la taille du contraste diminue à mesure que l'on augmente l'intervalle entre les deux solutions (Flaherty, 1996, pour une revue).

Concernant la procédure d'opérant libre étudiée par Williams, il y a eu moins d'études cherchant à faire varier les paramètres de renforcement. Cependant, une variable influençant le degré de contraste d'anticipation est la similarité entre les stimulus qui signalent les composantes et les programmes de renforcement associés. Plus les stimulus sont différents sur la plan de la forme ou de la couleur, plus l'effet de contraste est important (Williams, 1983 ; 2002 ; pour une revue).

Interprétations théoriques

Dévaluation hédonique

Une première interprétation des résultats observés dans la procédure pour obtenir du contraste d'anticipation négatif pour la réponse de consommation serait que la solution présentée initialement est dévaluée à cause de son association avec la solution suivante qui, elle, est préférée (Flaherty & Checke, 1982). Cependant, cette interprétation est remise en cause par une expérience de Flaherty et coll. (1995) qui entraînaient des rats à consommer une solution initiale de saccharine, associée à une odeur (S1), suivie d'une solution de sucrose, et chez les mêmes sujets, dans une autre phase, une autre solution de saccharine, associée à une autre odeur (S2), suivie d'une même solution de saccharine. Bien qu'un effet de contraste d'anticipation négatif a été trouvé (à savoir que les rats consommaient moins la solution de

saccharine qui précédait la solution de sucrose que celle qui précédait l'autre solution de saccharine, en ligne de base), aucune évidence de préférence n'a été trouvée lorsque l'on présentait les deux odeurs en programme concurrent. Alors que l'hypothèse de la dévaluation hédonique aurait prédit une préférence pour l'odeur associée avec la solution la plus consommée (S2). La récompense associée avec les deux différents indices semblent avoir la même valeur.

Compétition entre réponses

Une explication alternative à celle de la dévaluation serait la compétition entre les réponses. En effet, le fait de répondre pour obtenir la première solution serait affaibli par le fait que le sujet anticiperait déjà l'arrivée d'une seconde solution qui est distribuée à un autre endroit. Le sujet se déplacerait vers l'endroit où est délivrée la seconde solution, ce qui interférerait avec la réponse de consommation de la première solution. Des observations informelles ont confirmé cette hypothèse (Flaherty, 1996). Cependant, lorsque les deux solutions sont délivrées au même endroit, un effet de contraste d'anticipation est tout de même observé, bien que son effet soit diminué (Flaherty & Checke, 1982, expérience; Flaherty, Grigson, Coppotelli, & Mitchell, 1996).

En conclusion, les données observées semblent indiquer que la compétition entre les réponses peut influencer le degré de contraste d'anticipation, mais ne peut en elle seule, expliquer la présence de cette forme de contraste.

Inhibition par le renforcement

Cette explication vient des études de Williams pour rendre compte des résultats obtenus sur l'effet de contraste comportemental (voir la section sur le contraste comportemental, page 93). Williams postule que l'apparition de l'effet de contraste comportemental est anticipatif par nature et dépend des conditions de renforcement dans la composante suivante. Williams explique la présence de l'effet de contraste par le mécanisme d'inhibition par le renforcement (Catania, 1969 ; 1973), qui postule que l'efficacité d'un agent renforçateur diminuerait avec la proximité de la présentation de l'agent renforçateur suivant.

Afin de tester cela, Williams (1976) entraînait des pigeons dans un programme multiple avec des composantes alternant toutes les 90 secondes. Au départ, le programme de renforcement était un IV 90 sec. dans chaque composante. Cela veut dire qu'en moyenne, 1

agent renforçateur était délivré par présentation de chaque composante du programme. Ensuite, le programme dans l'une des composantes était changé, mais laissait le débit de renforcement relatif molaire inchangé à 1 agent renforçateur délivré par composante. Ce qui changeait, c'était le moment où l'agent renforçateur était délivré durant la présentation de cette composante. Parfois c'était au début de la présentation (5 secondes après le début de la composante), parfois au milieu (45 secondes) ou à la fin (80 secondes). L'auteur observait alors, comme attendu, un large effet de contraste positif lorsque l'agent renforçateur était délivré 80 secondes après le début de la composante et un petit effet de contraste négatif pour l'agent renforçateur délivré 5 sec après, par rapport au débit de réponse en ligne de base. De plus, il a été observé que les différences dans le débit de réponse, dans la condition d'un effet de contraste négatif, étaient dues aux changements observés dans le pattern de réponse en fin de composante (i.e., les sujets répondant moins lorsque l'agent renforçateur dans la composante suivante était délivré 5 sec après le début du programme).

Cependant cette explication est mise à mal car lorsque les composantes qui suivent ne sont plus signalées de manière différentielle, l'effet de contraste disparaît et un effet inverse à celui du contraste apparaît. (Williams, 1992).

Concept de mise en condition (« establishing operation »)

Ce concept a été développé par Michael (1993) et réfère à des événements, opérations, ou stimulus, qui modifient l'efficacité de certains événements comme agents renforçateurs ou punisseurs. Ainsi, il modifie la fréquence ou la probabilité d'émission de comportements associés avec ces événements renforçateurs ou punisseurs. Il utilise l'exemple de la privation de nourriture comme opération de mise en condition, à savoir que cette opération a pour effet d'augmenter l'efficacité de la nourriture comme événement renforçateur et ainsi d'augmenter la chance de voir apparaître des comportements qui mènent à la consommation de nourriture.

Dans les expériences décrites ici, la seconde solution proposée modifiait le débit de succion ou le programme de renforcement qui suivait modifiait le débit de réponse. Cette seconde solution ou ce programme de renforcement qui suit peuvent ainsi être considérés comme une opération de mise en condition même si ce programme apparaissait après l'émission de la réponse cible.

Contraste comportemental

Description de la procédure et principaux résultats

Ce type de contraste a été étudié dans une procédure de conditionnement opérant typique, à savoir celle d'opérant libre. Un programme multiple est typiquement agencé, dans lequel en général, deux composantes alternent (signalées donc par un stimulus distinct) de manière aléatoire. Le programme de renforcement est classiquement un programme à intervalle variable. Concernant le plan expérimental utilisé, il faut savoir tout d'abord, qu'il n'y a pas d'utilisation de groupe de sujets comme précédemment, en effet, les sujets sont leur propre contrôle. Conventionnellement, une phase de ligne de base est introduite où les programmes de renforcement sont identiques pour les deux composantes. Suit une phase expérimentale (présente généralement dans une nouvelle session ou durant une seconde partie d'une même session ; voir pour un exemple McSweeney & Melville, 1993) où il s'agit de modifier, le plus souvent, la fréquence de renforcement d'un des programmes de renforcement pendant que la fréquence de renforcement pour l'autre composante reste constante. La taille de l'effet de contraste est mesurée soit en calculant le pourcentage de changement dans le débit de réponse par rapport à la ligne de base, soit par la différence entre le débit de réponse absolu dans la composante constante en phase expérimentale et son débit de réponse en ligne de base. (voir pour une différente définition du contraste comportemental McSweeney & Norman, 1979). La première méthode de calcul est souvent privilégiée et est plus adaptée lorsqu'il y a de larges différences inter-individuelles dans les débits de réponse absolus (Williams, communication personnelle, Octobre 2006).

Ici, on s'intéresse uniquement au changement de débit de réponse dans la composante constante car elle reflète une mesure relativement pure de l'effet de mécanismes autres que celui produit par l'effet du programme de renforcement qui suit ou qui précède sur le débit de réponse pour l'autre programme (voir la loi de la correspondance appliquée aux programmes simples Herrnstein, 1958). Puisque le programme de renforcement est constant, on ne devrait pas observer un débit de réponse différent entre les deux conditions, selon la loi de la correspondance, alors que le facteur produisant l'effet de contraste dépend au contraire des conditions de renforcement dans la composante alternative (changeante).

De plus, la différence dans le débit de réponse pour un même programme de renforcement ne peut être expliquée par des débits de renforcement différents, car pour des programmes à intervalle variable, le débit de renforcement global est constant pour une large

gamme de débits de réponses (McSweeney, communication personnelle, Novembre 2006 ; Nevin & Shettleworth, 1966 ; Reynolds, 1961a ; Reynolds & Limpo, 1968).

Au niveau des résultats, Reynolds (1961a) a été le premier à observer que lorsque l'on augmentait le débit de renforcement pour la composante variable, le débit de réponse dans la composante constante diminuait par rapport à la ligne de base (effet de contraste négatif). Inversement, lorsqu'on diminuait la fréquence de renforcement du programme variable, en le changeant en un programme d'extinction, une augmentation du débit de réponse pour la composante constante était observée, par rapport au débit de réponse obtenu en ligne de base, lorsque les deux programmes délivraient le même débit de renforcement.

D'autres variables que le débit relatif de renforcement peuvent aussi bien produire un effet de contraste comportemental, comme une qualité différentielle de l'agent renforçateur (Beninger & Kendall, 1975 ; Ettinger, McSweeney, & Norman, 1981 ; McSweeney, Melville, & Higa, 1988). A savoir, lorsque la qualité de l'agent renforçateur était diminuée dans une composante, le débit de réponse augmentait dans l'autre composante, et lorsque la qualité de l'agent renforçateur était meilleure dans une composante, le débit de réponse diminuait dans l'autre composante, toujours par rapport au débit de réponse en ligne de base pour le même programme de renforcement.

Une autre variable était la quantité différentielle de renforcement avec le même effet que pour le débit ou la qualité différentielle de renforcement, bien que le degré de contraste était moins important et moins fiable qu'avec les autres variables (Ettinger, McSweeney, & Norman, 1981 ; Shettleworth & Nevin, 1965).

Le changement du débit de réponse dans la composante changeante semble ne pas avoir d'effet sur la présence ou non d'un effet de contraste (Bloomfield, 1967 ; Reynolds, 1961a ; Sadowsky, 1973 ; Hallyday & Boakes, 1974 ; Williams, 1983 ; pour une revue ; Terrace, 1963 ; pour une exception). En effet, avoir un programme à ratio fixe (RF), qui soutient un haut débit de réponse, ou un programme différentiel à bas débit de réponse (DRL), qui maintient donc un bas débit de réponse, tout ceci n'a pas d'effet différentiel sur l'effet de contraste obtenu lorsque dans ces deux différentes conditions, le même débit relatif de renforcement pour la composante constante est maintenu (mais voir un effet inverse au contraste dans un programme IV-FR; Bloomfield,1967).

Par ailleurs, il est possible de trouver un effet inverse à celui du contraste (induction dans la terminologie skinérienne), à savoir, la réponse pour la composante constante suit

l'augmentation du débit de réponse dans la composante changeante, lorsque celle-ci délivre un programme de renforcement plus riche (Pear & Wilkie, 1971).

L'effet de contraste est généralement stable dans le temps (voir pour une revue ; Williams, 1983 ; 2002) mais il peut également être transitoire, disparaître au bout de quelques sessions expérimentales, ou à l'intérieur même d'une composante (Blough, 1983 ; Malone, 1973 ; Nevin & Shettleworth, 1966). Dans ces cas là, la procédure est quelque peu modifiée. La composante précédant la composante cible (constante) est toujours la même, délivrant le même débit de renforcement alors que la composante qui suit n'est jamais prévisible.

Il est à noter que l'inverse est également réalisé pour étudier le contraste d'anticipation, c'est-à-dire, un programme multiple à quatre composantes est utilisé dans lequel les deux composantes cibles sont toujours suivies par la même composante délivrant un programme différentiel de renforcement, et la composante qui précède alterne de manière aléatoire (Williams, 1992 ; pour un exemple).

Cet effet de contraste comportemental semble s'appliquer également chez les humains, même si très peu de recherches semblent avoir été réalisées dans ce domaine (Rovee-Collier & Capatides, 1979 ; Waite & Osborne, 1972 ; chez les enfants ; O'Brien, 1968 ; chez les adultes).

Variables influençant le contraste comportemental

Le débit de renforcement relatif

Le débit de réponse pour une composante d'un programme multiple semble être fonction du débit de renforcement relatif délivré par cette composante (relatif au débit de renforcement délivré pour la composante alternative) (Herrnstein, 1970). Consistant avec cette hypothèse, l'effet de contraste est indépendant de la réponse observée dans la composante changeante (Hallyday & Boakes, 1974 ; Reynolds, 1961 ; Sadowsky, 1973 ; Williams, 1983, 1988, 2002 ; pour une revue). En effet, dans le cas d'un effet de contraste positif, il n'est pas nécessaire, pour obtenir un effet de contraste, que le débit de réponse pour la composante alternative (le plus souvent un programme d'extinction) diminue, il peut rester inchangé.

Sur le plan quantitatif, on observe que l'effet de contraste comportemental tend à être plus important au plus la différence entre les deux composantes dans le débit de renforcement est grande (Bloomfield, 1967 ; Reynolds, 1961b ; Williams, 1983). Cependant, une autre

étude paramétrique indique que le degré de contraste positif (i.e., lorsque la composante variable change en un programme d'extinction) varie de manière inverse avec le débit de renforcement dans la composante constante (Spealman & Gollub, 1974). Cela veut dire que le degré de contraste est plus grand lorsque le débit de renforcement pour le programme constant est faible, c'est-à-dire lorsque la différence entre les programmes de renforcement des deux composantes est plus faible (i.e., puisqu'il y a une composante en programme d'extinction), ce qui va à l'encontre de l'hypothèse d'un lien positif entre le degré de contraste et le degré de différence entre les programmes de renforcement.

La durée des composantes

L'effet de contraste comportemental positif ou négatif est plus grand lorsque la durée des composantes est plus courte et que les durées des composantes sont identiques (McSweeney, 1982 ; Williams, 1989). De courtes composantes augmentent le débit d'alternation entre les composantes, ce qui peut favoriser l'interaction entre les composantes (Flaherty, 1996 ; Williams, 1989).

Maintenant, quels effets trouve-t-on, si l'on fait varier la durée d'une des composantes pendant que l'autre reste constante ? Tout d'abord, dans une étude de McSweeney et Melville (1993), pour un programme multiple produisant un effet de contraste positif (programme IV-EXT), lorsque l'on augmente la durée du programme à extinction (composante variable) et que l'on laisse constante la longueur de la composante cible (composante constante), les effets sur la taille du contraste positif sont plus grands, c'est-à-dire le degré de l'effet de contraste augmente avec l'augmentation de la durée de la composante variable mais diminue pour les durées les plus grandes). Par contre, lorsque c'est la durée de la composante constante qui varie, aucun changement dans le degré de contraste n'est observé sous les différentes conditions.

Pareillement, lorsque c'est maintenant la longueur de la composante constante qui varie (alors que la composante variable est maintenant le programme de renforcement le plus riche, produisant ainsi un effet de contraste négatif), les effets sur la taille du contraste négatif sont plus grands, à savoir la taille de l'effet de contraste augmente lorsque la durée de la composante constante augmente. Mais, aucune variation dans le degré de contraste négatif n'est observée lorsque c'est la longueur de la composante variable qui est modifiée.

Globalement, la taille de l'effet de contraste, que ce soit positif ou négatif, est plus grande lorsque la durée de la composante, délivrant le programme de renforcement le plus

pauvre, est plus longue. On retrouve ce même effet de la durée de la composante la plus « pauvre » dans d'autres études (Aronson, Balsam, & Gibbon, 1993 ; cité par Flaherty, 1996 ; Williams, 1989). C'est comme si la valeur de la composante la plus riche est enrichie lorsque sa durée est plus courte relativement à la composante la plus pauvre.

La similarité des stimulus

Un autre facteur qui influence le degré de contraste est la similarité entre les stimulus qui signalent les différentes composantes d'un programme multiple, et donc la difficulté de la discrimination entre les stimulus. Des premières études ont semblé indiquer que la taille du contraste augmentait lorsque les stimulus étaient similaires (produisant une discrimination difficile) (voir par exemple, Bloomfield, 1972 ; Blough, 1983 ; mais voir pour une exception ; Malone, 1976). D'autres études ont montré que la manipulation de la similarité des stimulus avaient un effet différent selon le type de contraste observé dans la littérature. En effet, des stimulus similaires ont pour effet d'augmenter la taille du contraste local (donc effet de contraste transitoire), et la disparition de cet effet semble dépendre de l'apprentissage de la discrimination des stimulus qui signalent les composantes d'un programme multiple (Blough, 1983 ; Nevin & Shettleworth, 1966 ; Terrace, 1963 ; Williams, 1983 ; 2002). Alors qu'avec des stimulus bien différents, la taille du contraste local diminue (Blough, 1983).

Par contre, on observe l'effet inverse pour le contraste global ou molaire, qui persiste lui dans le temps. En effet, augmenter la similarité entre les stimulus a pour effet de diminuer la taille du contraste molaire, alors qu'utiliser des stimulus bien différents, comme c'est le cas traditionnellement pour l'étude du contraste comportemental (voir pour une revue ; Williams, 1983 ; 2002), permet d'augmenter la taille du contraste comportemental.

Interprétations théoriques

Il est souvent mis en garde que la recherche d'un seul principe, pouvant rendre compte de l'ensemble des études impliquant du contraste, est impossible et ne semble pas être une entreprise théorique adéquate et pertinente (Mackintosh, 1974, cité par Flaherty, 1996 ; Williams & McDevitt, 2001). Plusieurs interprétations ou mécanismes proposés pour expliquer une ou plusieurs formes de contraste vont être présentés ici. Certaines interprétations théoriques sont incompatibles entre elles, tandis que d'autres peuvent co-

exister et ensemble rendre compte de toutes les variables influençant le contraste comportemental.

Le contraste d'anticipation

Dans une procédure avec un programme multiple, classiquement à deux composantes, utilisée pour obtenir du contraste comportemental, les composantes alternent à chaque fois, si bien que la composante cible (constante) est toujours suivie et est toujours précédée de la composante variable. Dans cette procédure, il est impossible de connaître l'effet différentiel de la composante qui précède et de celle qui suit sur l'apparition de l'effet de contraste dans la composante cible.

Pour ce faire, Williams (1981 ; voir aussi, mais avec un plan expérimental et des résultats plus complexes à analyser, Williams & Wixted, 1986) étudiait cela dans un programme multiple à trois composantes AXB, dans lequel la première et troisième composantes (notées respectivement A et B) étaient des composantes cibles, dont le débit de renforcement était le même entre les deux et ne changeait jamais. La composante du milieu (composante X) était la composante variable en fonction des conditions. Dans cette procédure, la composante A était toujours précédée de la composante B et la composante B était toujours suivie de la composante A (AXB-AXB). Un changement dans le débit de réponse entre deux conditions ne pouvait donc être attribué à la composante qui précédait pour la composante A et celle qui suivait pour la composante B. Le changement dans le débit de réponse ne peut être attribué que par le changement dans le programme de renforcement pour la composante X, puisque le débit de renforcement pour les composantes A et B restait identique entre les conditions.

Concernant les résultats, il a été observé que pour la composante B, le débit de réponse changeait peu suite à un changement dans le programme de renforcement pour la composante X, alors qu'un effet de contraste significatif était observé pour la composante A au delà de quelques sessions. Ces résultats laissent suggérer que les principaux déterminants du contraste comportemental (effet molaire) sont dus à la composante qui suit la composante stable, soit un effet de contraste d'anticipation.

Par contre, pour la composante B, il était observé parfois un effet de contraste mais cet effet était transitoire et faible, en plus il n'apparaissait pas chez tous les sujets (mais voir pour une absence de réplication d'un effet de contraste différentiel selon l'ordre de la composante ; Weatherly, Melville, Swindell, McMurry, 1998). De plus, dans une autre étude, Farley

(1980), dans une procédure similaire, utilisa le stimulus qui signalait les composantes stables comme agents renforçateurs conditionnés potentiels qui servaient comme dernier maillon d'une chaîne de comportements. Les résultats ont montré que le stimulus de la composante qui précédait la composante variable voyait son pouvoir renforçateur augmenter, mais pas le stimulus qui signalait la composante qui suivait la composante variable. Ces études montrent une évidence d'interactions asymétriques entre les composantes, la composante qui suit semble avoir davantage d'effet sur le débit de réponse pour la composante cible.

Afin d'expliquer cet effet, il est avancé que le sujet est capable d'anticiper les événements à venir et de s'adapter en conséquence (Williams, 2002). Ainsi, lorsque la composante qui suit est un programme d'extinction, le sujet appuie davantage sur la composante qui précède, car elle annonce un prochain appauvrissement des conditions de renforcement (Zentall & Singer, 2006). Cette situation serait assez similaire à l'accélération du débit de réponse observée dans la procédure de limitation dans la disponibilité de l'agent renforçateur (programme *limited-hold* en anglais) (Hearst, 1958 ; Weissman, 1963).

Williams (2002) propose que les sujets comparent le programme de renforcement actuel à celui qui va suivre, pour expliquer l'apparition du contraste. Cependant, des réserves peuvent être avancées sur la nature de ce comparateur similaire à celui invoqué pour expliquer l'effet de contingence pavlovienne (Durlach, 1989), alors que plusieurs études ont réussi à dissocier les effets de contingence pavlovienne de ceux du contraste (Hassin-Herman, Hemmes, & Brown, 1992 ; Williams, 1990, 1992 ; Williams & McDevitt, 2001). De plus, cette interprétation n'explique pas pourquoi ce processus de comparaison entre les programmes de renforcement se ferait lors de la composante qui précède et non pour la composante qui suit.

La valeur relative de renforcement

La question posée ici est de savoir si, dans le cas du contraste comportemental positif, par exemple, l'augmentation du débit de réponse est due à une augmentation de la valeur relative de ce stimulus causée par la détérioration des conditions de renforcement dans la composante alternative (Bloomfield, 1969 ; Flaherty, 1996 ; Williams, 1983 ; 1991 ; 1997). Plus généralement, la question est de savoir si le contexte affecte la valeur donnée à un stimulus. Si un stimulus était présenté dans un contexte de renforcement riche, sa valeur diminuerait, mais s'il était présenté dans un contexte pauvre, sa valeur augmenterait. Cette interprétation semble être consistante avec les études qui, au lieu de varier la fréquence

relative de renforcement, variaient soit la qualité relative de l'agent renforçateur par rapport à celui délivré dans la composante alternative (Beninger & Kendall, 1975 ; Ettinger, McSweeney, & Norman, 1981 ; McSweeney, Melville, & Higa, 1988), soit la durée (ou la quantité relative de l'agent renforçateur), bien que le degré de contraste soit généralement moins important (Shettleworth & Nevin, 1965 ; Weatherly, Melville, Swindell, 1997), soit en modifiant le délai relatif jusqu'au renforcement (Richards, 1972), ou enfin, en changeant le degré d'aversion pour la composante variable (Lattal & Griffin, 1972 ; Sadowsky, 1973).

L'idée d'un changement dans la valeur relative d'une composante, du fait d'un changement dans les conditions de renforcement dans l'autre composante, est l'interprétation la plus intuitive de l'apparition de l'effet de contraste comportemental. Mais pour Williams (1991), il y a un pas entre l'observation de l'effet de contraste comportemental et l'explication selon laquelle la valeur relative d'un programme changerait en phase expérimentale par rapport à la ligne de base.

Pour mesurer la valeur relative d'une composante par rapport à une autre, il existe d'autres mesures que le débit de réponse relatif. Une de ces autres mesures est notamment de présenter les deux stimulus corrélés à chaque composante en programme concurrent. On mesure alors la préférence pour ce stimulus, ou plus précisément la proportion de choix d'un stimulus sur l'ensemble des choix réalisés. Ceci a été réalisé dans plusieurs recherches menées par Ben Williams (1991 ; 1992 ; Williams & McDevitt, 2001) et les résultats obtenus semblent réfuter cette interprétation.

Dans ces études, un programme multiple à quatre composantes était présenté, dans lequel les deux composantes cibles (avec chacun le même programme de renforcement) étaient suivies à chaque fois de la même composante et la composante qui précédait alternait de manière aléatoire. Soit la paire A-X, avec la composante A associée à un programme à intervalle de renforcement de 2 minutes (IV 2 min, composante constante) était toujours suivie par la composante X qui était associée à un programme de renforcement plus riche à intervalle variable de 30 secondes (IV 30 sec, composante variable selon les conditions). La composante A était toujours suivie de la composante X. Une autre paire du programme, la paire B-Y était également présentée où la composante B avait le même programme de renforcement que la composante A (IV 2 min, composante constante) et était toujours suivie par la composante Y qui était corrélée à un programme d'extinction (composante variable). Les composantes A et B étaient précédées aléatoirement de la composante X ou Y.

Ensuite, des essais de choix étaient introduits où les stimulus des composantes A et B étaient présentés simultanément selon un programme de renforcement identique (IV 2 min). Au niveau des résultats, il a été observé que le débit de réponse pour la composante B était supérieure à celui observé pour la composante A. Cependant, en phase de choix, une plus grande proportion de réponses pour le stimulus A était observée (mais voir pour des résultats inverses Bloomfield, 1969).

On observe donc une relation inverse entre le débit de réponse en programme multiple et le degré de préférence en test de préférence (voir aussi Fantino & Romanowich, 2006). Ces données laissent suggérer que le fait de répondre davantage, dans une composante dans un programme multiple, ne veut pas dire que cette composante a davantage de valeur, ici c'est même le contraire qui se produit (si la procédure de choix est un bon indicateur de la valeur relative d'un stimulus). Ce qui nous intéresse davantage ici, c'est que l'apparition du contraste comportemental n'est pas due à la modification de la valeur d'un stimulus en fonction du changement dans le contexte de renforcement. De même, une autre étude de Williams (1991) a indiqué un manque de correspondance entre le développement du contraste en programme multiple et le développement de la préférence en programme de choix. En tous les cas, on trouve une dissociation entre les deux mesures de la valeur relative de renforcement.

Williams propose que les déterminants de la réponse dans ces deux différents types de programmes soient contrôlés par des variables distinctes. Le débit de réponse différentiel dans un programme multiple est produit par un mécanisme expliquant l'effet de contraste (voir au-dessus), alors que la réponse de choix est contrôlée par des contingences pavloviennes, proches de l'autofaçonnage, puisque ici, c'est le stimulus qui précède une amélioration dans les conditions de renforcement qui est préféré (Williams, 2002 ; Williams & McDevitt, 2001 ; voir pour une même conceptualisation ; Nevin, Grace, Holland, McLean, 2001, Nevin, Smith & Roberts, 1987 ; et voir aussi pour un lien avec l'économie comportementale; Nevin, 1995). Une autre interprétation des résultats en test de préférence, plus anthropomorphique, serait que l'animal percevrait une contingence action-conséquence, c'est-à-dire « répondre en présence de l'indice A produit la récompense X, et répondre en présence de l'indice B produit Y, donc une période d'extinction » (Flaherty, 1996). Ce type de programme de choix présenté peut être perçu par le sujet comme un programme concurrent en chaînes où la réponse dans un lien initial produit l'accès à un lien terminal particulier. La réponse dans les « liens initiaux », est fonction, puisque la longueur des liens initiaux est identique, de la valeur relative des liens terminaux (Grace, 1994).

Un autre élément en défaveur de l'hypothèse de la valeur relative de renforcement vient d'une autre étude (Reynolds & Limpo, 1968), où les auteurs signalaient dans la composante variable, en phase de contraste, la disponibilité de l'agent renforçateur, ce qui avait pour effet d'augmenter le débit de renforcement délivré pour cette alternative par rapport au débit de renforcement délivré pour la composante constante. Au lieu d'observer une diminution du débit de réponse dans la composante constante (contraste négatif), l'effet inverse était constaté, à savoir une augmentation dans le débit de réponse.

Enfin, le degré de probabilité d'apparition d'un opérant en présence et en l'absence d'un stimulus discriminatif réfère au degré de *stimulus contrôle* exercé par ce stimulus (Hendry, 1969). Ainsi dans le cas d'un programme multiple, avec changement du programme de renforcement dans la composante alternative, le changement dans le débit de réponse par rapport à la ligne de base peut refléter un changement dans le contrôle du stimulus discriminatif et non un changement dans la valeur relative de renforcement signalé par ce stimulus. En effet, le degré de stimulus contrôle augmente lorsque la proportion de renforcement que signale ce stimulus augmente relativement à la composante alternative. Les deux explications semblent, cependant, difficiles à séparer empiriquement, mais sont diamétralement opposées par rapport aux processus expliquant ce changement dans le débit de réponse pour un programme de renforcement en fonction du changement dans le contexte de renforcement. Alors que pour l'hypothèse de la valeur relative de renforcement, c'est le changement dans l'efficacité relative de l'agent renforçateur qui explique le changement du niveau de réponse (i.e., relation réponse - agent renforçateur), pour l'hypothèse du stimulus contrôle, c'est le changement dans le degré du stimulus contrôle exercé par le stimulus discriminatif qui modifie le débit de réponse (i.e., relation stimulus discriminatif – réponse).

En conclusion, on peut remettre en cause sérieusement la valeur relative comme explication du contraste, mais la performance dans les tests de préférence mérite une meilleure compréhension avant qu'une conclusion finale ne puisse être dressée (Flaherty, 1996).

L'hypothèse de la réallocation comportementale

Cette hypothèse dérive de l'analyse faite par Herrnstein (1970) pour rendre compte de la réponse opérante dans les programmes de renforcement simples. Dans ce type de procédure, la réponse opérante n'est pas le seul comportement émis par l'animal. D'autres comportements sont émis, qui ne sont pas mesurés, et qui sont contrôlés par des contingences

externes à celles programmées par l'expérimentateur. La même analyse peut être appliquée avec les programmes multiples pour expliquer l'effet de contraste comportemental (McLean & White, 1983 ; voir Williams, 1983 ; pour une revue). Pour chaque composante d'un programme multiple, un choix est en fait à l'œuvre. Le choix se fait, entre le programme de renforcement primaire, contrôlé par l'expérimentateur, et le programme de renforcement *externe* présent dans chacune des composantes d'un programme multiple. Les réponses *externes* entreraient en compétition avec les réponses opérantes mesurées, et c'est sur la base de cette compétition que l'effet de contraste comportemental apparaîtrait. Lorsqu'un programme multiple IV IV change en un programme multiple IV EXT, les comportements *externes* non mesurés sont libres d'apparaître avec une fréquence élevée dans la composante associée au programme d'extinction, puisque dans ce cas il n'y a plus de compétition comportementale.

L'hypothèse critique, ici, serait que lorsque le sujet retourne dans la composante stable renforcée par le comportement opérant mesuré, le degré de compétition diminuerait, puisque les agents renforçateurs contrôlés par les contingences *externes* verraient leur valeur diminuer à cause de la satiété temporaire (ou augmenter lorsque la composante changeante est changé en programme de renforcement plus riche à cause de la privation). Les comportements *externes* seraient, entre la phase de ligne de base et la phase de contraste, réalloués entre les composantes du programme multiple. Ainsi, le comportement mesuré serait libre d'augmenter à un débit supérieur à celui observé en ligne de base, dans le cas d'un programme multiple IV EXT.

L'évidence expérimentale venait d'une étude chez des rats (Hinson & Staddon, 1978 ; cité par Williams, 1983 ; voir aussi Dougan, McSweeney, & Farmer-Dougan, 1986) où l'on plaçait dans la chambre expérimentale une roue. Une procédure typique de contraste était mise en place. L'effet de contraste était mesuré en l'absence de la roue dans la chambre expérimentale. L'effet de contraste comportemental était seulement significatif lorsque la roue était présente.

Le problème avec cette interprétation est que l'effet de contraste dépend du changement dans le débit de réponse pour la réponse instrumentale dans la composante changeante, en phase de contraste. Or nous avons vu, précédemment, que l'effet de contraste ne dépendait pas du changement dans le débit de réponse pour la composante changeante. En effet, changer un programme multiple IV VT en un programme IV EXT produit du contraste alors que le changement dans le débit de réponse pour la composante changeante en phase de contraste est

faible par rapport au débit de réponse observé en phase de ligne de base (Williams, 2002). Alors que selon l'hypothèse de la réallocation comportementale, le degré de compétition entre les deux sources de renforcement pour la composante changeante ne devrait pas changer entre la phase de ligne de base et la phase de contraste, puisqu'en ligne de base, aucune réponse opérante n'était nécessaire pour obtenir le renforcement (programme de renforcement VT, c'est-à-dire que le renforcement est délivré indépendamment de la réponse).

Un autre argument en défaveur de cette présente hypothèse est qu'elle prédit un effet de contraste maximal au début de la composante constante, car c'est à ce moment là que la satiété pour les agents renforçateurs, venant des comportements *externes*, est à son maximum. Mais cette interprétation est remise en cause par le fait que ce type de contraste local soit temporaire et dépende de la similarité entre les stimulus qui signalent les composantes d'un programme multiple (Williams, 2002).

L'habituation à l'agent renforçateur

Une explication alternative se rapproche de la précédente par l'accent porté aux mécanismes de satiété et de privation (utilisés ici plutôt que les termes habituation et sensibilisation ; McSweeney, Murphy, & Kowal, en presse), mais cette fois pour les agents renforçateurs délivrés par les programmes de renforcement contrôlés par l'expérimentateur.

Cette interprétation du phénomène de contraste comportemental dérive du fait que l'efficacité d'un agent renforçateur varierait entre la phase de ligne de base et la phase de contraste. Selon McSweeney et Weatherly (1998), les agents renforçateurs perdent de leur efficacité en fonction de la fréquence de renforcement dans une session expérimentale, à cause de l'habituation à la valeur de l'agent renforçateur (voir aussi McSweeney & Hinson, 1992 ; McSweeney & Swindell, 1999 ; et Epstein et al., 2003 ; pour une application chez les enfants). La valeur d'un agent renforçateur est définie, ici, comme l'efficacité de ce stimulus à maintenir une réponse opérante, donc l'habituation à un agent renforçateur produit une diminution du débit de réponse contrôlé par cet agent renforçateur. Dans une expérience classique pour étudier le contraste, une phase de ligne de base (programme multiple IV IV) est comparée avec une phase de contraste (par exemple, programme multiple IV EXT). Ceci implique qu'en phase de contraste, il y a moins d'agents renforçateurs distribués qu'en phase de ligne de base, et donc il y aurait moins d'habituation à la valeur de renforcement, ce qui expliquerait l'augmentation du débit de réponse pour la composante constante en phase de contraste. Inversement, lorsque la composante alternative délivre davantage d'agents

renforçateurs en phase de contraste, l'habituation à la valeur de renforcement se fait plus rapidement, expliquant l'apparition du contraste négatif (i.e., diminution du débit de réponse pour la composante constante).

Il est également supposé que la valeur d'un agent renforçateur change de façon dynamique à l'intérieur d'une même session en fonction de la composante alternative (qui change à l'intérieur d'une même session) (McSweeney, Murphy, & Kowal, 2003). En effet, en phase de contraste lorsque la composante alternative ne délivre pas de renforcement, par exemple, les agents renforçateurs délivrés dans la composante constante sont plus efficaces que lors de la ligne de base.

Ce que cette interprétation, contrairement à d'autres, permet d'expliquer, c'est le fait que lorsqu'il y a un changement dans le signal de la composante variable ou dans les stimulus présents en phase de contraste (en maintenant le même programme de renforcement), alors le débit de réponse pour la composante constante augmente (McSweeney, Kowal, Murphy, & Isava, 2004 ; McSweeney, Kowal, Murphy, & Wiediger ; Reynolds & Limpo, 1968). On peut expliquer ces résultats par un effet de déshabitude, qui est l'inverse de l'habituation, à savoir une augmentation du débit de réponse lorsque l'on change les conditions de renforcement ou les conditions environnementales, comme ici.

Cette interprétation, bien qu'elle puisse rendre compte, seule, de certains faits expérimentaux, ne peut, par contre, rendre compte de tous les résultats observés pour ce type de contraste. En effet, elle ne peut expliquer l'effet de contraste d'anticipation identifié dans un programme multiple A-X B-Y (voir ci-dessus). Dans ce type de présentation, pour les composantes A et B, selon l'hypothèse de l'habituation, il ne devrait pas y avoir d'habituation différentielle et donc pas de débit différentiel de réponse, puisque ces composantes sont précédées aléatoirement des mêmes composantes (i.e., soit la composante X, soit la composante Y). L'habituation à l'agent renforçateur dépend des événements passés, alors que les résultats semblent indiquer que la réponse est, au contraire, dépendante des événements à venir.

La théorie de l'additivité

Cette théorie postule que le phénomène de contraste serait dû à des contingences pavloviennes (relation stimulus discriminatif - stimulus renforçateur). Des coups de becs provoqués par des contingences pavloviennes viendraient s'ajouter aux coups de becs contrôlés par les contingences opérantes (Keller, 1974 ; Rachlin, 1973). Les arguments en

faveur de cette théorie viennent de faits expérimentaux qui montraient que 1) le contraste comportemental n'apparaissait que si le stimulus discriminatif se trouvait sur la clé de réponse opérante, 2) la présence de contraste dans des programmes de renforcement indépendant de la réponse opérante, où seule la relation stimulus – renforçateur semblait être à l'œuvre, et 3) l'occurrence de coups de bec provoqués par le signal et les coups de bec contrôlés par des contingences opérantes pouvait être dissociée fonctionnellement grâce à la procédure de signal de la clé (« signal key » en anglais) et dans ce cas, seule la fréquence de coups de bec sur cette clé de signal variait durant la phase de contraste.

Cependant, tous ces arguments en faveur de la théorie de l'additivité ont tous les trois été infirmés. Tout d'abord, pour le premier argument, des faits expérimentaux ont montré que l'effet de contraste comportemental apparaissait même si le stimulus discriminatif se trouvait hors de la clé de réponse opérante (voir pour une revue ; Williams, 1983). Ensuite, pour le deuxième argument, une explication alternative serait que le contraste apparaîtrait certainement à cause du renforcement accidentel d'une réponse ou chaîne de réponses, et ceci bien que le renforcement soit non contingent à une réponse opérante (Williams, 2002). Enfin, pour le troisième argument, l'interprétation des résultats obtenus avec cette procédure de signal de la clé ne semble pas si évidente que cela et son interprétation est en fait plus complexe (voir Williams, 1983 ; 2002).

Concept de mise en condition (« establishing operation »)

Ce concept a été développé par Michael (1993) et réfère à des événements, opérations, ou stimulus qui altèrent l'efficacité de certains événements comme agent renforçateur ou agent punisseur. Ainsi, il modifie donc la fréquence ou la probabilité d'émission de comportements associé avec ces événements renforçateurs ou punisseurs. Il utilise l'exemple de la privation de nourriture comme opération de mise en condition, à savoir que cette opération a pour effet d'augmenter l'efficacité de la nourriture comme événement renforçateur et ainsi d'augmenter la chance de voir apparaître des comportements qui mènent à la consommation de nourriture.

Ce concept de mise en condition peut également rendre compte du débit différentiel de réponse lorsque la composante alternative change en programme d'extinction. Dans ce cas-ci, le programme d'extinction augmenterait l'efficacité du programme de renforcement qui alterne. Ainsi cela augmenterait le débit de réponse par rapport à la condition de ligne de base,

dans lequel le programme qui alterne est le même programme de renforcement que pour la composante cible.

Cette explication est à rapprocher de celle de l'habituation à l'agent renforçateur présentée plus haut.

Comparaison des différentes formes de contraste à la forme de contraste intra-essai

La question posée, ici, est de savoir si la forme de contraste que l'on étudie ne peut pas être réduite à une forme de contraste déjà existante. En effet, avant de pouvoir parler d'une nouvelle forme de contraste, par principe de parcimonie, il faut veiller à ce que d'autres concepts ne rendent pas déjà compte du phénomène. C'est ce que nous allons démontrer ici.

Comparaison du contraste intra-essai avec le contraste successif

Ce qu'il y a de commun, entre les deux formes de contraste décrites, est que l'on s'intéresse au changement de comportement durant une seconde composante d'une tâche (Clement & Zentall, 2002). On compare ce changement suite à un événement qui est soit différent par rapport au second, soit identique ou relativement identique (dans le cas du contraste intra-essai).

Mais la différence, ici, est que les sujets expérimentent à de multiples reprises les séquences à deux événements, dans la procédure pour produire un effet de contraste intra-essai, alors que dans la procédure pour produire un effet de contraste successif, il y a une seule expérience du changement d'événement (Zentall et al., 2002). De plus, dans le premier type de procédure, les sujets ont certainement appris à anticiper les deux événements, les événements initiaux et les agents renforçateurs qui suivent, alors que dans le deuxième type de procédure, la seconde composante de la tâche ne peut pas être anticipée.

Par ailleurs, on observe ce phénomène de contraste intra-essai chez des invertébrés (Pompilio, Kacelnik, Behmer, 2006) mais pas pour la forme de contraste successif (Flaherty, 1996).

Enfin, la mesure de la réponse diffère entre les deux types de procédure. Pour la procédure qui produit un effet de contraste intra-essai, c'est une réponse de choix qui est mesurée, alors que pour la procédure de contraste successif, c'est le débit de réponse. Or Williams (1992) a montré les différences qui pouvaient apparaître entre ces deux mesures (voir plus haut). Cependant, dans une procédure (un programme multiple en chaînes) qui ressemblait fortement à la procédure utilisée pour produire un effet de contraste intra-essai, la longueur des liens terminaux était identique mais la longueur des liens initiaux différait (e.g., Fantino, 1982 ; Squires & Fantino, 1971). Bien que les pigeons choisissent davantage le lien

initial le plus court, le débit de réponse était plus élevé pour le stimulus du lien terminal qui suivait le lien initial le plus long (i.e., soit le stimulus discriminatif qui suivait l'événement relativement le plus aversif). Ainsi, ce débit de réponse plus élevé, lorsque l'événement qui précédait était plus aversif, est à relier avec l'augmentation du débit de réponse (par rapport au groupe contrôle) constatée pour l'effet de contraste successif lorsque les conditions de renforcement s'amélioraient.

Comparaison du contraste intra-essai avec le contraste d'anticipation (ou contraste comportemental)

Nous avons vu que les procédures développées pour produire du contraste d'anticipation et du contraste intra-essai se ressemblaient beaucoup (Zentall, Clement, Friedrich, & DiGian, 2006). En effet, dans ces deux types de procédures, il y a présentation répétée de deux événements appariés, le second étant plus appétitif que le premier. Par exemple, un coût de la réponse important est suivi par la présentation d'un stimulus positif, dans le cas du contraste intra-essai, et une faible concentration de saccharine est suivie par une forte concentration de sucrose dans le cas du contraste d'anticipation.

Cependant, nous avons constaté aussi que les deux effets de contraste ne se produisaient pas au même moment. Pour le contraste intra-essai, l'effet de contraste était visible lors du second événement (i.e., préférence pour un S+ par rapport à l'autre), alors que pour le contraste d'anticipation, l'effet était visible lors du premier événement (i.e., consommation différentielle de saccharine).

Le mécanisme qui produirait les deux formes de contraste semble être différent également. Pour le contraste d'anticipation, la première solution ne serait pas davantage consommée dans une situation que dans une autre à cause d'une plus grande valeur de cette substance relativement à l'autre, mais car les conditions de renforcement vont bientôt se dégrader (voir notamment, l'augmentation du débit local de réponse dans un changement d'un programme IV classique à un programme IV limited hold, Ferster & Skinner, 1957). Pour le contraste intra-essai, la valeur d'un stimulus serait fonction de l'augmentation relative (à un événement antérieur) dans la valeur du stimulus.

Enfin, la mesure de la réponse diffère entre les deux types de procédure. Pour la procédure qui produit du contraste intra-essai, c'est une réponse de choix qui est mesurée, alors que pour la procédure de contraste successif, c'est la consommation différentielle d'une solution.

Comparaison du contraste intra-essai avec le contraste local

Les relations temporelles impliquées dans le contraste intra-essai semblent être le plus proches du contraste local. Comme énoncé précédemment, ce type de contraste décrit une modification dans le débit de réponse suite à un changement dans le programme de renforcement. Pour le contraste intra-essai, l'effet de contraste se manifeste suite à un changement dans la valeur du stimulus.

Cependant, dans le contraste local, l'effet apparaît tôt dans l'entraînement et disparaît généralement avec un entraînement intensif. Or, on ne retrouve pas les mêmes effets pour le contraste intra-essai. En effet, l'effet inverse est plutôt trouvé, l'effet de contraste intra-essai se développe progressivement (Friedrich & Zentall, 2004) et augmente à mesure de l'entraînement (Singer, Berry, & Zentall, 2007). Il apparaît également, alors, que les mécanismes responsables de ces deux formes de contraste soient différents.

De plus, la mesure de la réponse diffère entre les deux types de procédure. Pour la procédure qui produit du contraste intra-essai, c'est une réponse de choix qui est mesurée, alors que pour la procédure de contraste local, c'est un débit de réponse relatif.

Conclusion

La forme de contraste identifiée comme celle du contraste intra-essai apparaît comme différente de toutes les formes de contraste présentées. Bien que des points communs ont été identifiés, le(s) mécanisme(s) impliqué(s) semble(nt) être différent(s). Comme il a déjà été conclu dans la littérature, il existe différentes formes de contraste, et toute tentative de les appliquer à un seul principe semblerait infructueuse (Flaherty, 1996). Ce qui a de commun dans toutes les formes de contraste, est la présence, juste avant ou juste après, d'une condition qui est soit meilleure ou soit pire que la condition cible (Zentall et al., 2006).

L'originalité du contraste intra-essai, est la présence d'un effet de contraste à l'intérieur d'un même essai. Un événement est jugé plus positivement s'il suit un événement relativement plus aversif. C'est également le seul à avoir révélé son effet par la réponse de choix. Du fait de tentatives infructueuses pour les autres formes de contraste à généraliser son effet à la réponse de choix, le mécanisme responsable du contraste intra-essai semble différent des autres formes de contraste présentées.

Autres phénomènes descriptibles comme un effet de contraste

La justification de l'effort ou la dissonance cognitive

En psychologie sociale, les tentatives pour expliquer le comportement humain font souvent appel à des concepts cognitifs, des constructions mentales ou sociales, telles des normes sociales (Tedeschi, Sclenker, & Bonoma, 1971 ; cité par Zentall & Singer, 2007). Ces concepts semblent difficiles à opérationnaliser. Bien qu'ils paraissent expliquer les phénomènes en question, ces raisonnements circulaires ne semblent pas expliquer les résultats et peuvent figer la recherche expérimentale en empêchant de rendre compte du phénomène par des processus ou mécanismes qui sont davantage testables expérimentalement (Zentall, 2001).

Par exemple, dans une étude d'Aronson et Mills (1959), les participants devaient comme test d'initiation, lire un texte à voix haute avant d'être autorisés à assister à un groupe de discussion. Les participants qui avaient à lire à voix haute un texte embarrassant, au contenu sexuel explicite (test sévère) jugeaient ce groupe de discussion comme plus intéressant que ceux qui avaient à lire un texte non explicite sexuellement (test moyen) (voir également Lodewijckx & Syroit, 2001). Les auteurs ont expliqué ce résultat par le fait que les participants du groupe « test sévère » justifiaient leur comportement difficile ou embarrassant à émettre par l'augmentation de valeur de la conséquence, qui était d'assister au groupe de discussion. Ceci était fait afin de réduire l'état de dissonance entre les actes et les cognitions.

Ces résultats peuvent apparemment être expliqués par l'effet de contraste intra-essai (Zentall, 2008). En effet, la méthodologie pour étudier le contraste intra-essai est relativement similaire à celle utilisée dans les expériences pour étudier la justification de l'effort. Ce qui est manipulé dans les expériences sur la justification de l'effort est le degré d'aversion du test d'initiation initial et ce qui est mesuré est l'effet du type d'initiation sur la valeur de la même récompense qui suit pour chacun des deux groupes (i.e., groupe « test sévère » et « test moyen »). Pour les expériences sur le contraste intra-essai, c'est la même chose ; le caractère relativement aversif de l'événement initial est manipulé, et la variable dépendante est la valeur relative des stimulus discriminatifs qui suivent.

La question que l'on peut se poser maintenant est pourquoi préférer l'explication du contraste à celle de la justification de l'effort ou celle associée de la dissonance cognitive ?

On pourrait tout d'abord dire que comme on peut appliquer l'explication du contraste au comportement des animaux non humains, et que celle de la justification de l'effort

s'appliquerait en premier lieu au comportement humain, la première explication paraît plus parcimonieuse, puisqu'elle expliquerait les résultats aussi bien chez l'humain que chez le non humain.

De plus, nous avons déjà vu dans la section réservée à la théorie de la dissonance cognitive (voir page 77), que le processus de dissonance est très difficile à définir chez un animal et bien sûr à observer ou vérifier, ainsi que les cognitions ou attentes. Ainsi l'état de dissonance est une construction hypothétique alors que pour le modèle du contraste intra-essai, l'hypothèse d'une augmentation dans la valeur du stimulus est une variable intermédiaire, car dépendante de variables purement empiriques (voir la section sur la discussion autour du modèle de contraste intra-essai, page 12) (MacQuordale & Meehl, 1948). La préférence pour l'un ou l'autre type d'explication dépend notamment du but de la recherche scientifique. Ici, le but recherché est de trouver des relations ordonnées, fonctionnelles entre des événements (Moore, 2003). Ainsi l'explication du contraste est celle qui sera préférée car elle répond au mieux à nos attentes.

Cependant la validité de cette explication au phénomène observé dans les études de psychologie sociale est à relativiser du fait que dans ces expériences, les contingences de renforcement ne sont pas clairement contrôlées. En effet, dans ces études, les expérimentateurs pensent délivrer des « récompenses » suite à un comportement, mais la valeur du stimulus comme stimulus renforçateur n'était pas contrôlée. Or l'explication du contraste dépend de cette relation de contingence entre l'événement qui précède qui est relativement aversif et le stimulus qui suit agissant comme agent renforçateur. En effet, s'il n'y a aucune relation de contingence entre les deux événements, l'explication du contraste ne peut s'appliquer. Bien que l'explication de la dissonance cognitive dépende également de cette relation de contingence entre ces deux événements, la réalité de cette relation n'a malheureusement pas été contrôlée, ni étudiée. Donc de cela dépend la validité de l'explication du contraste proposée pour rendre des résultats obtenus dans les études de dissonance cognitive.

Renforcement intrinsèque contre renforcement extrinsèque

Les effets de contraste reportés auparavant peuvent aussi bien être impliqués dans les expériences destinées à valider l'effet nocif du renforcement extérieur sur la motivation intrinsèque du sujet pour une activité donnée (Eisenberger & Cameron, 1996). Dans ces expériences, des récompenses étaient délivrées pour l'engagement dans une activité que les

participants aimaient faire en l'absence de tout renforcement extérieur (par exemple, compléter un puzzle, chez un enfant). Dans une autre phase, les récompenses étaient enlevées. Le temps passé à l'activité était mesuré. Les auteurs se sont rendus compte qu'enlever les récompenses diminuait le temps passé à l'activité par rapport à une condition identique avant la phase de renforcement. Cet effet a été interprété comme un changement dans l'auto-détermination du sujet (Deci & Ryan, 1985, cité par Zentall, en presse). Mais de tels résultats peuvent être analysés comme des effets de contraste négatif. En effet, enlever les récompenses extrinsèques peut être similaire à diminuer la valeur du programme de renforcement, ce qui produirait un déclin dans la performance.

Le type de contraste impliqué dans ces conditions ne ressemble pas au contraste intra-essai, mais davantage à un effet de contraste successif (voir la section sur le contraste successif, page 83).

Apprentissage de l'abnégation au travail

Un autre phénomène également descriptible par des effets de contraste est ce qui a été appelé l'apprentissage de l'abnégation au travail (Eisenberger, 1992). Des études ont montré cela aussi bien chez les animaux non humains (Eisenberger, Masterson, & Over, 1982 ; Eisenberger et coll., 1989). Par exemple, deux groupes de rats étaient entraînés à courir sur une piste. Le premier groupe était renforcé à chaque tour par de la nourriture, alors que le second ne l'était que tous les cinq tours. Chaque groupe de rats était ensuite testé à nouveau (i.e., le premier test était juste avant l'entraînement à courir sur la piste) dans une tâche de self control impliquant un coût, où les sujets avaient le choix entre une grande force d'appui sur un levier suivie d'une grande quantité de nourriture ou une faible force d'appui sur le levier suivie d'une faible quantité de nourriture.

Les résultats montraient que le groupe de sujets entraîné à être renforcé tous les cinq tours augmentait leurs choix pour l'alternative demandant la force la plus grande, alors qu'aucune augmentation dans la fréquence de choix n'était observée pour l'autre groupe soumis à un entraînement initialement plus facile (Eisenberger et coll., 1989).

Ce phénomène a été expliqué par le fait que récompenser une tâche difficile produit un conditionnement classique impliquant une association entre l'« effort » (stimulus conditionné) et la récompense (agent renforçateur inconditionné), ce qui a pour effet de réduire le degré d'aversion de la réponse. Lorsqu'une tâche difficile est suivie d'une récompense, ceci a pour effet de réduire le caractère aversif de la tâche et ainsi d'augmenter le coût que l'individu

dépensera ensuite dans cette tâche et d'autres tâches relativement similaires (Eisenberger, 1992).

Bien que l'on puisse expliquer cet effet par cette hypothèse, on peut tout aussi bien rapprocher cet effet des effets de contraste décrits plus haut. En effet, pour le groupe qui a d'abord été entraîné dans une tâche difficile, le passage à une autre tâche difficile ne doit pas être associé à un changement dans la valeur de la situation. Ce groupe ressemble au groupe contrôle dans les expériences de contraste successif. Mais pour l'autre groupe, d'abord entraîné à une tâche facile, le passage à une tâche difficile est associé à un changement négatif dans la valeur de la situation, produisant du contraste négatif, soit un déclin dans la performance.

Cependant, un argument qui va à l'encontre de cette hypothèse est que dans l'expérience d'Eisenberger et coll. (1989), les auteurs n'ont pas observé une diminution de la fréquence de choix pour l'alternative demandant le plus de force, pour le groupe entraîné dans la condition précédente à une tâche relativement facile (renforcés tous les tours). Peut-être que l'absence de cette diminution est due au faible nombre de choix de l'alternative demandant le plus de force, déjà en ligne de base (effet plancher).

Le renforcement intermittent

Renforcer un comportement de manière continue n'est pas nécessaire pour maintenir un certain débit de réponse à l'état stable. Une technique tout aussi efficace est de renforcer le comportement de manière intermittente, à l'aide de programme à intervalle variable, ou programme à raison variable (Ferster & Skinner, 1957). Généralement, dans ces types de programmes de renforcement, le débit de réponse est régulier, générant des pauses post-renforcement relativement courtes par rapport à des programmes fixes à même valeur. Le pattern de réponses diffère de ceux généralement observés de pauses suivi d'un haut débit de réponses (i.e., « break and run » en anglais) pour les programmes à raison fixe ou de l'escalope (i.e., « scallop ») pour les programmes à intervalle fixe. La durée de la pause post-renforcement augmente avec l'augmentation du nombre moyen de réponses à émettre (Catania & Reynolds, 1968) ou de l'intervalle moyen (Lachter, 1971). Ce qui n'est pas clair, dans ces programmes, est si les différences observées dans les pauses post-renforcement, à travers les différentes conditions expérimentales, sont contrôlées par le délai jusqu'au renforcement le plus court ou par le délai moyen de renforcement (Rider & Kametani, 1987).

L'explication alternative proposée, ici, serait de dire que le maintien de la performance dans des programmes de renforcement intermittent pourrait être en partie due à un effet de contraste positif pouvant apparaître à certains essais. En effet, dans les programmes IV, par exemple, il y a alternance d'essais (i.e., intervalle entre deux agents renforçateurs) avec un relativement court délai jusqu'au renforcement et d'autres essais avec un plus long délai jusqu'au renforcement. Ainsi dans le cas où il y a eu un long délai jusqu'au renforcement dans l'essai précédent, l'essai qui suit avec un délai court jusqu'au renforcement est associé à une augmentation de la valeur. Dans un programme de renforcement intermittent, en opérant libre, il y a une succession d'essais relativement « riches » (par exemple, des délais jusqu'au renforcement relativement courts) et d'essais relativement « pauvres » (par exemple, des délais jusqu'au renforcement relativement longs). Selon le phénomène de contraste, un ou plusieurs essais « riches », avec un délai relativement court jusqu'au renforcement auraient davantage de valeur (par rapport à une situation où le même type d'essai est tout le temps présenté) s'ils sont précédés ou suivis d'un ou plusieurs essais « pauvres » avec un délai jusqu'au renforcement plus long.

Inversement, un ou plusieurs « essais pauvres » avec le délai relativement long jusqu'au renforcement auraient moins de valeur (par rapport à une situation où le même type d'essai est tout le temps présenté) s'ils précèdent ou sont suivis d'un ou plusieurs essais « riches », avec un délai plus court jusqu'au renforcement.

Si cette explication du développement et du maintien du pattern de réponse sous ce type de programme n'apparaît pas comme la plus convaincante, il n'empêche qu'un agent renforçateur délivré dans un programme de renforcement intermittent semble avoir davantage de valeur qu'un même agent renforçateur délivré dans un programme de renforcement continu.

En effet, ceci a été montré dans une ancienne étude (Kendall, 1974). Un programme concurrent en chaînes était présenté où les liens initiaux étaient identiques pour chaque alternative (FR1 ou IV 30 sec) mais où pour une alternative, le lien terminal était associé à un programme de renforcement continu, alors que pour l'autre alternative, le programme de renforcement était intermittent (50% des essais étaient renforcés, 50% étaient suivis d'un timeout). Concernant l'alternative associée à un programme de renforcement intermittent, deux groupes étaient construits. Pour un groupe, la présence de renforcement en lien terminal était signalée par une clé verte et l'absence de nourriture par une clé rouge (groupe « corrélé »), alors que pour l'autre groupe, la présence de renforcement n'était pas précédée

d'une clé de couleur particulière ; le renforcement suivait autant la clé rouge que la clé verte (groupe « non corrélé »). Donc pour le groupe « non corrélé », les conséquences délivrées (timeout ou nourriture) n'étaient pas associées à une couleur de clé particulière. Pour l'autre groupe, une clé blanche était toujours suivie de nourriture.

Concernant les résultats, pour le groupe « corrélé », les sujets ont montré une nette préférence de 80 à 100 % pour la clé qui délivrait de la nourriture de manière intermittente. La préférence constatée n'était donc pas due à la nouveauté ou à la variété des stimulus car les pigeons du groupe « non corrélé » se montraient indifférents aux alternatives proposées. Cependant, pour les deux groupes, les sujets montraient, au fil des sessions, une augmentation de la proportion de choix pour la clé délivrant une faible densité de renforcement. Ces résultats ont été répliqués et étendus (Belke & Spetch, 1994 ; Dunn & Spetch, 1990 ; Kendall, 1985 ; McDevitt, Spetch, & Dunn, 1997 ; Spetch & Dunn, 1987 ; Spetch et coll., 1990) et n'étaient pas imputables à des artefacts procéduraux comme il était initialement proposé (Fantino, Dunn, & Meck, 1979).

L'explication de cet effet donné par Kendall est que la clé renforcée qui alterne avec la clé non renforcée a davantage de valeur que la clé qui est associée à un programme de renforcement continu. Au plus un sujet passe de temps en présence d'un stimulus discriminatif négatif, au plus l'apparition en alternance d'un stimulus positif aura de valeur. Ici, pour la composante associée au programme de renforcement intermittent, le sujet est davantage en présence de stimulus discriminatifs négatifs (le temps passé dans le lien initial + le temps passé dans la clé rouge) que pour l'alternative associée au programme de renforcement continu (seulement le temps passé dans le lien initial). Or, cette hypothèse de la valeur est souvent avancée comme explication des résultats dans les différentes formes de contraste présentées ci-dessus.

TROISIEME PARTIE : Présentation et définition du concept d'effort

Cette partie concerne la tentative de définition opérationnelle du concept d'effort, d'un point de vue de l'analyse expérimentale du comportement. Je présenterai dans un premier temps, les usages et définitions traditionnels de l'effort. Ensuite, je vous présenterai les études utilisant le terme d'effort. Je ferai un parallèle avec les résultats d'autres études, utilisant la même mesure (i.e., choix), qui manipulaient non pas les caractéristiques du comportement demandé, mais les paramètres de renforcement. A partir de la comparaison entre les résultats de ces différentes études, je proposerai une définition fonctionnelle de l'effort. C'est-à-dire que l'effort pourrait se définir comme une variable intermédiaire qui intégrerait l'effet d'un ensemble de variables indépendantes (i.e., force musculaire, nombre de réponses, durée de la réponse, délai jusqu'au renforcement, débit de renforcement, probabilité de renforcement) sur une mesure donnée (i.e., choix). Alors, nous verrons que le concept d'effort peut se définir comme une interaction entre les propriétés de la réponse demandée et les paramètres de renforcement (i.e., soit en termes de contingences de renforcement). En conclusion, je proposerai que la notion d'effort renvoie à l'inverse du concept de la valeur de renforcement. Ainsi, pour qualifier un comportement qui demande de l'« effort », dans un sens traditionnel, nous préférons utiliser le terme de comportement aversif ou de valeur de contingences de renforcement négatives. Pour clore cette partie, des applications possibles, afin d'augmenter des comportements aversifs, seront envisagées.

Usages et définitions traditionnels du concept d'effort

En psychologie générale, le concept d'effort a été séparé en deux parties, l'effort physique et l'effort cognitif. L'effort physique est défini comme « l'expérience subjective qui accompagne un mouvement du corps lorsqu'il rencontre une résistance ou lorsque les muscles sont fatigués » (English & English, 1968, p. 171 ; cité par Eisenberger, 1992, traduit par nous). Alors que l'effort cognitif est défini comme « la sensation expérimentée lorsque l'activité mentale rencontre des obstacles tels que la fatigue mentale ou un support difficile à lire » (Eisenberger, 1992, traduit par nous). S'il y a eu tentative de définir ce concept en des termes précis et observables comme « un mouvement du corps lorsqu'il rencontre une résistance », ces tentatives ont échoué pour une large part.

En effet, pour la définition de l'effort physique aussi bien que pour celle de l'effort mental, c'est pour une large part dans l'expérience subjective de l'individu que se définit

l'effort. Il en résulte qu'il est difficile d'opérationnaliser ce concept en des variables qui soient observables et manipulables, puisque l'expérience subjective semble encore hors d'atteinte des outils de la psychologie scientifique. De plus, comment pouvons-nous mesurer et manipuler la « fatigue des muscles » ? Ou la « fatigue mentale », pour reprendre la définition de l'effort cognitif ? Ou encore comment définir la « complexité d'une tâche » ? La définition de ce concept ne va pas sans difficultés si elle reste concentrée sur l'individu seul et ses sensations internes, du moins pour une science du comportement.

Même en analyse expérimentale du comportement aucune définition opérationnelle n'est proposée dans le glossaire de Catania (1992). Cependant, le terme d'effort est utilisé dans la littérature. Il est souvent utilisé de manière interchangeable avec celui de force de la réponse (Catania, 1992). Ce terme a été emprunté à la Physique et d'autres concepts ont été dérivés comme celui de puissance (i.e., force \times distance ; « work » en anglais) (Cuvo et al., 1998) et celui du temps intégral de la force (i.e., somme des forces exercées à des instants successifs durant la durée d'une réponse particulière) (Notterman & Mintz, 1965 ; Zarcone, Chen, & Fowler, 2007). Pour définir la force musculaire, ce dernier apparaît comme le plus précis et le plus pertinent à utiliser car il mesure exactement toute la force exercée par l'organisme pour produire la réponse.

Le terme d'effort a été utilisé parfois comme variable indépendante, d'autres fois comme variable dépendante (i.e., mesuré en grammes ou Newton), et plus récemment les deux à la fois (Zarcone et al., 2007). L'effort est étudié sur le plan physique chez le pigeon et le rat, mais chez l'humain, l'effort renvoie davantage à des tâches cognitives, comme par exemple, des réponses verbales pour compléter des exercices de mathématiques. Dans ce cas, la définition de l'effort change et réfère à la difficulté relative des problèmes, mesurée par le débit de problèmes complétés et l'exactitude (Neef et coll., 1994 ; 1996 ; 2001)³.

Ainsi l'effort peut référer à plusieurs variables indépendantes mais qu'y a-t-il de commun entre ces différentes mesures de l'effort ? Si nous définissons l'effort, sur quel plan devons-nous nous situer, sur un plan purement structurel (i.e., étudiant la forme de la réponse), ou sur un plan purement fonctionnel (i.e., effet de cette variable sur la variable dépendante observée) ? C'est plutôt la seconde approche qui sera défendue dans cette thèse.

³ La difficulté de la tâche est déterminée *a priori* par un pré-test. Mais le problème qui en découle est que l'exactitude ou le débit de complétion peut changer entre le pré-test et la phase expérimentale (voir la colonne erreurs par session dans l'appendice, Mace, Neef, et coll., 1996). Comme ces propriétés ne sont pas contrôlées par l'expérimentateur, le degré d'effort ne peut être défini qu'*a posteriori*.

Avant de présenter les études utilisant le terme d'effort, notons que nous écarterons de la définition de ce concept tout comportement qui n'est pas encore dans le répertoire de l'organisme.

Présentation des études utilisant le terme d'effort

Présentation des études sur le degré de force musculaire de la réponse

C'est la forme d'effort la plus étudiée en analyse expérimentale du comportement. Ici, ce qui nous intéresse davantage est l'étude de la force de la réponse comme variable indépendante. La force de la réponse est souvent mesurée en newton ou grammes requis sur le manipulandum. Ce qui a intéressé les chercheurs était de regarder l'effet d'une force différentielle sur le débit de réponse ou sur la préférence des sujets en situation de choix. Il a été observé que le débit de réponse diminuait lorsque la force requise augmentait (Alling & Poling, 1995 ; Chung, 1965). De la même façon, augmenter la force requise a pour effet d'augmenter les pauses post-renforcement et les intervalles entre les réponses. En économie fermée (i.e., c'est-à-dire que la nourriture est délivrée uniquement en session expérimentale), augmenter la force requise est associé à une diminution de la consommation journalière de nourriture ou, en d'autres termes, la demande est dite moins élastique (Hursh et al., 1988 ; Sumpter, Temple, & Foster, 1999).

Par ailleurs, en situation de choix, les sujets préféraient la réponse qui demandait le moins de force ou de puissance (Alessandri et al., en presse, voir page 182 ; Cuvo et al., 1998). C'est le principe du moindre effort décrit par Hull (1943):

«Si pour deux ou plusieurs séquences comportementales, chacune demandant une consommation différentielle d'énergie ou de puissance, ont été également renforcées le même nombre de fois, l'organisme apprendra graduellement à choisir la séquence comportementale la moins laborieuse menant au renforcement ».
(traduit par nous).

En outre, dans une étude, une réponse qui donnait la possibilité d'échapper à une réponse de forte pression était établie et maintenue à un haut niveau (Miller, 1968). De plus, l'extinction de la réponse était plus rapide lorsque la force de la réponse exigée augmentait.

Dit autrement, la robustesse de la réponse était plus faible lorsque l'exigence de la réponse était plus grande (Nevin & Grace, 2000).

Tout ceci a amené certains chercheurs à considérer l'augmentation de la force de la réponse comme similaire à la présentation d'un événement aversif ou agent punisseur (voir pour une revue, Friman & Poling, 1995). En effet, dans une étude de Miller (1970), chez les humains, un programme en chaînes était présenté où, pour le premier lien, la force requise était constante, alors que pour le second lien, la force requise changeait. Un programme de renforcement IV 1 minute était arrangé en lien terminal. Lorsque la force requise sur le deuxième lien augmentait par rapport au premier lien (au départ la même force était requise pour les deux liens), le débit de réponse pour le premier lien diminuait. On peut définir la punition opérationnellement par l'effet négatif sur la réponse, c'est-à-dire la réduction de la probabilité d'apparition future d'une réponse, suite à la présentation d'un certain stimulus contingentement à l'émission de la réponse (Catania, 1992). Ou aussi la définir de manière indirecte, qu'un stimulus sert de punisseur si une réponse d'échappement ou d'évitement à ce stimulus est établie et maintenue à un haut niveau (voir aussi Miller, 1968).

Les résultats de cette expérience montraient que le deuxième opérant (i.e., réponse sur le deuxième lien) servait bien de punisseur pour le premier opérant (i.e., réponse sur le premier lien), car il diminuait le débit de réponse en lien initial.

Enfin, comme nous l'avons vu précédemment, les participants préféreraient le stimulus positif qui suivait en entraînement une réponse de forte pression à un autre qui suivait une réponse de faible pression (voir page 182).

Présentation des études sur le nombre relatif de réponses requises

Les études sur les programmes à raison fixe ou variable (i.e., RF ou RV) ont montré qu'augmenter le nombre de réponses requises augmentait les pauses post-renforcement (e.g., Ferster & Skinner, 1958 ; Stafford & Branch, 1998). En économie comportementale, il a été observé qu'augmenter le nombre de réponses à émettre, en économie fermée, diminuait la prise journalière de nourriture (Bauman, 1991). De plus, lorsque la taille du programme RF est très grande, le nombre global de réponses émises par le sujet peut même diminuer alors que le nombre requis augmente.

En outre, les sujets, en situation de choix entre deux tailles différentes de programmes à raison, préfèrent de façon exclusive celui qui demande le moins de réponses à émettre (Herrnstein & Loveland, 1975).

Enfin, lorsque les sujets ont la possibilité d'échapper à un nombre de réponses à émettre relativement grand, cette réponse d'échappement est établie et maintenue à un haut niveau, que cette réponse mène à une période de timeout ou à un nombre de réponses à émettre moins important (cité par Thompson, 1965 ; voir aussi Neuman, Ahearn, & Hineline, 2000).

Comme pour la force de la réponse, tous ces résultats semblent montrer que répondre à des programmes à raison a des conséquences aversives, du moins lorsque le nombre de réponses requises est grand. Une évidence expérimentale de cette hypothèse a été apportée par Thompson (1965). Dans cette expérience, chez des pigeons, un programme multiple RF IV était présenté dans lequel, par définition, un stimulus était associé au programme RF et un autre stimulus pour le programme IV. Lorsque la performance était stabilisée, durant des sessions test, le stimulus associé au programme RF était présenté contingemment à chaque coup de bec durant le programme IV. Dans ces sessions test, la performance durant le programme IV se détériorait par rapport à la ligne de base, lorsque ce stimulus était associé à un programme RF de taille relativement grande. Ce résultat peut être décrit ou expliqué par le fait que la présentation, d'un stimulus associé à un programme RF, contingente à une réponse, était un agent punisseur puisqu'il diminuait le débit de réponse associé au programme IV.

Par ailleurs, un stimulus positif qui suivait, en entraînement, un plus grand nombre de réponses à émettre était préféré à un autre qui suivait un plus faible nombre de réponses requises (Clement et al., 2000 ; Friedrich & Zentall, 2004 ; Klein, Bhatt, & Zentall, 2005).

Présentation des études sur le débit relatif de renforcement

Le débit de renforcement relatif est sans doute la variable la plus souvent manipulée en analyse expérimentale du comportement avec l'utilisation des programmes de renforcement à intervalle variable (IV). Cette variable a été étudiée notamment dans les programmes concurrents où deux différents programmes de renforcement à intervalles variables indépendants sont présentés. Dans ces études, généralement, une relation de correspondance entre le débit de réponses relatif et le débit de renforcement relatif est établie (Herrnstein, 1970). Par exemple, si un programme délivre deux fois plus d'agents renforçateurs qu'un autre, alors le débit de réponse pour cette alternative sera deux fois plus élevé que pour l'autre. Ainsi, une préférence pour l'alternative qui délivre le plus souvent des agents renforçateurs est obtenue, que ce soit pour des programmes concurrents simples ou des programmes concurrents en chaînes (Autor, 1960/1969, cité par Nevin & Grace, 1999).

Dans des programmes multiples, il a été observé que le débit de réponse était relativement plus élevé lorsque le débit de renforcement était relativement plus grand (voir Nevin & Grace, 1999).

Enfin, initialement un programme multiple avec deux programmes de renforcement à IV différents était entraîné aux sujets. Dans un test de résistance de changement, la réponse la plus résistante était celle en présence du stimulus qui était associé auparavant au débit de renforcement le plus élevé (voir pour une revue, Nevin, & Grace, 1999).

Présentation des études sur le choix manipulant d'autres variables que l'«effort»

Présentation des études sur le délai relatif jusqu'au renforcement

Le délai jusqu'au renforcement est une variable très importante pour conditionner une réponse opérante et déterminer la préférence pour des programmes de renforcement. Tous les modèles sur l'agent renforçateur conditionné, par exemple, intègrent cette variable comme déterminant du choix (i.e., Modèle du choix contextuel, Grace, 1994 ; Théorie de la réduction du délai, Fantino, 1969 ; Modèle de l'addition hyperbolique de la valeur, Mazur, 2001).

Les études manipulant la variable de délai jusqu'au renforcement ont été la plus intensément étudiée dans le paradigme du choix self-control. Dans ce paradigme, les sujets étaient face à un choix entre un agent renforçateur immédiat mais moins préféré (plus faible qualité, quantité moins grande, etc...) et un agent renforçateur différé mais préféré. Les résultats montraient que chez les animaux non humains, aussi bien que chez les humains (s'ils sont mis dans des conditions comparables à celles chez le pigeon), les sujets préféraient davantage l'alternative où l'agent renforçateur était délivré immédiatement, alors qu'à conditions égales, ils choisiraient davantage l'autre agent renforçateur (voir pour une revue Logue, 1988). Les mêmes résultats étaient, bien sûr, obtenus à renforcement égal entre les deux alternatives (McDevitt & Williams, 2001).

De même, dans une étude sur la résistance au changement (Podlesnik, Jimenez-Gomez, Ward, & Shahan, 2006), un programme multiple IV-IV était arrangé, où pour une composante, l'agent renforçateur était immédiat, alors que pour l'autre le renforcement était différé (i.e, entre 3 et 8 secondes). Le débit de renforcement pour les deux composantes était le même, seul variait le délai entre la dernière réponse et l'agent renforçateur. Les résultats montraient qu'ajouter un délai aussi faible que 3 secondes suffisait à diminuer le débit de réponse par rapport à la condition où il n'y avait pas de délai entre la réponse et l'agent

renforçateur. Et en test de résistance au changement (i.e, extinction, donner de la nourriture avant la session, ou nourriture délivrée indépendamment de la réponse), le débit de réponse diminuait davantage pour la composante associée au renforcement différé.

Enfin, comme nous l'avons déjà vu ; un stimulus positif associé à un délai de renforcement, en entraînement, était préféré à un stimulus positif qui était associé en entraînement à une absence de délai (Alessandri, Darcheville, & Zentall, 2008; DiGian, Friedrich, & Zentall, 2004).

Présentation des études sur la probabilité de renforcement

La probabilité de renforcement pour l'émission d'une réponse donnée affecte également l'allocation des réponses des sujets en situation de choix. Dans un programme concurrent à deux liens, lorsque le lien terminal n'était pas signalé (le même stimulus que pour le lien initial est présenté, soit un programme tandem) les sujets avaient tendance à préférer l'alternative associée à la probabilité de renforcement la plus grande (l'alternative qui est renforcée de manière continue par rapport à celle qui est renforcée la moitié des cas) (Fantino, Dunn, & Meck, 1979 ; Kendall, 1974). Mais lorsque le programme était changé en programme concurrent en chaînes, c'est-à-dire que le renforcement primaire était signalé par un stimulus distinct pour l'alternative qui était renforcée de manière intermittente, alors de manière surprenante, il a été observé que la préférence changeait vers l'alternative renforcée de manière intermittente (Dunn & Spetch, 1990 ; Kendall, 1974 ; Spetch & Dunn, 1987 ; Spetch et coll., 1990, chez les animaux non humains ; Lalli, Mauro, & Mace, 2000, chez l'humain). Cependant, la raison avancée pour ce surprenant résultat serait que le stimulus qui signale le renforcement, dans l'alternative de renforcement intermittent, acquiert plus de valeur de renforcement conditionné que pour l'autre alternative par un phénomène de contraste (suite à la présentation, pour la même alternative, du stimulus négatif associé à l'absence de renforcement). Lorsque les composantes ne sont pas signalées, le choix dépendrait du délai jusqu'au renforcement primaire (Dunn & Spetch, 1990), alors que lorsque les composantes sont signalées, le choix dépendrait en plus, de la valeur des stimulus des liens terminaux qui agissent vraisemblablement comme des agents renforçateurs conditionnés.

Diminuer la probabilité de présentation d'un renforcement est souvent vu comme similaire à augmenter le délai jusqu'au renforcement (Mazur, 1989). En effet, l'intervalle entre les agents renforçateurs augmente lorsque la probabilité de renforcement diminue. De même, comme nous l'avons déjà vu en première partie, un stimulus positif qui a été associé à

une probabilité de renforcement plus faible est préféré à un stimulus positif qui a été associé à une probabilité de renforcement plus importante (Friedrich, Clement, & Zentall, 2005).

Vers une définition fonctionnelle de l'effort ?

L'effort comme variable intermédiaire ?

Nous avons vu que l'étude des différentes variables telles que, le nombre relatif de réponses requises, le délai relatif jusqu'au renforcement, la probabilité relative de renforcement, ou encore le degré de force de la réponse, révélait des similarités entre toutes ces variables au niveau de l'effet sur une ou plusieurs mêmes mesures. Les sujets ont tendance à moins choisir la réponse qui demande le plus de force ou le plus grand nombre de réponses à émettre, ou encore associé au délai jusqu'au renforcement le plus long. Ou utilisant un test de résistance au changement, la réponse qui demande le plus de force, ou le plus grand nombre de réponses requises (Nevin et al., 2001), ou associée au délai jusqu'au renforcement le plus long, est la réponse qui est la moins résistante au changement, qui diminue le plus en fréquence d'apparition. Toutes ces variables co-varient de la même façon sur ces deux mesures, fréquemment utilisées en analyse du comportement.

Nous pouvons ainsi se demander s'il ne serait pas intéressant de regrouper toutes ces mêmes variables sous un même terme comme chacune a le même effet sur une ou plusieurs variable(s) dépendante(s). Pourquoi ne pas utiliser le terme d'effort pour intégrer l'ensemble des opérations qui affectent la préférence des sujets ou qui modifient la résistance au changement du comportement cible ?

L'effort serait conçu comme une variable intermédiaire qui regrouperait l'effet commun de plusieurs variables indépendantes sur une ou plusieurs variables dépendantes. L'effort pourrait ainsi être défini selon un critère purement fonctionnel, à savoir l'effet sur une variable dépendante. Par exemple, la réponse qui est la moins préférée ou qui est la moins résistante au changement, ou encore qui apparaît le moins souvent est celle qui demande le plus d'effort⁴.

Ici, à ce niveau, deux remarques peuvent être énoncées. Premièrement l'effort n'est plus défini comme en introduction (voir plus haut, page 117), comme étant uniquement une

⁴ Bien que dans ce cas, pour la variable nombre de réponses requises, augmenter le nombre de réponses à émettre peut, jusqu'à un certain point, augmenter le débit de réponse. Peut-on dire, dans ce cas, que l'effort est plus important lorsque la taille du programme à raison est petite ?

modalité d'une variable indépendante ou une variable dépendante. Ce concept est défini selon l'effet d'une modalité d'une variable indépendante sur une variable dépendante.

Deuxièmement, l'effort n'est défini que dans un sens relatif. En situation de choix entre deux comportements, il est possible de dire que l'un demande moins d'effort que l'autre. Ou peut-être qu'il est possible d'établir une hiérarchie de plusieurs comportements variant selon le degré d'effort. Un moyen possible d'établir cette hiérarchie serait de présenter en situation de choix deux comportements et d'observer lequel est préféré à l'autre. Le comportement non préféré serait celui qui demande le plus d'effort. Ainsi, il serait possible de construire une échelle ordinale d'effort. Mais il n'est pas possible de déterminer une échelle quantitative ou numérique d'effort. En effet, il n'est pas possible de dire que tel comportement demande deux fois plus d'effort qu'un autre.

Dans la littérature, certaines variables ont été rapprochées du concept d'effort mais sans réelle évidence empirique et surtout, sans une définition opérationnelle de ce concept. Ici, une définition opérationnelle est proposée, et selon cette définition, plusieurs variables indépendantes peuvent être intégrées à ce concept d'effort.

L'effort comme punition ?

Nous avons vu que certains auteurs comparaient les effets de la force de la réponse ou du nombre de réponses requises à ceux de la punition. En effet, il a été montré que présenter un stimulus, associé à un programme RF important, contingentement aux réponses à un programme IV, diminuait le débit de réponse pour ce programme (Thompson, 1965). Ou que le débit de réponse en lien initial diminuait lorsque pour le second lien, la force de la réponse requise augmentait (Miller, 1970). Tous ces résultats étaient conformes à l'effet de la présentation d'un agent punisseur, à savoir une diminution du débit de réponse suite à la présentation d'un stimulus que l'on peut qualifier ainsi d'avérsif (Catania, 1992).

Ainsi, il serait possible d'ajouter les effets de la présentation d'un agent punisseur comme impliquant de l'effort, ou l'inverse, conceptualiser l'effort comme une forme de punition. Mais existe-t-il des situations dans lesquelles les effets de la punition ne sont pas les mêmes que ceux de l'effort ?

En fait, dans une étude ancienne (Lattal & Griffin, 1972), un programme multiple était présenté, où dans une condition de ligne de base, deux composantes arrangeaient le même programme de renforcement, mais dans une autre condition, un des deux programmes était placé en programme de punition, alors que l'autre ne changeait pas. Il a été observé que, pour

la composante constante, le débit de réponse augmentait. Ces résultats vont à l'encontre de ceux de Miller (1970), décrits précédemment, où dans un programme en chaînes, le débit de réponse diminuait en lien initial lorsque la force requise pour le programme en lien terminal augmentait, (alors que le programme en lien initial restait le même).

Ainsi, les effets d'ajouter un stimulus aversif et le fait de demander une réponse de force n'auraient pas toujours les mêmes effets sur le comportement. Les effets propres à la punition et ceux propres à l'effort ne pourraient pas être rassemblés au sein de la même variable intermédiaire ou du même concept d'effort. Il est à noter, cependant, que les résultats semblent plus complexes à comparer du fait de la différence de procédure (i.e., programme multiple dans l'expérience de Lattal & Griffin et programme en chaînes pour l'expérience de Miller).

L'effort comme l'inverse de la valeur de renforcement ?

Il apparaît alors que la conceptualisation de l'effort, faite ici, soit à relier au concept de valeur de renforcement (i.e., comme l'inverse du concept de valeur) proposé par Rachlin (1971) utilisé dans la loi de correspondance et d'autres modèles dérivés développés après (e.g., le modèle du choix contextuel de Grace, 1994). La valeur est définie empiriquement par tout ce qui peut être manipulé dans les programmes de renforcement (i.e., débit de renforcement, qualité ou quantité de l'agent renforçateur, ou encore immédiateté), car toutes ces variables affectent la préférence à peu près de la même façon (Logue, & Chavarro, 1987). Ce concept est mesuré par la préférence en situation de choix⁵.

Or nous avons vu que l'effort opérationnalisé comme le prix unitaire était calculé également en fonction des paramètres de renforcement. Le prix unitaire d'un comportement pourrait aussi être calculé par son degré de préférence en situation de choix. Ainsi, le concept de prix unitaire ou d'effort serait assez proche de l'inverse du concept de valeur.

De plus, nous avons vu que les études sur l'effet du délai de renforcement, du débit de renforcement ou de la probabilité de renforcement avaient le même effet sur la préférence, le débit de réponse, ou encore le degré de résistance au changement que les variables de force de la réponse ou du nombre de réponses requises.

De même, comme la préférence est reliée de manière tautologique au concept de valeur, selon Rachlin, n'importe quelle variable qui affecte la préférence des sujets peut être reliée au concept de valeur. Ainsi, la variable de force de la réponse peut être reliée au concept de valeur (i.e., $\text{effort} = 1 / \text{valeur de renforcement}$). En effet, une réponse de faible force qui est préférée à une autre de grande force, a davantage de valeur que celle requérant plus de force, toute chose étant égale par ailleurs (i.e., paramètres de renforcement). Par ailleurs, nous avons vu qu'une réponse demandant davantage d'effort (i.e., défini comme la vitesse et l'exactitude de la réponse) qu'une autre pouvait être quand même préférée si les conditions de renforcement étaient plus riches. Nous pouvons dire que cette alternative était associée à une valeur plus grande ou inversement à un effort (ou prix unitaire) moins important.

Cependant, le concept de valeur réfère traditionnellement aux paramètres de renforcement alors que l'effort, comme il est conceptualisé en Psychologie, renvoie aux caractéristiques du comportement émis par l'organisme. Ainsi, relier ces deux concepts

⁵ Que ce soit dans les programmes concurrents ou mieux encore dans les programmes concurrents en chaînes car ce programme sépare la préférence pour un programme du débit de réponse contrôlé par ce programme, Nevin & Grace, 1999

semble ne pas être très pertinent. Mais il est peut-être possible de décrire, en termes de contingences de renforcement, des comportements variant au niveau de l'effort demandé.

L'effort comme interaction entre les propriétés de la réponse et les programmes de renforcement ?

Dans des études réalisées par Neef et coll. (1994, 1996, 2001), des enfants étaient placés en situation de choix entre une réponse difficile (i.e., définie comme la probabilité de répondre correctement et le débit de complétion) et un agent renforçateur préféré, et entre une réponse plus facile et un agent renforçateur moins préféré. Ils ont préféré la réponse la plus difficile. L'étude de Cuvo et coll. (1998) montrait la même chose, lorsque le programme de renforcement devenait plus riche pour la réponse qui demandait le plus de force (plus précisément de puissance ici), les participants modifiaient leur préférence vers la réponse qui demandait le plus de puissance.

De la même façon, en économie comportementale, lorsque la valeur du programme de renforcement est plus grande, une meilleure résistance à l'augmentation de la taille du programme RF est observée, c'est-à-dire que la consommation diminue moins vite (Hursh et coll., 1988). A l'inverse, lorsque la valeur du programme de renforcement est plus faible, moins de complétions de programmes RF sont observées ou autrement dit, la consommation diminue plus vite.

Egalement, dans un programme à ratio progressif (i.e., RP), qui est un programme pour lequel le nombre de réponses exigées change de la même façon après chaque renforcement (i.e., le plus souvent augmente de x fois après chaque renforcement), un point de rupture est mesuré et correspond à la valeur du programme pour laquelle le sujet s'arrête de répondre. Dans ce type de programme, différents types d'agents renforçateurs étaient utilisés pour renforcer la réponse, et différents points de rupture ont été trouvés (Baron, Mikorski, & Schlund, 1992 ; Baron & Derenne, 2000 ; Hodos & Kalman, 1963 ; Stafford & Branch, 1998). Ce type de programme est utilisé pour déterminer la valeur relative d'un agent renforçateur. L'agent renforçateur associé au point de rupture observé le plus élevé (i.e., la valeur la plus élevée du programme pour lequel le sujet s'arrête de répondre) est dit comme étant celui qui a la valeur de renforcement la plus grande.

Dans une correction de la loi de correspondance, McDowell & Dallery (1999) remettaient en cause la constance du maximum du nombre de réponses qui peuvent être

émises dans un environnement donné. Ils montraient que le maximum du nombre de réponses change de fonction croissante avec la quantité de renforcement.

Tous ces résultats montrent que les paramètres de renforcement peuvent moduler l'effet de l'effort sur le débit d'émission d'une réponse. On peut se demander, si l'effort de la réponse dans une situation qui est renforcée largement, est le même que pour une situation faiblement renforcée. En effet la probabilité d'apparition de la réponse ou la préférence en situation de choix n'est pas la même dans les deux situations. Par exemple, est-ce que l'effort demandé est le même pour un élève, dans le cas où il travaille sur des problèmes de mathématiques et le professeur punit chaque mauvaise réponse, et dans le cas où l'élève travaille sur les mêmes problèmes mais où le professeur renforce l'élève par divers agents renforçateurs lorsqu'il reste à la tâche ?

Ainsi, l'effort pourrait être défini non seulement par rapport à la topographie de la réponse (i.e., force, nombre, durée) ou sa probabilité d'apparition, mais aussi par rapport aux contingences de renforcement passées et présentes associées à cette réponse.

En économie comportementale, le concept de prix unitaire capture bien ces relations entre les paramètres de la réponse et les paramètres de renforcement. Le prix unitaire du comportement est défini comme le ratio entre coûts (i.e., comportement) et bénéfices (i.e., renforcement). Les coûts sont opérationnalisés par le degré de force requis ou le nombre de réponses à émettre, alors que les bénéfices réfèrent au nombre d'agents renforçateurs ou à la quantité de renforcement perçu (Bauman, 1991 ; Hursh et al., 1988). Plus les coûts sont importants, plus le prix unitaire l'est aussi, et plus les bénéfices sont importants, moins le prix unitaire est élevé.

On pourrait définir l'effort de la même manière qu'est défini le prix unitaire, comme fonction directe de la force de la réponse ou du nombre de réponses à émettre, et fonction inverse de la valeur du programme de renforcement. Ce serait un changement qui semblerait pertinent dans la façon de conceptualiser l'effort en psychologie. Classiquement, l'effort dépendait uniquement des propriétés intrinsèques à la réponse et était indépendant du contexte dans lequel la réponse apparaissait. Ici, l'effort se déterminerait en fonction d'un échange entre ce que « coûte » le comportement, c'est-à-dire l'effort dans un sens classique, et ce qu'il « rapporte » (i.e., les bénéfices). L'effort renverrait aux contingences de renforcement associées. Ici encore, il ne serait possible que de déterminer un degré d'effort relatif.

Ainsi, deux comportements, différant quant à la force requise, peuvent être associés au même effort si pour le comportement qui demande le plus de force, la valeur de renforcement associée est relativement plus grande. Par exemple, Madden et coll. (2000) ont testé cette

hypothèse selon laquelle, à prix unitaire égal, les sujets auraient le même niveau de consommation et de comportement quelles que soient les valeurs spécifiques des coûts et des bénéfices. De même, à prix unitaire égal entre deux alternatives (mais avec différentes valeurs de coûts et de bénéfices), les sujets ne choisiraient pas plus l'une ou l'autre des alternatives. Mais en situation de choix avec le même prix unitaire, les sujets n'étaient pas indifférents aux deux alternatives. Soit ils préféraient lorsque le prix unitaire était relativement faible pour les deux alternatives, l'alternative qui délivrait la quantité de renforcement la plus grande, ou soit lorsque le prix unitaire était élevé, l'alternative qui exigeait le moins de réponses à émettre.

Bien que les prédictions réalisées en situation de choix ne soient pas toujours vérifiées, ce concept de prix unitaire est intéressant pour décrire des situations variant dans l'effort demandé. Cependant, comme nous l'avons vu pour les situations de choix, ce concept semble encore assez mal défini, ne prenant pas en compte suffisamment de facteurs pour faire des prédictions correctes dans toutes les situations. Les mesures des coûts et des bénéfices sont trop simples, ne prenant pas en compte par exemple, le caractère dynamique de la valeur d'un agent renforçateur en fonction de la réponse qui précède, comme nous l'avons vu en première partie (Clement et al., 2000). En effet, à faible prix unitaire, les sujets pourraient choisir la réponse la plus coûteuse, même si le programme de renforcement était le même pour les deux réponses (voir aussi Cuvo et al., 1998 ; Harter, 1978). Le calcul de la valeur des bénéfices devrait inclure cet effet de la réponse qui précède. Et concernant le calcul des coûts, il est aussi possible que les contingences de renforcement passées d'un comportement en modifient son coût (Eisenberger, 1992). Ainsi, la prise en compte de ces facteurs dans le calcul du prix unitaire pourrait être utile afin d'avoir une définition plus précise de ce concept.

L'effort décomposable en termes de contingences de renforcement ?

Il est possible que l'effet du nombre de réponses requises pour obtenir un agent renforçateur (i.e., programmes à raison) puisse être analysable en termes de délai jusqu'au renforcement. En effet, il est souvent avancé que le temps pour accéder à la nourriture, chez le pigeon, est la variable majeure pour déterminer le coût (Bauman, 1991 ; Collier, Johnson, & Mathis, 2002 ; Smith & Gantert, 2004). Une étude a testé l'hypothèse selon laquelle la réduction générale du nombre de réponses, lorsque le nombre de réponses requises augmentait, était due à un délai plus long jusqu'au renforcement (i.e., au plus la taille du programme RF est grande, au plus le temps pour compléter le nombre de réponses requises est long). Chaque sujet était soumis à deux conditions, la première était une série progressive

ascendante de programmes RF. La seconde était une série de programmes IF où la valeur des IF était déterminée en fonction du temps moyen de complétion pour les différentes valeurs des programmes RF, dans la condition précédente. Les valeurs des programmes IF étaient déterminées en fonction du délai entre la réponse initiale pour le programme RF et la présentation de la nourriture. Ainsi il était possible de comparer les courbes de demande (i.e., consommation de la nourriture en fonction du prix unitaire) entre les deux types de programme.

Il a été observé que les deux courbes de demande se superposaient pour une large gamme de prix (i.e., défini en termes de temps par grammes de nourriture). Alors, l'hypothèse, selon laquelle le temps jusqu'au renforcement serait la variable la plus critique pour définir le coût en économie comportementale, serait vérifiée. En effet, le fait d'exiger ou non des réponses pendant le délai ne changeait pas le niveau de consommation, si le temps jusqu'à la nourriture était identique.

Cependant cette interprétation a été critiquée par une étude récente de Tsunematsu (2000). Selon lui, Bauman ne prenait pas en compte l'effet des réponses émises durant la condition IF. Afin d'étudier cet effet, l'auteur, dans une expérience antérieure, a adopté un raisonnement inverse. Une série ascendante de programmes IF était d'abord présentée aux sujets. Ensuite, les pigeons étaient exposés à une série de programmes RF dont le nombre de réponse requises était déterminé par le nombre moyen de réponses émises pour chaque programme IF présenté auparavant. Des courbes de demande (i.e., coût du nombre de réponses dans les programmes RF et le coût du délai dans les programmes IF) étaient comparées. Au niveau des résultats, bien que les deux courbes se superposaient pour une large part, il était observé par contre, que pour les tailles de RF les plus grandes (i.e., équivalent au nombre de réponses le plus important émises en condition IF), la plupart des sujets s'arrêtaient de répondre au programme. Ce résultat laissait suggérer que la relation d'équivalence observée dans les courbes de demande, entre le coût temporel et le coût en termes de nombre de réponses à émettre, n'apparaissait que sur certaines gammes de prix et que la prise de nourriture dans la condition RF déclinait plus rapidement que pour la condition IF. Ainsi, il semblerait que le fait d'exiger un certain nombre de réponses pour accéder à l'agent renforçateur dans les programmes à raison, présenterait un coût supérieur à celui d'émettre le même nombre de réponses mais sans que celui-ci ne soit exigé, dans les programmes temporels. Autrement dit, le caractère aversif des programmes à raison ne serait pas uniquement lié au simple délai jusqu'au renforcement entre la première réponse et la présentation de l'agent renforçateur mais serait lié également aux propriétés et particularités

des programmes à raison. Il est possible que le coût à donner plus de réponses s'ajoute au délai jusqu'au renforcement entre la première réponse et l'apparition de l'agent renforçateur. Cependant, il n'est pas bien clair, ce qui serait aversif en plus dans les programmes à raison. Si c'est le nombre de réponses émises en lui-même qui est aversif, alors pourquoi les résultats de Tsunematsu montraient que dans une condition où il n'y avait aucune exigence sur le nombre de réponses à émettre, le débit de réponse pouvait être maintenu à un niveau supérieur qu'à la condition où le nombre de réponses était exigé par le programme de renforcement (et que ces mêmes sujets ne se soumettaient pas à cette exigence) ? Ou est-ce que c'est le simple fait d'exiger un nombre de réponses à émettre, quel que soit le nombre, qui serait aversif en lui-même ?

Une expérience semble indiquer que le nombre de réponses exigé importe peu (Fantino, 1968). Dans cette étude, l'objectif était de savoir si le choix, en programme concurrent en chaînes, était affecté uniquement par le débit de renforcement en lien terminal ou pouvait être affecté aussi par le débit de réponse exigé en lien terminal. Pour ce faire, les sujets étaient exposés à un programme concurrent en chaînes avec le même programme en lien initial, et le même débit de renforcement en lien terminal pour les deux alternatives. Mais ce qui différait entre les deux alternatives était que, pour une alternative, un programme à intervalle fixe était présenté (i.e., IF), et pour l'autre alternative, étaient présentés soit pour un groupe de sujets, un programme différentiel à haut débit de réponse (i.e., DRH en anglais) ou soit pour un autre groupe, un programme différentiel à bas débit de réponse (i.e., DRL en anglais). Ces programmes se définissaient comme les programmes à raison fixe, à savoir un certain nombre de réponses mais à émettre seulement pendant une durée fixe. Les résultats montraient que les sujets répondaient davantage au stimulus du lien initial qui précédait le programme IF, que ce soit pour le groupe (4 sujets) soumis au programme DRH, ou pour un seul pigeon (car il a été le seul à discriminer entre le programme IF et le programme DRL au niveau du débit de réponse en lien terminal), soumis au programme DRL.

Les résultats laissaient suggérer que le nombre de réponses requises, qu'il y en ait peu ou beaucoup, importerait peu sur le caractère aversif du programme. Des recherches additionnelles sont nécessaires pour tester cette possibilité en présentant, par exemple, dans un programme concurrent en chaînes, une situation de choix entre un programme DRH et un programme DRL avec la même valeur de renforcement afin de vérifier que les sujets ne préfèrent aucune des alternatives.

Concernant maintenant la force de la réponse, peut-être que les propriétés aversives de cette réponse seraient liées aux corollaires de l'exigence de ce comportement sur la

probabilité d'émission de cette réponse, mais aussi sur la latence d'émission de cette réponse. Il est en effet montré qu'augmenter la force requise de la réponse diminue la probabilité d'émission du comportement (Zarcone et al., 2007), celui-ci atteignant le seuil de force requise qu'après plusieurs tentatives. De plus, il a été observé que le temps nécessaire pour que le sujet émette le comportement demandé augmentait lorsque la force requise augmentait (Hursh et al., 1988). Ainsi, le délai jusqu'au renforcement est plus long lorsque la force de la réponse demandée est plus grande. On pourrait appliquer le même raisonnement pour les études sur la difficulté de la réponse (Lannie & Martens, 1994 ; Neef et al., 1994, 1996, 2001)

Il serait intéressant de vérifier cette hypothèse en utilisant la même méthode que Bauman et Tsunematsu avec les programmes à raison. Pour chaque sujet, la probabilité de renforcement et le délai, entre le début de l'essai et le moment où l'agent renforçateur est délivré, seraient mesurés. Et dans une autre condition, chez le même sujet, on les soumettrait aux mêmes paramètres de renforcement que ceux enregistrés dans la condition précédente (i.e., délai jusqu'au renforcement et probabilité de renforcement).

En conclusion, les études sur les programmes à raison et celles sur la force de la réponse ne sont peut-être pas toutes les deux réductibles à une description ou analyse temporelle des programmes de renforcement qui déterminerait le comportement. Les caractéristiques du comportement demandé (i.e., fréquence ou intensité) jouent un rôle sur le niveau du comportement observé, mais il est possible que les conséquences sur le délai jusqu'au renforcement ou la probabilité de renforcement augmentent encore plus le caractère aversif de la situation.

Est-il nécessaire de dissocier les manipulations faites sur le comportement et celles faites sur les programmes de renforcement ?

La réponse à cette question est importante car si elle est affirmative, cela voudrait dire que les variations dans les programmes de renforcement (i.e., qualité, débit, quantité, délai, probabilité) seraient différentes des variations dans l'exigence de la réponse. Autrement dit, les variations faites sur les programmes de renforcement modifieraient la valeur de renforcement, alors que les modifications des contraintes sur la réponse ne seraient pas forcément liées à des changements dans la valeur de renforcement. Nous avons vu que classiquement, en analyse du comportement, les effets des contraintes sur la topographie de la réponse ou sur sa dynamique étaient séparés des effets des programmes de renforcement. En effet, dans la loi de correspondance généralisée, les deux versants sont séparés ; par exemple,

dans une situation de choix entre deux alternatives variant sur l'effort ou la difficulté des tâches demandées chez des élèves, la tendance à choisir la tâche la plus facile est représentée dans l'équation par le terme de biais de réponse et les paramètres de renforcement sont représentés par d'autres termes (Reed, & Martens, 2008).

Ou alors la réponse à la question présentée en titre peut être négative. Dans ce cas, serait prise en compte la contingence de renforcement dans son ensemble sans dissocier les exigences sur le comportement et les contraintes liées aux paramètres de renforcement seuls.

Pour le concept d'effort ou de prix unitaire, aussi bien que pour le concept de valeur de renforcement, il serait plus utile de ne pas séparer l'effet de ces deux variables, pour les raisons déjà avancées plus haut. Le concept de valeur de renforcement serait plutôt celui de valeur de la contingence de renforcement. Tous ces concepts comprendraient tout ce qui est manipulé par l'expérimentateur sans dissociation de l'aspect comportemental et de l'aspect du renforcement. Il est assumé ici que c'est la valeur relative de la contingence de renforcement, dans son ensemble, qui détermine la préférence en situation de choix. Et que la valeur relative de la contingence est différente des simples valeurs calculées des paramètres de renforcement et celles calculées de l'effort relatif. En effet, nous avons vu, auparavant, que la valeur de renforcement variait en fonction de l'effort qui précédait. Nous pouvons dire, aussi bien, qu'il est possible que les paramètres de renforcement modifient le caractère aversif de la réponse associée. Dans ce cas, un comportement initialement coûteux pour l'individu, après avoir été suivi de conséquences appétitives, pourrait être émis ou choisi plus fréquemment. Des recherches étayant cette hypothèse pourraient être réalisées après la thèse.

Quel concept choisir pour la notion d'effort ?

Nous avons trois « candidats » pour conceptualiser la notion d' « effort » comme utilisé traditionnellement en psychologie, à savoir le concept d'effort, celui d'inverse de la valeur de renforcement (on aurait pu choisir aussi bien celui de robustesse de la réponse, voir pour les similarités et rapprochements entre ces deux concepts, Nevin, & Grace, 2000), et celui de prix unitaire. En l'état, comme le concept de prix unitaire et celui de valeur de renforcement sont actuellement définis dans la littérature, ils diffèrent l'un de l'autre. Mais il est possible, comme nous l'avons proposé, de modifier la définition opérationnelle et la mise en opérations mathématiques de chacun de ces concepts pour rendre compte de ces situations manipulant les caractéristiques liées à la réponse aussi bien que celles liées aux paramètres de renforcement. Les modifications proposées tendraient vers une convergence de la définition de ces deux

concepts. Dans ce cas, par principe de parcimonie, il apparaît nécessaire de ne garder qu'un seul concept.

Ainsi, nous nous trouvons maintenant devant une situation de choix entre trois termes pour finalement un même concept afin d'expliquer une situation qui est décrite traditionnellement en psychologie comme invoquant de l'effort. Cependant, le choix pourrait se faire en fonction de l'alternative la plus avantageuse et la plus conservatrice aussi.

Ainsi, selon ces critères, le terme d'effort, comme il n'existe pas de définition opérationnelle de ce concept en analyse du comportement (Catania, 1992), apparaît comme le moins conservatif. Même s'il a l'avantage de renvoyer à un terme utilisé en psychologie et dans la vie quotidienne, ce terme ne peut être retenu en analyse du comportement.

Pour le terme de prix unitaire, l'avantage est que la définition initiale de ce concept est la plus proche du concept que nous voulons définir. En effet, il prend en compte déjà la contingence dans son ensemble avec le versant comportement et le versant renforcement. L'inconvénient est que ce concept semble moins populaire que celui de valeur de renforcement en analyse expérimentale du comportement.

Enfin pour le terme d'inverse de la valeur de renforcement, l'inconvénient est que ce concept ne prend en compte, à la base, que l'effet des paramètres de renforcement sur le choix, et non pas l'effet de la force de la réponse ou du nombre de réponses, par exemple, sur la préférence. Mais l'avantage d'utiliser ce terme est d'abord que c'est un concept largement utilisé en analyse du comportement, plus populaire que les deux autres termes.

Un autre avantage serait que cela nous obligerait à considérer davantage la contingence de renforcement dans son ensemble, comme une interaction entre le comportement et le renforcement, plutôt que d'isoler les deux versants. L'émission d'un comportement donné, à un moment t , dépend à la fois de sa force, du nombre requis, mais aussi certainement de son histoire de renforcement, et aussi de son histoire d'apprentissage (i.e., sa durée et probabilité d'apparition, c'est-à-dire en éducation ; sa fluence), et des paramètres de renforcement qui le suivent.

Ensuite, cela inciterait peut-être les chercheurs à s'intéresser davantage à l'effet de la manipulation des contraintes sur le comportement. En effet, jusqu'ici, les chercheurs se sont intéressés surtout aux effets des paramètres de renforcement sur le comportement.

Enfin, cela aiderait les chercheurs à conceptualiser l'« effort » en fonction aussi des paramètres de renforcement, à ne pas avoir un regard biaisé sur le comportement en lui-même uniquement. En effet, dans un article paru dans une revue d'analyse appliquée du comportement, Friman & Poling (1995) recommandaient, par exemple, de rapprocher les

poubelles afin d'augmenter la probabilité que des passants jettent leurs déchets à la poubelle, soit de diminuer le coût lié au comportement en lui-même, plutôt que de voir la contingence dans son ensemble et étudier la possibilité de distribuer des conséquences positives au comportement de jeter des déchets.

Ainsi, le terme d'inverse de la valeur de renforcement pourrait être préféré afin de conceptualiser les situations invoquant traditionnellement de l'« effort ». En conclusion, pour qualifier un comportement qui est inséré dans un programme de renforcement pauvre, nous pouvons le qualifier de comportement aversif. Cela est équivalent à dire que la valeur de la contingence de renforcement est négative.

Applications possibles pour augmenter les comportements aversifs

A la fin de la première partie, nous nous posons la question de savoir comment inciter un élève à s'engager dans des tâches qui sont coûteuses pour lui, c'est-à-dire qui lui demandent du temps, ou une série de comportements complexes pour arriver à la solution. Afin d'augmenter la probabilité de complétion de ces tâches, nous avons vu qu'il était possible de modifier les paramètres de renforcement associés à cette tâche. En effet, il est possible d'associer un agent renforçateur de taille plus grande suivant la complétion de la tâche difficile⁶. Il est tout aussi possible de diminuer le caractère aversif de la réponse demandée en diminuant, par exemple, le temps de la tâche demandée (Friman, & Poling, 1995) ou en exigeant l'émission d'un comportement plus fluide, c'est-à-dire associé à une probabilité d'émission, en ligne de base, plus importante. Cette conceptualisation de ce que l'on nomme effort nous permet d'avoir une vision large de la méthodologie à employer afin d'augmenter la probabilité d'émission d'un comportement donné, lorsque celui-ci apparaît rarement dans l'environnement naturel. En effet, nous pouvons, soit manipuler les contraintes liées au type de comportement demandé, soit manipuler les paramètres de renforcement.

⁶ Ou de créer un programme de renforcement plus riche en renforçant, par exemple les essais incorrects (Weaver, Watson, Cashwell, & Fascio, 2003), ou les approximations successives (procédure de modelage), ou encore toutes les bonnes réponses

Conclusion générale

Durant cette thèse, nous avons étudié les effets des événements initiaux, et plus spécifiquement l'effet du caractère aversif de la réponse sur la valeur de renforcement, et inversement, des effets des paramètres de renforcement sur le caractère aversif de la réponse. Autrement dit, nous avons observé des interactions entre l'exigence de la réponse et la valeur de renforcement associée. Nous avons vu que ce type de relations entre comportement et renforcement avait été assez largement ignoré dans la littérature opérante.

Nous avons constaté une relation inverse entre le degré de préférence pour une réponse et la préférence pour le renforcement qui suit ; au plus la réponse est non préférée ou relativement aversive, au plus l'agent renforçateur qui suivait est relativement appétitif. Par contre, nous avons émis l'hypothèse qu'il existait une relation directe, cette fois, entre la richesse des programmes de renforcement et la « valeur » de la réponse associée. En effet, au plus les programmes de renforcement sont riches, au moins la réponse associée est aversive. Des recherches plus approfondies permettraient de savoir pourquoi les relations ne sont pas symétriques, mais des éléments sont déjà disponibles à ce jour.

En effet, dans la littérature du contraste, des études ont montré généralement qu'une situation relativement aversive élève la valeur de l'agent renforçateur ou du programme de renforcement qui suit. Par contre, l'agent renforçateur ou le programme de renforcement qui suit peut dans certaines situations avoir un effet sur l'agent renforçateur cible qui est inverse au contraste (i.e., on parle d'effet d'induction ou de facilitation). De plus, dans le cas où la valeur de l'agent renforçateur était plus grande que pour l'agent renforçateur cible (i.e., qui précède), une élévation du niveau de réponse qui produisait l'agent renforçateur cible, a été observée (Weatherly, Davis, & Melville, 2000). Cet effet inverse au contraste ne se produirait que lorsque les valeurs manipulées des deux agents renforçateurs sont éloignées (i.e., le premier est peu préféré et le suivant est très préféré). Peut-être que nous pouvons trouver le même effet de facilitation avec une réponse aversive à émettre. De plus, selon Eisenberger (1992), l'effet du renforcement sur la réponse peut être vu comme une situation de conditionnement classique ; la réponse serait le stimulus conditionné et l'agent renforçateur, le stimulus inconditionné. Appairer l'agent renforçateur à la réponse diminuerait les sensations aversives produites par la réponse aversive.

Contrairement à de l'effet des paramètres de renforcement sur la valeur de la réponse, la situation décrite dans les expériences de Zentall et coll. ne semble pas être une situation de conditionnement classique. Les mécanismes à l'œuvre semblent différents et proviennent de

cette large classe de phénomènes appelés contraste. Les mécanismes impliqués dans le contraste, tout comme ceux impliqués dans l'induction restent relativement inconnus à ce jour. De plus, le contraste n'est pas classé dans la liste des processus de base (Jenkins, 1970).

En conclusion, les mécanismes responsables de l'effet des paramètres de renforcement sur la « valeur » de la réponse et ceux responsables de l'effet de la « valeur » de la réponse sur la valeur de renforcement semblent être différents. Alors que le premier cas implique du conditionnement classique ou de l'induction, le second cas implique un mécanisme de contraste.

Par ailleurs, nous avons vu dans toute la partie sur le contraste, que la valeur d'un agent renforçateur était déterminée relativement à la valeur d'un autre agent renforçateur délivré juste avant ou juste après (i.e., contexte de renforcement). Cela nous amène à réfléchir sur le concept de valeur absolue ou objective de renforcement. En effet, ces études semblent indiquer que la valeur d'un agent renforçateur ou d'un programme de renforcement changerait en fonction du contexte de renforcement. Autrement dit, la valeur d'un agent renforçateur ne se définirait que dans un sens relatif. Il est peut être possible d'augmenter de manière durable l'efficacité d'un agent renforçateur en le précédant d'événements relativement aversifs. Il serait intéressant de vérifier cette hypothèse en montrant qu'un agent renforçateur, avec une histoire d'association à un contexte de renforcement pauvre, maintiendrait mieux un comportement opérant (autre que celui entraîné en histoire d'association) qu'en ligne de base (i.e., avant l'histoire d'association).

Pour finir, concernant les applications envisageables, notamment dans le domaine de l'éducation, nous avons vu qu'il était possible d'augmenter la probabilité d'apparition des comportements coûteux ou aversifs à émettre pour l'élève. Tout d'abord en présentant un programme de renforcement riche suivant l'engagement à une tâche difficile. De plus, pour Eisenberger, renforcer le sujet à émettre un comportement demandant un grand « effort » se généraliserait à d'autres comportements demandant de l'« effort » (i.e., transfert d'effort ; voir pour des exemples Eisenberger, Masterson, & Over, 1982 ; Eisenberger, Mitchell, McDermitt, & Masterson, 1984 ; Eisenberger, & Adornetto, 1986 ; Eisenberger, Weier, Masterson, & Theis, 1989). Par exemple, dans une étude (Eisenberger, & Leonard, 1983, Expérience 3), il a été observé que le degré de persistance à des tâches difficiles de perception était meilleur pour les élèves qui avaient suivi auparavant un entraînement à un programme de renforcement intermittent que pour ceux qui avaient suivi un programme de renforcement continu (i.e., pour une autre tâche de résolution d'anagrammes). Selon l'hypothèse de l'apprentissage à

l'abnégation, le renforcement d'une grande dépense d'énergie se transférerait à travers d'autres classes de comportement en fonction du degré de similarité avec la situation originellement renforcée. Il pourrait y avoir transfert de l'effort vers des comportements différents, mais communs par le fait que ces comportements demandent une grande dépense d'énergie, même sans histoire de renforcement dans la situation de transfert. Autrement dit, l'« effort » pourrait se transférer le long de différentes dimensions de la performance (i.e., n'importe quelle caractéristique comportementale qui peut être placée sur une échelle ordinale, telles que la force, la précision, la durée, ou le temps entre les réponses). Ainsi, l'élève en face d'une nouvelle tâche dite « difficile » ou demandant un coût important, avec une histoire d'entraînement et de renforcement à la complétion d'autres tâches « difficiles », pourrait persister plus longtemps dans cette tâche.

Ensuite, le deuxième moyen d'augmenter la probabilité d'apparition de comportements coûteux pour l'élève serait de présenter la même récompense contingentement à la résolution ou l'engagement à la tâche difficile. Comme nous avons vu en première partie, cette récompense (e.g., bonne note) aurait davantage de valeur par contraste positif, du fait du caractère relativement aversif de la réponse qui l'a précédée.

En conclusion de cette thèse, nous avons tenté d'identifier les processus responsables de l'engagement d'un individu à des tâches qui sont relativement aversives. Suivant l'identification de ces facteurs responsables du maintien et généralisation de ces comportements aversifs ou demandant un certain coût, nous avons proposé des solutions pratiques pour que l'apprenant s'engage à ce type de comportement.

Références

- Adamson, C., Foster, T. M., & McEwan, J. S. A. (2000). Delayed matching to sample: the effects of sample-set size on human performance. *Behavioural Processes, 49*, 149-161.
- Amsel, A. (1958). The role of frustrative nonreward in noncontinuous reward situations. *Psychological Bulletin, 55*, 102-119.
- Arantes, J., & Grace, R. C. (2008). Contrast and value: Beyond the work ethic effect. A reply to Zentall (2008). *Animal Learning & Behavior, 36*, 26-28.
- Arantes, J., & Grace, R. C. (2008). Failure to obtain value enhancement by within-trial contrast in simultaneous and successive discriminations. *Animal Learning & Behavior, 36*, 1-11.
- Arkes, H. R., & Ayton, P. (1999). The sunk cost and concorde effects: are humans less rational than lower animal? *Psychonomic Bulletin & Review, 125*, 591-600.
- Armus, H. L., & Miller, W. S. (1998). Response difficulty: response rate relation and sex of subjects. *Psychological Reports, 83*, 1025-1026.
- Armus, H. L. (1999). Effect of response effort on secondary reward value. *Psychological Reports, 84*, 323-328.
- Armus, H. L. (2001). Effect of response effort on the reward value of distinctively flavored food pellets. *Psychological Reports, 88*, 1031-1034.
- Aronson, E., & Mills, J. (1959). The effect of severity of initiation on liking for a group. *Journal of Abnormal and Social Psychology, 59*, 177-181.
- Baer, D. M., Wolf, M. M., & Risley, T. R. (1968). Some current dimensions of applied behavior analysis. *Journal of Applied Behavior Analysis, 1*, 91-97.
- Balsam, P. D. (1985). The functions of context in learning and performance. In P. D. Balsam & A. Tomie (Eds.), *Context and learning* (pp. 1-21). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Baron, A., Mikorski, J., & Sclund, M. (1992). Reinforcement magnitude and pausing on progressive-ratio schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 58*, 377-388.
- Baron, A., & Derenne, A. (2000). Progressive-ratio schedules: effects of later schedule requirements on earlier performances. *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 73*, 291-304.
- Bateson, M. (2002). Context-dependent foraging choices in risk-sensitive starlings. *Animal Behaviour, 64*, 251-260.
- Baum, W. M. (1973). The correlation-based law of effect. *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 20*, 137-153.

- Baum, W. M. (1974). On two types of deviation from the matching law: bias and undermatching. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 22, 231-242.
- Belke, T. W. (1992). Stimulus preference and the transitivity of preference *Animal Learning & Behavior*, 20, 401-406.
- Belke, T. W., & Spetch, M. L. (1994). Choice between reliable and unreliable reinforcement alternatives revisited: preference for unreliable reinforcement. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 62, 353-366.
- Beninger, R. J., & Kendall, S. B. (1975). Behavioral contrast in rats with different reinforcers and different response topographies. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 24, 267-280.
- Bloomfield, T. M. (1967). Behavioral contrast and relative reinforcement frequency in two multiple schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 10, 151-158.
- Bloomfield, T. M. (1969). Behavioural contrast and the peak shift. In R. M. Gilbert & N. S. Sutherland (Eds.), *animal discrimination learning* (pp. 215-241). New York: Academic Press.
- Blough, P. M. (1983). Local contrast in multiple schedules: the effect of stimulus discriminability. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 39, 427-435.
- Capaldi, E. D., & Myers, D. E. (1982). Taste preferences as a function of food deprivation during original taste exposure. *Animal Learning & Behavior*, 10, 211-219.
- Capaldi, E. D., & Myers, D. E., Campbell, D. H., & Scheffer, J. D. (1983). Conditioned flavor preferences based on hunger level during original flavour exposure. *Animal Learning & Behavior*, 11, 107-115.
- Carlton, P. R. (1962). Effects on deprivation and reinforcement magnitude of response variability. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 5, 481-486.
- Catania, A. C. (1961). Behavioral contrast in a multiple and a concurrent schedule of reinforcement. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 4(335-342).
- Catania, A. C. (1966). Concurrent operants. In W. K. Honig (Ed.), *Operant behavior: areas of research and application* (pp.213-270). New-York: Appleton-Century-Crofts.
- Catania, A. C., & Reynolds, G. S. (1968). A quantitative analysis of the responding maintained by interval schedules of reinforcement. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 11, 327-383.
- Catania, A. C. (1969). Concurrent performances: inhibition of one response by reinforcement of another. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 12, 731-744.

- Catania, A. C. (1992). *Learning* (3rd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Chelonis, J. J., Daniel-Shaw, J. L., Blake, D. J., & Paule, M. G. (2000). Developmental aspects of delayed matching-to-sample task performance in children. *Neurotoxicology and Teratology*, 22, 683-694.
- Chung, S. H. (1965). Effects of effort on response rate *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 8, 1-7.
- Clement, T. S., & Zentall, T. R. (2000). Determinants of value transfer and contrast in simultaneous discriminations. *Animal Learning & Behavior*, 28, 195-200.
- Clement, T. S., Feltus, J. R., Kaiser, D. H., & Zentall, T. R. (2000). "Work ethic" in pigeons: reward value is directly related to the effort or time required to obtain the reward. *Psychonomic Bulletin & Review*, 7, 100-106.
- Clement, T. S., & Zentall, T. R. (2002). Second-order contrast based on the expectation of effort and reinforcement. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 28, 64-74.
- Collier, G., Johnson, D. F., & Mathis, C. (2002). The currency of procurement cost. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 78, 31-61.
- Crosbie, J. (1993). The effects of response cost and response restriction on a multiple-response repertoire with humans. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 59, 173-192.
- Cuvo, A. J., Lerch, L. J., Leurquin, D. A., Gaffaney, A. J., & Poppen, R. J. (1998). Response allocation to concurrent fixed-ratio reinforcement schedules with work requirements by adults with mental retardation and typical preschool children. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 31, 43-63.
- Davison, M., & Baum, W. M. (2006). Do conditional reinforcers count? *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 86, 269-283.
- De La Piedad, X., Field, D., & Rachlin, H. (2006). The influence of prior choices on current choice. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 85, 3-21.
- DeLeon, L. G., & Iwata, B. A. (1996). Evaluation of a multiple-stimulus presentation format for assessing reinforcer presentations. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 29, 519-533.
- DeLeon, L. G., Iwata, B. A., Goh, H., & Worsdell, A. S. (1997). Emergence of reinforcer preference as a function of schedule requirements and stimulus similarity. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 30, 439-449.

DeLeon, L. G., Fisher, W. W., Rodriguez-Catter, V., Maglieri, K., Herman, K., & Markhefka, J. (2001). Examination of relative reinforcement effects of stimulus identified through pretreatment and daily brief preference assessment. *Journal of Applied Behavior Analysis, 34*, 463-473.

DiGian K. A., F., A. M. & Zentall, T. R. (2004). Discriminative stimuli that follow a delay have added value for pigeons. *Psychonomic Bulletin & Review, 11*, 889-895.

Dougan, J. D., McSweeney, F. K., & Dougan, V. A. (1985). Some parameters of behavioral contrast and allocation of interim behavior in rats. *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 44*, 325-335.

Dougan, J. D., McSweeney, F. K., & Farmer-Dougan, V. A. (1986). Behavioral contrast in competitive and noncompetitive environments. *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 46*, 185-197.

Dunn, R., & Spetch, M. L. (1990). Choice with uncertain outcomes: conditioned reinforcement effects. *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 53*, 201-218.

Durlach, P. J. (1989). Learning and performance in pavlovian conditioning: are failures of contiguity learning and performance in *Contemporary learning theories: pavlovian conditioning and the status of traditional learning theory*, ed. by Klein, S. B., & Mowrer, R. R. ed. Lawrence Erlbaum associates publishers

Duvinsky, J. D., & Poppen, R. (1982). Human performance on conjunctive fixed-interval fixed-ratio schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 37*, 243-250.

Eisenberger, R., & Leonard, J. M. (1980). Effects of conceptual task difficulty on generalized persistence. *American Journal of Psychology, 93*, 285-298.

Eisenberger, R., Masterson, F. A., & Over, S. (1982). Maintenance-feeding effort affects instrumental performance. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 34B*, 141-148.

Eisenberger, R., Mitchell, M., McDermitt, M., & Masterson, F. A. (1984). Accuracy versus speed in the generalized effort of learning-disabled children. *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 42*, 19-36.

Eisenberger, R., & Adornetto, M. (1986). Generalized self-control of delay and effort. *Journal of Personality and Social Psychology, 51*, 1020-1031.

Eisenberger, R., Weier, F., Masterson, F. A., & Theis, L. Y. (1989). Fixed ratio schedules increase generalized self-control: preference for large rewards despite high effort or punishment. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes, 15*, 383-392.

- Eisenberger, R. (1992). Learned industriousness. *Psychological Review*, 99, 248-267.
- Elliott, A. J., & Devine, P. G. (1994). On the motivational nature of cognitive dissonance as psychological discomfort. *Journal of Personality and Social Psychology*, 67, 382-394.
- Epstein, L. H., Saad, F. G., Handley, E. A., Roemmich, J. N., Hawk, L. W., & McSweeney, F. K. (2003). Habituation of salivation and motivated responding for food in children. *Appetite*, 41, 283-289.
- Ettinger, R. H., McSweeney, F. K., & Norman, W. D. (1981). Contrast and undermatching as a function of reinforcer duration and quality during multiple schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 35, 271-282.
- Fantino, E. (1968). Effects of required rates of responding upon choice. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 11, 15-22.
- Fantino, E. (1969). Choice and rate of reinforcement. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 12, 723-730.
- Fantino, E. (1977). Conditioned reinforcement: choice and information. In W. K. Honig, & J. E. R. Staddon (Eds.), *Handbook of operant behavior* (pp. 313-339). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Fantino, E., Dunn, R., & Meck, W. (1979). Percentage reinforcement and choice. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 32, 335-340.
- Fantino, E. (1982). Effect of initial-link length on responding in terminal link. *Behaviour Analysis Letters*, 2, 65-70.
- Fantino, E., & Abarca, N. (1985). Choice, optimal foraging, and the delay-reduction hypothesis. *Behavioral and Brain Sciences*, 8, 315-330.
- Fantino, E. (2001). Context: a central concept. *Behavioural Processes*, 54, 95-110.
- Fantino, E. (2004). Behavior-analytic approaches to decision making. *Behavioural Processes*, 66, 279-288.
- Fantino, E., Romanowich, P. (2007). The effect of conditioned reinforcement rate on choice: a review. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 87, 409-421.
- Farley, J. (1980). Automaintenance, contrast and contingencies: effects of local vs. overall and prior vs. impending reinforcement context. *Learning & Motivation*, 11, 19-48.
- Ferster, C. B., & Skinner, B. F. (1957). *Schedules of reinforcement*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Festinger, L. (1957). *A theory of cognitive dissonance*. Stanford, CA: Stanford University Press.

- Flaherty, C. F. (1996). *Incentive relativity*. New York: Cambridge University Press.
- Flaherty, C. F., & Checke, S. (1982). Anticipation of incentive grain. *Animal Learning & Behavior*, *10*, 177-182.
- Friedrich, A. M., & Zentall, T. R. (2004). Pigeons shift their preference toward locations of food that take more effort to obtain. *Behavioral Processes*, *67*, 405-415.
- Friedrich, A. M., Clement, T. S., & Zentall, T. R. (2005). Discriminative stimuli that follow the absence of reinforcement are preferred by pigeons over those that follow reinforcement. *Learning & Behavior*, *33*, 337-342.
- Friman, P. C., & Poling, A. (1995). Make life easier with effort: Basic findings and applied research on response effort. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *28*, 583-590.
- Gollub, L. (1977). Conditioned reinforcement: schedule effects. In W. K. Honig, & J. E. R. Staddon (Eds.), *Handbook of operant behavior* (pp. 288-312). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Grace, R. C. (1994). A contextual model of concurrent-chains choice. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, *61*, 113-129.
- Grace, R. C., & Savastano, H. I. (1997). Transfer tests and stimulus value. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, *68*, 93-115.
- Grace, R. C., & Nevin, J. A. (1999). Timing and choice in concurrent chains. *Behavioural Processes*, *45*, 115-127.
- Grace, R. C., & Savastano, H. I. (2000). Temporal context and conditioned reinforcement value. *Journal of Experimental Psychology: General*, *129*, 427-443.
- Grace, R. C. (2002). The value hypothesis and acquisition of preference in concurrent chains. *Animal Learning & Behavior*, *30*, 21-33.
- Gump, B. B., & Kulik, J. A. (1997). Stress, affiliation, and emotional contagion. *Journal of Personality and Social Psychology*, *72*, 305-319.
- Hallyday, M. S., & Boakes, R. A. (1974). Behavioral contrast and response independent reinforcement. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, *16*, 429-434.
- Hallyday, M. S., & Boakes, R. A. (1974). Behavioral contrast without response-rate reduction. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, *22*, 453-462.
- Hanley, G. P., Iwata, B. A., & McCord, B. E. (2003). Functional analysis of problem behavior: a review. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *36*, 147-185.

- Hanley, G. P., Iwata, B. A., Roscoe, E. M., Thomspon, R. H., & Lindberg, J. S. (2003). Response restriction analysis: Alteration of activity preferences. *Journal of Applied Behavior Analysis, 36*, 59-76.
- Hanley, G. P., Iwata, B. A., & Roscoe, E. M. (2006). Some determinants of changes in preference over time. *Journal of Applied Behavior Analysis, 39*, 189-202.
- Harter, S. (1978). Pleasure derived from challenge and the effects of receiving grades on children's difficulty level choices. *Child Development, 49*, 788-799.
- Hassin-Herman, A. D., Hemmes, N. S., & Brown, B. L. (1992). Behavioral contrast: pavlovian effects and anticipatory contrast. *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 57*, 159-175.
- Hearst, E. (1958). The behavioral effects of some temporally defined schedules of reinforcement. *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 1*, 45-55.
- Hendry, D. P. (1969). *Conditioned reinforcement*. The Dorsey Press, pp. 401.
- Herrnstein, R. J. (1970). On the law of effect. *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 13*, 243-266.
- Herrnstein, R. J., & Loveland, D. H. (1975). Maximising and matching on concurrent ratio schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 24*, 107-116.
- Hodos, W., & Kalman, G. (1963). Effect of increment size and reinforcer volume on progressive-ratio performance. *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 6*, 387-392.
- Horne, P. J., & Lowe, C. F. (1993). Determinants of human operant performance on concurrent schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 59*, 29-60.
- Hull, C. L. (1943). *Principles of behavior*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Hunter, I., & Davison, M. (1982). Independence of response force and reinforcement rate on concurrent variable-interval schedule performance. *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 37*(183-197).
- Hursch, S. R., Raslear, T. G., Shurtleff, D., Bauman, R., & Simonns, L. (1988). A cost-benefit analysis of demand for food. *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 50*, 419-440.
- Jenkins, H., M. (1970). Sequential organization in schedules of reinforcement. In W. N. Schoenfeld (Ed.), *the theory of reinforcement schedules* (pp. 75-76). New-York: Appleton-Century-Crofts.

- Johnson, M. W., & Bickel, W. K. (2006). Replacing relative reinforcing efficacy with behavioral economic demand curves. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 85, 73-93.
- Kacelnik, A., & Marsch, B. (2002). Cost can increase preference in starlings. *Animal Behaviour*, 63, 245-250.
- Keller, K. (1974). The role of elicited responding in behavioral contrast. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 21, 249-257.
- Kendall, S. B. (1974). Preference for intermittent reinforcement. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 21, 463-473.
- Kendall, S. B. (1985). A further study of choice and percentage reinforcement. *Behavioural Processes*, 10, 399-413.
- Killeen, P. R. (1995). Economics, ecologies, and mechanics: the dynamics of responding under conditions of varying motivation. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 64, 405-431.
- Kirshenbaum, A. P., Szalda-Petree, A. D., & Haddad, N. F. (2000). Risk-sensitive foraging in rats: the effects of response-effort and reward-amount manipulations on choice behaviour. *Behavioural Processes*, 50, 9-17.
- Klein, E. D., Bhatt, R. S., & Zentall, T. R. (2005). Contrast and the justification of effort. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12, 335-339.
- Lachter, G. D. (1971). Some temporal parameters of non-contingent reinforcement. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 16, 207-217.
- Lalli, J. S., Mauro, B. C., & Mace, F. C. (2000). Preference for unreliable reinforcement in children with mental retardation: the role of conditioned reinforcement. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 33, 533-544.
- Landon, J., Davison, M., & Elliffe, D. (2003). Concurrent schedules: reinforcer magnitude effects. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 79, 351-365.
- Lannie, A. L., & Martens, B. (1994). Effects of task difficulty and type of contingency on students allocation of responding to math worksheets. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 37, 53-65.
- Lattal, K. A., & Griffin, M. A. (1972). Punishment contrast during free-operant avoidance. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 18, 509-516.
- Lattal, K. A., & Okouchi, H. (2006). An analysis of reinforcement history effects. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 86, 31-42.

Lawrence, D. H., & Festinger, L. (1962). Deterents and reinforcements: the psychology of insufficient reward. Tavistock publications

Lodewijckx, H. F., & Syroit, J. E. M. M. (1997). Severity of initiation revisited: does severity of initiation increase attractiveness in real groups? *European Journal of Social Psychology*, 27, 275-300.

Lodewijckx, H. F., & Syroit, J. E. M. M. (2001). Affiliation during naturalistic severe and mild initiations: some further evidence against the severe-attraction hypothesis. *Current Research in Social Psychology*, 6, 90-107.

Logue, A. W., & Chavarro, A. (1987). Effect on choice of absolute and relative values of reinforcer delay, amount, and frequency. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 13, 280-291.

Logue, A. W. (1988). Research on self-control: an integrating framework. *Behavioral and Brain Sciences*, 11, 665-709.

Long, E. R., Hammack, J. T., May, F., & Campbell, B. J. (1958). Intermittent reinforcement of operant behavior in children. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 1, 315-339.

Mace, F. C., Neef, N. A., Miller, M. S. (1994). Assessing influential dimensions of reinforcers on choice in students with serious emotional disturbance. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 27, 575-583.

Mace, F. C., Neef, N. A., Shade, D., & Miller, M. S. (1994). Effects of problem difficulty and reinforcer quality on time allocated to concurrent arithmetic problems. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 29, 11-24.

MacQuordale, K., & Meehl, P. E. (1948). On a distinction between hypothetical constructs and intervening variables. *Psychological Review*, 55, 95-107.

Malone, J. C. (1976). Local contrast and pavlovian induction. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 26, 425-440.

Marr, J. (1992). Behavior dynamics: One perspective.. . *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 57, 249-266.

Mazur, J. E. (1989). Theories of probabilistic reinforcement. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 51, 87-99.

Mazur, J. E., & Kralik, J. D. (1990). Choice between delayed reinforcers and fixed-ratio schedules requiring forceful responding. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 53, 175-187.

- Mazur, J. E. (1997). Choice, delay, probability, and conditioned reinforcement. *Animal Learning & Behavior*, 25, 131-147.
- Mazur, J. E. (1999). Preferences for and against stimuli paired with food. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 72, 21-32.
- Mazur, J. E. (2001). Hyperbolic value addition and general models of choice. *Psychological Review*, 108, 96-112.
- McDevitt, M. A., Spetch, M. L., & Dunn, R. (1997). Contiguity and conditioned reinforcement in probabilistic choice. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 68, 317-327.
- McDevitt, M. A., & Williams, B. A. (2001). Effects of signaled versus unsignaled delay of reinforcement on choice. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 75, 165-182.
- McLean, A. P. (1992). Contrast and reallocation of extraneous reinforcers between multiple-schedule components. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 58, 597-511.
- McSweeney, F. K., & Norman, W. D. (1979). Defining behavioral contrast for multiple schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 32, 457-461.
- McSweeney, F. K. (1982). Positive and negative contrast as a function of component duration for key pecking and treadle pressing. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 37, 281-293.
- McSweeney, F. K., Melville, C. L., & Higa, J. (1988). Positive behavioral contrast across food and alcohol reinforcers. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 50, 469-481.
- McSweeney, F. K., & Hinson, J. M. (1992). Patterns of responding within sessions. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 58, 19-36.
- McSweeney, F. K., & Weatherly, J. N. (1998). Habituation to the reinforcer may contribute to multiple-schedule behavioral contrast. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 69, 199-221.
- McSweeney, F. K., & Swindell, S. (1999). Behavioral economics and within-session changes in responding. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 72, 355-371.
- McSweeney, F. K., Murphy, E. S., & Kowal, B. P. (2003). Dynamic changes in reinforcer value: some misconceptions and why you should care. *The Behavior Analyst Today*, 2, 341-349.
- McSweeney, F. K., Kowal, B. P., Murphy, E. S., & Isava, D. M. (2004). Dishabituation produces interactions during multiple schedules. *Learning & Motivation*, 35, 419-434.

- McSweeney, F. K., Kowal, B. P., Murphy, E. S., & Wiediger, R. S. (2005). Stimulus changes dishabituates operant responding supported by water reinforcers. *Behavioural Processes, 70*, 235-246.
- McSweeney, F. K., Murphy, E. S., & Kowal, B. P. (in press). Dynamic changes in reinforcer value: some misconceptions and why you should care *The Behavior Analyst Today*.
- Miller, H. L. (1976). Matching-based hedonic scaling in the pigeon. *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 26*, 335-347.
- Miller, L. K. (1968). Escape from an effortful situation. *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 11*, 619-627.
- Miller, L. K. (1970). Some punishing effects of response-force. *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 13*, 215-220.
- Miller, R. R., & Escobar, M. (2002). Associative interference between cues and between outcomes presented together and presented apart: an integration *Behavioural Processes, 57*, 163-185.
- Moore, J. (2003). Explanation and description in traditional neobehaviorism, cognitive psychology, and behavior analysis. In K. A. Lattal & P. N. Chase (Eds.), *Behavior theory and philosophy*. New York: Kluwer Academic / Plenum Publishers.
- Morse, W. H. (1966). *Intermittent reinforcement*. In W. K. Honig (Ed.), *Operant behavior: areas of research and application* (pp.52-108). New-York: Appleton-Century-Crofts.
- Murphy, E. S., McSweeney, F. K., Smith, R. G., & McComas, J. J. (2003). Dynamic changes in reinforcer effectiveness: theoretical, methodological, and practical implications for applied research. *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 36*, 421-438.
- Neef, N. A., & Lutz, M. N. (2001). A brief computer-based assessment of reinforcer dimensions affecting choice. *Journal of Applied Behavior Analysis, 34*, 57-60.
- Neuman, P., Ahearn, W. H., & Hineline, P. N. (2000). Pigeons' choices between fixed-ratio and linear or geometric escalating schedules *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 73*, 93-102.
- Neuringer, A. (2003). Creativity and reinforced variability in K. A. Lattal & P. N. Chase (Eds.), *Behavior theory and philosophy*. Kluwer academic/ Plenum publishers/ New york.
- Nevin, J. A., & Shettleworth, S. J. (1966). An analysis of contrast effects in multiple schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 9*, 305-315.
- Nevin, J. A., Smith, L. D., & Roberts, J. (1987). Does contingent reinforcement strengthen operant behavior? *Journal of Experimental Analysis of Behavior, 48*, 17-33.

Nevin, J. A. (1995). Behavioral economics and behavioral momentum. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 64, 385-395.

Nevin, J. A., & Grace, R. C. (1999). Behavioral momentum and the law of effect. *Behavioral and Brain Sciences*, 23, 73-130.

Nevin, J. A., & Grace, R. C. (1999). Does the context of reinforcement affect resistance to change? *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 25, 256-268.

Nevin, J. A., & Grace, R. C. (2000). Behavioral momentum and the law of effect. *Behavioral and Brain Sciences*, 23, 73-130.

Nevin, J. A., Grace, R. C., Holland, S., & McLean, A. P. (2001). Variable-ratio versus variable-interval schedule: response rate, resistance to change, and preference. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 76, 43-74.

Nevin, J. A., & Shettleworth, S. J. (1966). An analysis of contrast effects in multiple schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 9, 305-315.

Notterman, J. M., & Mintz, D. E. (1965). Dynamics of response. New York: Wiley.

O'Brien, F. (1968). Sequential contrast effects with human subjects. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 11, 537-542.

O'Daly, M., Meyer, S. & Fantino, E. (2005). Value of conditioned reinforcers as a function of temporal context. *Learning & Motivation*, 36, 42-59.

O'Daly, M., Angulo, S., Gipson, C., & Fantino, E. (2006). Influence of temporal context on value in the multiple-chains and successive-encounters procedures. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 85, 309-328.

Pear, J. J., & Wilkie, D. M. (1971). Contrast and induction in rats on multiple schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 15, 289-296.

Perone, M., & Baron, A. (1980). Reinforcement of human observing behavior by a stimulus correlated with extinction or increased effort. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 34, 239-261.

Podlesnik, C. A., Jimenez-Gomez, C., Ward, R. D., & Shahan, T. A. (2006). Resistance to change of responding maintained by unsignaled delays to reinforcement: a response-bout analysis. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 85, 329-347.

Pompilio, L., & Kacelnik, A. (2005). State-dependent learning and suboptimal choice: when starlings prefer long over short delays to food. *Animal Behaviour*, 70, 571-578.

Pompilio, L., Kacelnik, A., & Behmer, S. T. (2006). State-dependent learned valuation drives choice in an invertebrate. *Science*, 311, 1613-1614.

- Rachlin, H. (1971). On the tautology of the matching law. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 15, 249-251.
- Rachlin, H. (1973). Contrast and matching. *Psychological Review*, 80, 217-234.
- Reed, D. D., & Martens, B. K. (2008). Sensitivity and bias under conditions of equal and unequal academic task difficulty. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 41, 39-52.
- Reid, D. H., Parsons, M. B., & Green, C. W. (1998). Identifying work preferences among individuals with severe multiple disabilities prior to beginning supported work. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 31, 281-285.
- Reynolds, G. S. (1961a). Behavioral contrast. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 4, 57-71.
- Reynolds, G. S. (1961b). Contrast, generalization, and the process of discrimination. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 4, 289-294.
- Reynolds, G. S., & Limpo, A. J. (1968). On some causes of behavioral contrast. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 11, 543-547.
- Richards, R. W. (1972). Reinforcement delay: some effects on behavioral contrast. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 17, 381-394.
- Rider, D. P., & Kametani, N. M. (1987). Intermittent reinforcement of a continuous response. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 47, 81-95.
- Roane, H. S., Lerman, D. C., & Vorndran, C. M. (2001). Assessing reinforcers under progressive-schedule requirements. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 34, 145-167.
- Roane, H. S., Call, N. A., & Falcomata, T. S. (2005). A preliminary analysis of adaptive responding under open and closed economies. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 38, 335-348.
- Roper, K. L., & Zentall, T. R. (1999). Observing behavior in pigeons: the effect of reinforcement probability and response cost using a symmetrical choice. *Learning & Motivation*, 30, 201-220.
- Ross, R. T., & Holland, P. C. (1981). Conditioning of simultaneous and serial feature-positive discriminations. *Animal Learning & Behavior*, 9, 293-303.
- Rovee-Collier, C. K., & Capatides, J. B. (1979). Positive behavioral contrast in 3-month-old infants on multiple conjugate reinforcement schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 32, 15-27.
- Sadowsky, S. (1973). Behavioral contrast with timeout, blackout, or extinction as the negative condition. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 19, 499-507.

- Schuck-Paim, C., Pompilio, L., & Kacelnik, A. (2004). State-dependent decisions cause apparent violations of rationality in animal choice. *PLOS Biology*.
- Schuster, R. H. (1969). A functional analysis of conditioned reinforcement. In D. Hendry (Ed.), *Conditioned reinforcement* (pp. 192-234). Homewood, IL: Dorsey Press.
- Schweitzer, J. B., & Sulzer-Azaroff, B. (1988). Self-control: teaching tolerance for delay in impulsive children. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 50, 173-186.
- Shahan, T. A., Podlesnik, C. A., & Jimenez-Gomez, C. (2006). Matching and conditioned reinforcement rate. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 85, 167-180.
- Shettleworth, S., & Nevin, J. A. (1965). Relative rate of response and relative magnitude of reinforcement in multiple schedule. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 8, 199-202.
- Singer, R. A., Berry, L. M., & Zentall, T. R. (2007). Preference for a stimulus that follows a relatively aversive event: contrast or delay reduction? *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 87, 275-285.
- Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms: A behavioral analysis*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Skinner, B. F. (2005). *Science et comportement humain*. Editions In-press.
- Skinner, B. F. (2005). *Walden 2 communauté expérimentale*. Editions In-press.
- Smith, J. B., & Gantert, A. W. (2004). Small and large fixed ratios with the same unit price. *Behavioural Processes*, 65, 253-267.
- Smith, R. G., & Iwata, B. A. (1997). Antecedent influences on behavior disorders. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 30, 343-375.
- Solberg, K. M., Hanley, G. P., Layer, S. S., & Invargsson, E. T. (2007). The effects of reinforcer pairing and fading on preschoolers' snack selections. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 40, 633-644.
- Solomon, R. I. (1948). The influence of work on behavior. *Psychological Bulletin*, 45, 1-40.
- Spealman, R. D., & Gollub, L. R. (1974). Behavioral interactions in multiple variable-interval schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 22, 471-481.
- Spetch, M. L., Wilkie, D. M., & Pinel, J. P. J. (1981). Backward conditioning: a reevaluation of the empirical evidence *Psychological Bulletin*, 89, 163-175.

- Spetch, M. L., & Dunn, R. (1987). Choice between reliable and unreliable outcomes: mixed percentage-reinforcement in concurrent chains. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 47, 57-72.
- Spetch, M. L., Dunn, R., Belke, T. W., Barnet, R. C., Dunn, R., & Pierce, W. D. (1990). Suboptimal choice in a percentage-reinforcement procedure: effects of signal condition and terminal-link length. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 53, 219-234.
- Squires, N., & Fantino, E. (1971). A model for choice in simple concurrent and concurrent-chains schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 15, 27-38.
- Stafford, D., & Branch, M. N. . (1998). Effects of step-size and break point criterion on progressive-ratio performance. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 70, 123-138.
- Terrace, H. S. (1963). Discrimination learning with and without "errors". *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 6, 1-27.
- Thompson, D. M. (1965). Punishment by Sd associated with fixed-ratio reinforcement. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 8, 189-194.
- Tolman, E. C. (1932). *Purposive behavior in animals and men*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Tsunematsu, D. (2000). Effort- and time-cost effects on demand curves for food by pigeons under short session closed economies. *Behavioural Processes*, 53, 47-56.
- Tustin, R. D. (1994). Preference for reinforcers under varying schedule arrangements: a behavioral economic analysis. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 27, 597-606.
- Tversky, A., Thaler, R. H. (1990). Anomalies: preference reversals. *The Journal of Economic Perspectives*, 4, 201-211.
- Tversky, A., Slovic, P., & Kahneman, D. (1990). The causes of preference reversal. *The American Economic Review*, 80, 204-217.
- Vasconcelos, M., Urcuioli, P. J., & Lionello-DeNolf, K. M. (2007). Failure to replicate the "work ethic" effect in pigeons. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 87, 383-399.
- Vasconcelos, M., Urcuioli, P. J., & Lionello-DeNolf, K. M. (2007). When is a failure to replicate not a type 2 error? . *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 87, 405-407.
- Vasconcelos, M., Urcuioli, P. J. (2008). Certainties and mysteries in the within-trial contrast literature: A reply to Zentall (2008). *Animal Learning & Behavior*, 36, 23-25.
- Waite, W. W., & Osborne, J. G. (1972). Sustained behavioral contrast in children. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 18, 113-117.

Wearden, J. H. (1988). Some neglected problems in the analysis of human operant behaviour. In C. Davey & C. Cullen (Eds.), *Human operant conditioning and behavior modification* (pp. 197-224). John Wiley & Sons Ltd.

Weatherly, J. N., Melville, C. L., & Swindell, S. (1997). Behavioral contrast with changes in duration and rate of reinforcement. *Behavioural Processes*, *40*, 61-73.

Weatherly, J. N., Melville, C. L., & Swindell, S. (1998). Behavioural contrast using different reinforcers: effect of baseline rate of reinforcement. *Behavioural Processes*, *44*, 11-17.

Weatherly, J. N., Melville, C. L., Swindell, S., & McMurry, A. S. (1998). Previous- and following- component contrast effects using a three-component multiple-schedule. *Behavioural Processes*, *42*, 47-59.

Weatherly, J. N., Stout, J. E., McMurry, A. S., Rue, H. C., & Melville, C. L. . (1999). Within-session responding when different reinforcers are delivered in each half of the session. *Behavioural Processes*, *46*, 227-243.

Weatherly, J. N., Davis, C. S., & Melville, C. L. (2000). Induction with upcoming food-pellet reinforcement. *Learning & Motivation*, *31*, 180-199.

Weaver, A. D., Watson, T. S., Cashwell, C., & Fascio, J. H. S. (2003). The effects of ability and effort-based praise on task persistence and task performance *The Behavior Analyst Today*, *4*, 361-368.

Weissman, A. (1963). Behavioral effects of pairing an Sd with a decreasing limited-hold reinforcement schedule. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, *6*, 265-268.

White, K. G., Aslop, B., & McLean, A. P. (1992). Successive independence and behavioral contrast in a closed economy. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, *58*, 313-323.

Williams, B. A. (1981). The following schedule of reinforcement as a fundamental determinant of steady state contrast in multiple schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, *35*, 293-310.

Williams, B. A. (1983). Another look at contrast in multiple schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, *39*, 345-384.

Williams, B. A., & Wixted, J. T. (1986). An equation for behavioral contrast. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, *45*, 47-62.

Williams, B. A. (1988). Reinforcement, choice, and response strength in R. C. Atkinson, R. J. Herrnstein, G. Lindzey, & R. D. Luce (Eds.), *Stevens' handbook of experimental psychology: vol. 2. Learning and cognition* (2nd edition). New York: Wiley.

Williams, B. A. (1989). Component duration effects in multiple schedules. *Animal Learning & Behavior*, *17*, 223-233.

Williams, B. A. (1990). Absence of anticipatory contrast in rats trained on multiple schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, *53*, 395-407.

Williams, B. A. (1990). Pavlovian contingencies and anticipatory contrast. *Animal Learning & Behavior*, *18*, 44-50.

Williams, B. A. (1991). Behavioral contrast and reinforcement value. *Animal Learning & Behavior*, *19*, 337-344.

Williams, B. A., & Dunn, R. (1991). Substitutability between conditioned and primary reinforcers in discrimination acquisition. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, *55*, 21-35.

Williams, B. A. (1992). Competition between stimulus-reinforcer contingencies and anticipatory contrast. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, *58*, 287-302.

Williams, B. A. (1992). Inverse relations between preference and contrast. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, *58*, 303-312.

Williams, B. A. (1994). Conditioned reinforcement: neglected or outmoded explanatory concept. *Psychonomic Bulletin & Review*, *1*, 457-475.

Williams, B. A., & Wixted, J. T. (1994). Shortcomings of the behavioral competition theory of contrast: reanalysis of McLean (1992). *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, *61*, 107-112.

Williams, B. A., & Bell, M. C. (1996). Changeover and preference in concurrent schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, *65*, 513-526.

Williams, B. A. (1997). Varieties of contrast: a review of incentive relativity by Charles F. Flaherty. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, *68*, 133-141.

Williams, B. A. (1999). Value transmission in discrimination learning involving stimulus chains. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, *72*, 177-185.

Williams, B. A., & McDevitt, M. A. (2001). Competing sources of stimulus value in anticipatory contrast. *Animal Learning & Behavior*, *29*, 302-310.

Williams, B. A. (2002). Behavioral contrast redux. *Animal Learning & Behavior*, *30*, 1-20.

Zarcone, T. J., Chen, R., & Fowler, S. C. (2007). Effects of differing response-force requirements on food-maintained responding in CD-1 mice. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 88, 381-393.

Zentall, T. R., Clement, T. S., Friedrich, A. M., & DiGian, K. A. (2006). Stimuli signaling rewards that follow a less preferred event are themselves preferred: Implications for cognitive dissonance. In E. A. Wasserman, & T. R. Zentall (Eds.), *Comparative Cognition: Experimental Explorations of Animal Intelligence* (pp. 651-667). Oxford University Press.

Zentall, T. R., Sherburne, L. M., Roper, K. L., & Kraemer, P. J. (1996). Value transfer in a simultaneous discrimination appears to result from within-event Pavlovian conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 22, 68-75.

Zentall, T. R. (2001). The case for a cognitive approach to animal learning and behavior. *Behavioural Processes*, 54, 65-78.

Zentall, T. R., Clement, T. S., Friedrich, A. M., & DiGian, K. A. (2006). Stimuli signaling reward that follow a less preferred event are themselves preferred: implications for cognitive dissonance in E. A. Wasserman & T. R. Zentall (eds.) *Comparative cognition: experimental explorations of animal intelligence*. Oxford university press.

Zentall, T. R., & Singer, R. A. (2007). Within-trial contrast: pigeons prefer conditioned reinforcers that follow more rather than less relatively aversive events. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 88, 131-149.

Zentall, T. R., & Singer, R. A. (2007). Within-trial contrast: when is a failure to replicate not a type 1 error? *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 87, 401-404.

Zentall, T. R. (2008). Within-trial contrast: when you see it and when you don't. *Animal Learning & Behavior*, 36, 19-22.

Zentall, T. R., & Singer, R. A. (2008). Required pecking and refraining from pecking alters judgments of time by pigeons. *Learning & Behavior*, 36, 55-61.

Zentall, T. R. (2005). A within-trial contrast effect and its implications for several social psychological phenomena. *International Journal of Comparative Psychology*, 18, 273-297.

Zentall, T. R., Weaver, J. E., & Sherburne, L. M. (1996). Value transfer in concurrent-schedule discriminations by pigeons. *Animal Learning & Behavior*, 24, 401-409.

Zhou, L., Iwata, B. A., Goff, G. A., & Shore, B. A. (2001). Longitudinal analysis of leisure item preferences. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 34, 179-184.

Zimmerman, D. W. (1960). Intermittent reinforcement of discriminatively controlled responses and runs of responses. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 3, 83-91.

Articles publiés

Psychonomic Bulletin & Review

2008, 15 (3), 673-677

Cognitive Dissonance in Children: Justification of Effort or Contrast?

Jérôme Alessandri and Jean-Claude Darcheville

University of Lille III, France

Thomas R. Zentall

University of Kentucky

Word Count: 2,561

Corresponding author:

Thomas R. Zentall

Department of Psychology

University of Kentucky

Lexington, KY 40506

Phone 859-257-4076

Fax 859-323-1979

Email: zentall@uky.edu

Abstract

Justification of effort is a form of cognitive dissonance in which the subjective value of an outcome is directly related to the effort that went into obtaining it. However, it is likely that in social contexts (such as the requirements for joining a group) an inference can be made (perhaps incorrectly) that an outcome that requires greater effort to obtain in fact has greater value. Here we present evidence that a cognitive dissonance effect can be found in children under conditions that offer better control for the social value of the outcome. This effect is quite similar to contrast effects that recently have been studied in animals. We suggest that contrast between the effort required to obtain the outcome and the outcome itself provides a more parsimonious account of this phenomenon and perhaps other related cognitive dissonance phenomena as well. Research will be needed to identify cognitive dissonance processes that are different from contrast effects of this kind.

Key Words: Cognitive dissonance, contrast, children, relative value of reinforcers

Cognitive Dissonance in Children: Justification of Effort or Contrast?

Cognitive dissonance can be defined as the conflict that arises when there is an inconsistency between one's beliefs and one's behavior or between two cognitions. According to cognitive dissonance theory (Festinger, 1957), one should be motivated to reduce that conflict, generally by altering one's beliefs.

Justification of effort is a form of cognitive dissonance in which one gives greater value to outcomes that require greater effort to obtain, to justify the greater effort (Aronson & Mills, 1959). For example, a student receiving an A grade in a difficult course (e.g., *Organic Chemistry*) is likely to value that grade more than the same outcome in a less demanding course (e.g., *An Introduction to Golf*). According to cognitive dissonance theory greater value is attributed to the outcome following greater effort, to justify the added effort needed to obtain it.

The problem with the justification of effort effect when applied to social contexts is the assumption of 'same outcome' may not be correct. In the case of the A grade in chemistry and in golf, although they may each contribute equally to the student's grade-point average, the chemistry grade is likely to have greater value when accompanying an application to medical school.

Similarly, in the classic experiment by Aronson and Mills (1959), subjects were told they could take part in a discussion group if they passed an initiation consisting of reading a passage out loud. Aronson and Mills found that subjects who were asked to read an embarrassing (sexually explicit) passage (a severe initiation) valued joining the group more than control subjects for whom the passage was not so embarrassing (an easier initiation). However, it may be that subjects applied a not-inappropriate rule of thumb that in general, groups that are difficult (or require being embarrassed) to join are often socially more attractive (i.e., are generally valued more) than groups that are easy to join.

Other interpretations of the results of this experiment have been proposed. For example, Gerard and Mathewson (1966) proposed that aversiveness in the Aronson and Mills (1959) experiment may have been confounded with (sexual) arousal in the difficult initiation condition but they found that similar effects could be obtained with shock as the severe initiation.

Alternatively, Schopler and Bateson (1962) argued that because subjects had already accepted to engage in a severe initiation, they were more likely conform to the implied expectation that that they should value the discussion group. Schopler and Bateson noted that

dissonance theory would have predicted that subjects in the severe initiation condition who felt most embarrassed by the initiation should have rated the discussion group most favorably. Instead, they found the opposite. Thus, they suggested that reporting favorably on the group may have been perceived as a demand characteristic of the task resulting from the difficult initiation.

A third interpretation was proposed by Lodewijkx and Syroit (1997). Based on affiliation theory, they suggested, that people under threat (presumed to be so in the severe initiation) have a strong need for affiliation and thus their strong need to join the group led to a more favorable evaluation of the group (see also Lodewijkx, Zomerén, & Syroit 2005). In support of this hypothesis, Gump and Kulik (1997) found that subjects exposed to threat showed an increase in the desire to affiliate.

In all of these studies, complex social interactions make it difficult to isolate potentially simpler mechanisms that might contribute to or even account for the justification of effort effect. One way to provide a simpler test of the mechanism responsible for this effect is to remove some of the more complex social components of the testing procedure. For example, one can vary the effort required by subjects to obtain a stimulus associated with an asocial reinforcer.

Clement, Feltus, Kaiser, and Zentall (2000) described such a procedure in an experiment with pigeons. Pigeons were trained to peck at a circle. On half of the trials, one peck was sufficient to turn off the circle and present the pigeons with a simultaneous color discrimination (e.g., red+, yellow-). On the remaining trials the pigeons had to make 20 pecks to turn off the circle and present a different simultaneous discrimination (e.g., green+, blue-). On test trials when the pigeons were given a choice between the two S+ stimuli (i.e., red and green) they showed a significant preference for the S+ that in training had followed the greater effort (20 pecks). Similarly, DiGian, Friedrich, and Zentall (4) found that when pigeons were trained to choose one S+ stimulus following a 6-sec delay and a different S+ stimulus following no delay, they preferred the S+ that in training was preceded by the delay. And Friedrich, Clement, and Zentall (2005) reported that when pigeons were trained to choose one S+ stimulus following food reinforcement and a different S+ stimulus following the absence of food reinforcement, they preferred the S+ that in training was preceded by the absence of reinforcement. Thus, in general, pigeons appear to prefer a conditioned reinforcer (S+) that follows a less preferred event over one that follows a more preferred event.

Klein, Bhatt, and Zentall (2005) conducted an experiment similar to Clement et al. (2000) with adult humans in which on half of the trials single mouse click was required to produce one pair of shapes and on the remaining trials 20-30 mouse clicks were required to produce a different pair of shapes. In each case, subjects had to learn by trial and error which of the two shapes in each pair was the correct one. Following acquisition, when the subjects were given a choice between the two correct shapes, one from each discrimination, they showed a significant preference for the correct shape that had followed the greater response requirement in training. These results, together with those from experiments with pigeons, suggest that the justification of effort effect can be found in the absence of a social context (i.e., a context in which the outcome following the more difficult initiation may be inferred to be more valuable).

Clement et al. (2000) suggested that such preferences could be more parsimoniously explained in terms of a contrast effect. They suggested that contrast between the prior effort (or delay or absence of reinforcement) and the discriminative stimulus (signaling reinforcement) that followed could account for this effect. Furthermore, they suggested that experience with any less preferred event that occurred prior to presentation of a discriminative stimulus associated with reinforcement would result in a preference for that discriminative stimulus over one that followed a more preferred event.

Although the results found with adults suggest that the justification of effort effect may be found in an asocial context, the extensive history that adults have had in making judgments of the value of reinforcers in terms of the effort required to obtain them (i.e., requiring greater effort often implies that the reinforcer is of better quality) may make it difficult to isolate the mechanism responsible for this effect, even when studied in contexts that are not social. If one could find a similar effect in young children, who have had less experience with the expectation that reinforcers that follow greater effort are actually worth more than those that follow less effort, it would better indicate that the outcomes were actually similar.

Furthermore, if the added value of reinforcement depends on the presence of a prior aversive event, it should be possible to observe a similar effect with a different sort of prior aversive event, such as delay. Thus, a second purpose of the present experiment was to manipulate the delay (known to be a relatively aversive event, Fantino, 1969) between an initial common response and the reinforcer-associated stimulus that follows.

Method

Participants

Forty-two children (24 males and 18 females), 7-8 years old, participated in the experiment. All were students for two typical classrooms enrolled in two classes in a public elementary school in Hem, (a suburb of Lille) France.

Apparatus

The study was conducted in a quiet room in the school, close to the children's class room. Each participant was seated in a chair in front of a table containing a monitor connected to a computer. All participants were trained and tested with a program created with Labview 7.1 (National Instruments Corporation, Austin, Texas). During experimental sessions, the monitor displayed an initial stimulus at the top center of the screen and two discriminative stimuli near the bottom, one on each side, each measuring approximately 5 cm by 5 cm. Clicking the mouse within these areas advanced the trial sequence and resulted in programmed consequences. The initial stimuli used were a red or a blue rectangle. The discriminative stimuli that followed were familiar black shapes (plus, square, circle and triangle) presented on a white background. The children were tested individually. They had no interaction with other participants before or during the experimental session and we asked them not to talk to the other children about the experiment.

Procedure

Reinforcement preference assessment. Because of potential individual differences in the value of the rewards used, a preference assessment was conducted to determine for each subject the most preferred among three potential reinforcers, and one potential punisher (a timeout period). We selected reinforcers that we thought the children would like. The reinforcers were the 5 s presentation of (1) short segments of nine possible songs, (2) short segments of a French cartoon (Razmoket or Titeuf), (3) a voice that said "good", or (4) the blank screen alone (time out). The child was then asked which event was the most preferred (to be used following choice of the positive, S+, discriminative stimulus in training) and which was the least preferred (to be used following choice of the negative, S-, discriminative stimulus in training). The subjects were exposed to each reinforcer (two exposures to each reinforcer) signaled by an icon presented in the center of the screen. Thirty-eight of the

children rated one of the cartoons as most preferred, the remaining children preferred the songs. All children rated the time out as the least preferred.

Pretraining. After the preference assessment test, the children were given an example of the procedure in which a white rectangle and a black rectangle (not presented in training) were used as choice stimuli. Each child was told to click on each of the sample stimuli to see what outcomes would result. There were two pretraining trials presented: one for which a click on one shape produced the reinforcer and the other for which a click provided the timeout.

Training. Participants were told to click on the initial red or blue rectangle several times (seven clicks were required on each trial to make it disappear and to display the two shapes). They then had to discover which shape would produce the reinforcer (called the good outcome) by clicking on one of them. Each of the two discriminations involved two of the shapes (plus, square, circle and triangle), chosen randomly for each child, with one shape chosen arbitrarily as the correct one (S+). Choice of the S+ was followed by the most preferred event; choice of the other shape, the S-, was followed by the least preferred event. On half of the trials, a response to the colored rectangle was followed immediately with the presentation of one pair of shapes. On the remaining trials, a response to the other colored rectangle was followed by a delay of 8 s and then the presentation of the other pair of shapes (see Figure 1 for a schematic of the training procedure). Participants were told that if the shapes did not appear immediately, they should wait and not click any more until the shapes appeared. The experimenter then asked the participants if they understood what they had to do. If not, the relevant portions of the instructions were repeated.

The two types of trial (with and without delay) were presented randomly with the constraint that each type of trial occurred equally often in a block of 4 trials. The position of the shapes in each discrimination (left or right) was randomized, with the constraint that each stimulus occurred equally often on each side. There was an intertrial interval (ITI) of 1 s (selected to be relatively short because we found that the children became restless if the ITI was longer. Training continued until there were 16 consecutive responses to the correct shapes, typically 8 correct responses for each pair of discriminative stimuli.

Testing. Following training, the children were told that they should now choose which shape they most preferred but neither reward nor blackout would be delivered. Testing consisted of 12 test trials, 6 test trials with the simultaneous presentation of the two S+ stimuli from training and 6 test trials with the simultaneous presentation of the two S- stimuli from

training (see Figure 2). The position of the two stimuli was randomized, with the constraint that each stimulus appeared equally often on each side. To assess the possibility that test stimulus preference might be conditional on the delay presented on test trials (rather than attributable to delay experienced in training), there were 3 possible initial events that preceded the test pair (each presented twice with the S+ stimuli and the S- stimuli). The initial event was either the blue or red rectangle followed by the associated delay or no initial event (choice between the S+ or S- shapes occurred immediately following the intertrial interval). The sequence of trials during testing was counterbalanced over subjects.

Results

Testing

Choice of the S+. On test trials involving choice of the two S+ stimuli, the children showed a preference for the S+ that in training followed the delay (62.3%, standard error of the mean, SEM, = 4.46). A single-sample *t*-test was conducted on the overall choice of the S+ stimuli on test trials. The analysis indicated that choice of the delayed S+ was significantly greater than chance, $t(41) = 2.76$, $p < 0.01$, Cohen's $d = .86$, indicating that the S_{+delay} stimulus was preferred over the S_{+no-delay} stimulus.

On test trials, the children chose the S_{+delay} when the initial event on test trials was the delay stimulus, 66.7% (SEM = .6.0), when the initial event on test trials was the no delay stimulus, 54.8% (SEM = 6.0), and when the initial event on test trials was no event, 65.5% (SEM = 6.0). A one-way analysis of variance performed on the test data, with the three levels of initial event on test trials (delay, no delay, and no event) as the factor, yielded a nonsignificant effect of the initial event on test trials, $F(2, 82) = 1.71$, $p = .19$. Thus, there was no significant evidence that the children had acquired a conditional discrimination in training. That is, in training they did not learn if there is a delay on the current trial, choose the S_{+delay}, but if there is no delay, choose the S_{+no-delay}.

Choice of the S-. On test trials involving choice of the two S- stimuli, the children showed a small preference for the S_{-delay} (55.5%, SEM = 4.0). A single-sample *t*-test conducted on the overall choice of the S_{-delay} on test trials indicated that choice of the delayed S- was not significantly different from chance, $t(41) = 1.50$, $p = 0.14$, Cohen's $d = .47$.

On test trials, the children chose the S_{-delay} when the initial event on test trials was the delay stimulus, 61.9% (SEM = 12.0), when the initial event on test trials was the no delay stimulus, 50.0% (SEM = 13.0), and when the initial event on test trials was no event, 61.9%

(SEM = 13.0). A one-way analysis of variance performed on the test data, with the three levels of initial event on test trials (delay, no delay, and no event) as the factor, yielded a nonsignificant effect of the initial event on test trials, $F(2, 82) = 2.40, p = .10$. Thus, the initial event from training did not significantly affect choice of the two S- stimuli when it was presented on test trials.

Discussion

The results of the present experiment show that children preferred the S+ that followed the 8-sec delay in training over the S+ that followed no delay and that this effect was independent of whether the test-trial choice was preceded by a delay or not. This result confirms the finding that a cognitive dissonance or justification of effort effect can be obtained in the context of arbitrary stimuli that are presented in a relative an asocial context. A social context such as that used by Aronson and Mills (1959) may elicit learned strategies that can evoke unintended differences in the value of reinforcement. Humans often experience better outcomes when they require more effort to obtain them. Although such expectations may occur in young children as well, they are less likely to be present in an asocial context.

The fact that a very similar effect can be found in pigeons (see Zentall & Singer, 2007, for a review) under virtually the same conditions as used with both adults and children, makes the assumption about an asocial context more credible. As noted, pigeons not only prefer stimuli that follow longer delays (DiGian et al., 2004) but they also prefer stimuli that follow greater effort (Clement et al., 2000) and the absence of food (in the context of food on other trials, Friedrich et al., 2005). When this effect has been found in pigeons, it has been explained in terms of the contrast between the negative value of the aversive delay, effort, or absence of food and the positive value of the reinforcer, as compared with the value of the absence of a delay, less effort, or presence of food and the positive value of the reinforcer.

In the present experiment, children were given a simultaneous discrimination following the delay or absence of a delay to ensure that they attended to the shapes and did not respond simply to any shape that appeared (see Clement et al. 2000). On test trials, our main interest was in which of the two S+ stimuli the children preferred but we also asked them to choose between the two S- stimuli. In research with pigeons we have sometimes found a preference for the S- stimulus similar to the preference for the S+ stimulus that followed the less preferred event in training (Clement et al.) but in several other experiments a preference for the S- stimulus has not been found (DiGian et al., 2004; Friedrich et al. 2005). When we have

sometimes found such an S- preference, we have explained it in terms of value that may transfer from an S+ to an S- in a simultaneous discrimination (Zentall & Clement, 2001). However, we have also suggested that the reason the S- effect is often not found, is that reliable value transfer effects occur primarily when the S+ stimuli themselves have a greater difference in absolute value (e.g., differential probability of reinforcement) than they do in the present design.

Contrast effects have been studied in animals for over 50 years. They can be seen when there is an upward or downward shift in the magnitude of reinforcement relative to controls trained at the final level from the start (incentive contrast, Crespi, 1942) or when responding in the presence of one stimulus is extinguished and responding increases in the presence of a second stimulus, without a change in its schedule of reinforcement associated with the second (behavioral contrast, Reynolds, 1961). Presumably, contrast effects are based on a simple comparative process, the degree of change in the value of an event, and do not require a cognitive mechanism such as the need to justify one's behavior or the dissonance between one's beliefs and one's behavior.

The fact that the present effect can be found in pigeons (under a variety of conditions) and in human children and adults suggests that it has considerable generality. It also offers support for the hypothesis that findings that have been interpreted in terms of the justification of effort and attributed to complex processes such as the reduction in psychological discomfort produced by attitude change (Elliot & Devine, 1994), an increased need to conform to the perceived expectation of the experimenter, or an increased need to affiliate may actually be based on a more parsimonious contrast mechanism. It is also possible that contrast is the basic underlying process responsible for this effect but various social variables, including cognitive dissonance, need to conform, and need for affiliation reinforce the response tendencies established by contrast. If so, it would be of interest to determine the contribution of each of these mechanisms to this broad class of cognitive dissonance phenomena often thought of as paradoxical.

References

- Aronson, E., & Mills, J. (1959). The effect of severity of initiation on liking for a group. *Journal of Abnormal and Social Psychology, 59*, 177-181.
- Clement, T. S., Feltus, J., Kaiser, D. H., & Zentall, T. R. (2000). "Work ethic" in pigeons: Reward value is directly related to the effort or time required to obtain the reward. *Psychonomic Bulletin & Review, 7*, 100-106.
- Crespi, L. P. (1942). Quantitative variation in incentive and performance in the white rat. *American Journal of Psychology, 55*, 467-517.
- DiGian, K. A., Friedrich, A. M., & Zentall, T. R. (2004). Reinforcers that follow a delay have added value for pigeons. *Psychonomic Bulletin & Review, 11*, 889-895.
- Elliot, A. J., & Devine, P. G. (1994). On the motivational nature of cognitive dissonance: Dissonance and psychological discomfort. *Journal of Personality and Social Psychology, 67*, 382-394.
- Fantino, E. (1969). Choice and rate of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 12*, 723-730.
- Festinger, L. (1957). *A theory of cognitive dissonance*. Evanston, IL: Row, Peterson.
- Friedrich, A. M., Clement, T. S., & Zentall, T. R. (2005). Discriminative stimuli that follow the absence of reinforcement are preferred by pigeons over those that follow reinforcement. *Learning & Behavior, 33*, 337-342.
- Gerard, H. B., & Mathewson, G. C. (1966). The effects of severity of initiation on liking for a group: a replication. *Journal of Experimental Social Psychology, 2*, 278-287.
- Gump, B. B., & Kulik, J. A. (1997). Stress, affiliation, and emotional contagion. *Interpersonal Relations and Group Processes, 72*, 305-319.
- Klein, E. D., Bhatt, R. S., & Zentall, T. R. (2005). Contrast and the justification of effort. *Psychonomic Bulletin & Review, 12*, 335-339.
- Lodewijx, H. F. M., & Syroit, J. E. M. M. (1997). Severity of initiation revisited: Does severity of initiation increase attractiveness in real groups? *European Journal of Social Psychology, 27*, 275-300.
- Lodewijx, H. F. M., & Syroit, J. E. M. M. (2001). Affiliation during naturalistic severe and mild initiations: Some further evidence against the severity-attraction hypothesis. *Current Research in Social Psychology, 4*, 90-107.
- Reynolds, G. S. (1961). Behavioral contrast. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 4*, 57-71.

Schopler, J., & Bateson, N. (1962). The dependence interpretation of the effects of a severe initiation. *Journal of Personality, 30*, 633-649.

Zentall, T. R., & Singer, R. A. (2007). Within-trial contrast: Pigeons prefer conditioned reinforcers that follow a relatively more rather than less aversive event. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 88*, 131-149.

Zentall, T. R., & Clement, T. S. (2001). Simultaneous discrimination learning: Stimulus interactions. *Animal Learning & Behavior, 29*, 311-325.

Author Note

The research presented here was facilitated by a Fellowship from the Fulbright Scholar Program and the Nord Pas de Calais Regional Council as well as Visiting Professorship from the University of Lille III to TRZ.

Figure Captions

Figure 1. Sequence of events experienced by children in the no delay component (left panel) and in the delay component (right panel) of the task during training. The colors that signaled the initial event and the discriminative stimuli associated with the delay and no-delay events were counterbalanced over children.

Figure 2. Sequence of events experienced by children in each initial stimulus condition for S+ presentations during testing. On one third of the test trials, the children experienced an initial color followed by the 8-s delay and either the two S+ stimuli from training (left panel) or the two S- stimuli from training (not shown). On one third of the test trials, the children experienced an initial color followed by no delay and either the two S+ from training (right panel) or the two S- stimuli from training (not shown). And on the remaining third of the test trials, the children experienced no initial stimulus and no delay followed by either the two S+ from training (middle panel) or the two S- stimuli from training (not shown).

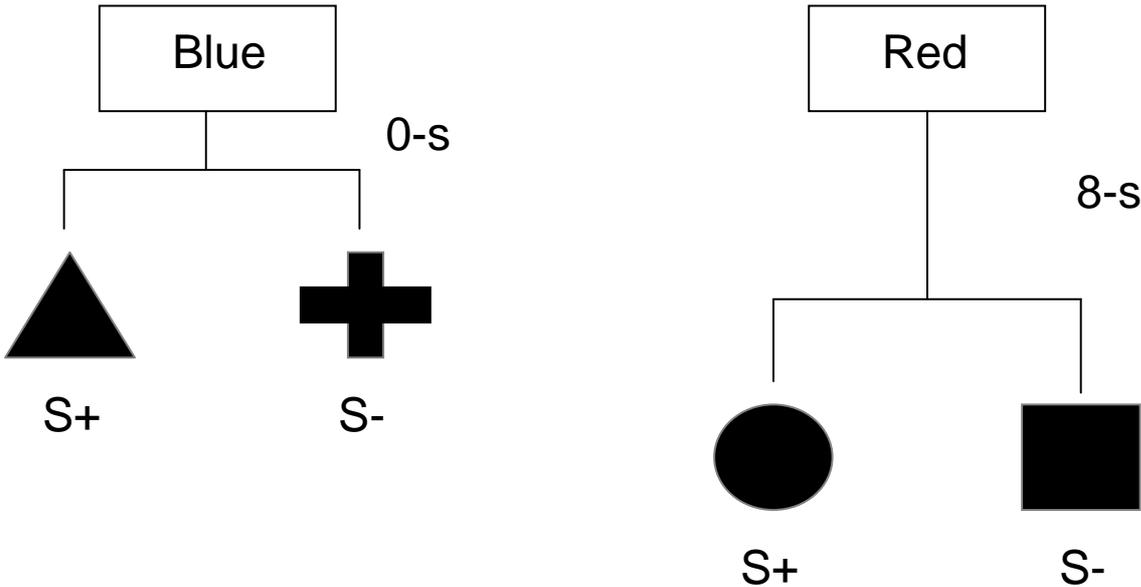


Figure 1

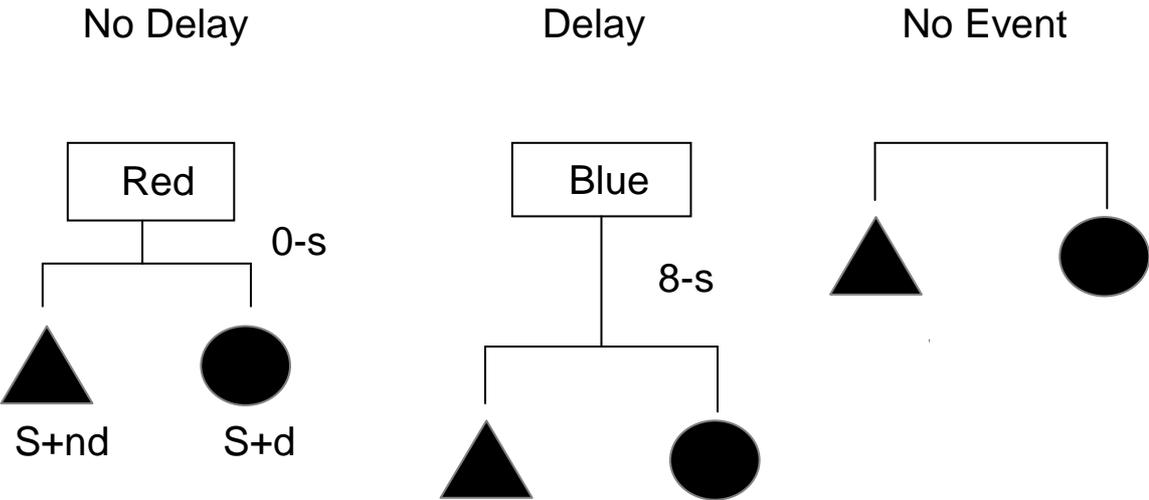


Figure 2

Running head: WITHIN-TRIAL CONTRAST

Learning & Behavior (in press)

Preference for Rewards that Follow Greater Effort and Greater Delay

Jérôme Alessandri, Jean-Claude Darcheville, and Yvonne Delevoeye-Turrell

University of Lille 3, France

Thomas R. Zentall

University of Kentucky

Words: 3990

Corresponding author:

Thomas R. Zentall

Department of Psychology

University of Kentucky

Lexington, KY 40506

Phone 859-257-4076

Fax 859-323-1979

Email: zentall@uky.edu

Abstract

Humans prefer (conditioned) rewards that follow greater effort (Aronson & Mills, 1959). This phenomenon can be interpreted as evidence for cognitive dissonance (or justification of effort) but may also result from (1) the contrast between the relatively greater effort and the signal for reinforcement or (2) the delay reduction signaled by the conditioned reinforcer. In the present study, we examined the effect of prior force and prior time to produce stimuli associated with equal reinforcement. As expected, pressing with greater force or for a longer time was less preferred than pressing with less force or for a shorter time. However, subjects preferred the conditioned reinforcer that followed greater force and more time. Furthermore, subjects preferred a long duration with no force requirement over a shorter duration with a high force requirement and consistent with the contrast account but not the delay reduction account they preferred the conditioned stimulus that followed the less-preferred, shorter-duration, high-force event. Within-trial contrast provides a more parsimonious account than justification of effort and a more complete account than delay reduction.

Key words: cognitive dissonance, justification of effort, within-trial contrast, delay reduction theory, relative reward value

Preference for Rewards that Follow Greater Effort and Greater Delay

There is evidence from research with pigeons that a positive discriminative stimulus that follows a nonpreferred event, such as a greater number of responses, a longer delay, and a lower probability of reinforcement is preferred over a different positive discriminative stimulus that follows a preferred event such as fewer responses, a shorter delay, and a higher probability of reinforcement (see Zentall, Clement, Friedrich, & DiGian, 2006, for a review). This phenomenon has been studied using a procedure in which two kinds of training trial randomly alternate. For example, on one kind of trial, there is an initial preferred event (e.g., a single peck is required) followed by presentation a simultaneous discrimination (e.g., red correct, S+, yellow incorrect, S-). On the other kind of trial, there is an initial less preferred event (e.g., 20 pecks are required) followed by presentation of a different simultaneous discrimination (e.g., green S+, blue S-). After sufficient experience with this procedure, when the pigeons are tested with the two positive discriminative stimuli from training (i.e., red and green) they typically show a preference for the S+ stimulus that followed the less preferred event in training (Clement Feltus, Kaiser, & Zentall, 2000; Singer & Zentall, 2008).

This observed phenomenon is not explained by traditional theories that postulate that the value of a stimulus should depend only on its consequences (Hull, 1943; Skinner, 1938). Neither can these results be accounted for by recent theories such as the contextual choice model (Grace, 1994) which predicts that the value of the terminal link stimulus should depend on the delay to primary reinforcement, independent of the context.

The apparent paradox in the inverse functional relationship between preference for the response requirement and preference for the positive discriminative stimulus that follows can be explained by the within-trial contrast model proposed by Clement Feltus, Kaiser and Zentall (2000). This model assumes that the value of a reinforcer (or the discriminative stimulus that predicts it) is judged relative to the value of the event that preceded it. More precisely, the value of a reinforcer depends on the relative improvement in value or the degree of positive contrast between the initial event and the reinforcer (or the stimulus that signals it).

When an analogous experiment has been conducted with humans the similar paradoxical results have been explained in terms of the justification of effort (Aronson & Mills, 1959), a special case of cognitive dissonance (Festinger, 1957). According to cognitive dissonance theory, when there is a discrepancy between beliefs and behavior or experience, humans should attempt to reduce the discrepancy. The belief is that reinforcement should be commensurate with the effort required to obtain it but the experience is that it is not. To

reduce the dissonance, it is proposed that humans (and other animals, Lawrence & Festinger, 1962) should give added value to the outcome that required greater effort to obtain. But it is not clear that even if animals are capable of experiencing a discrepancy between expected rewards and the behavior needed to obtain them (dissonance), that they have a need to resolve that dissonance. Instead, within-trial contrast offers a more parsimonious account of these effects, especially when the effect is found in animals.

Alternatively, it is possible that results obtained using the procedure developed by Clement et al. (2000) - and similar effects - can be explained in terms of the relative reduction in the delay to reinforcement signaled by the discriminative stimulus (Fantino & Abarca, 1985). According to delay reduction theory, a stimulus will be preferred if it signals a greater reduction in the delay of reinforcement (relative to its absence) than another stimulus. Furthermore, Fantino and Abarca proposed that the reduction in delay should be calculated relative to the total duration of the trial. The longer the trial duration, the closer to reinforcement the discriminative stimulus would be as a proportion of the duration of the trial and thus, the greater the reduction in delay to reinforcement signaled by the S+. In the procedure used by Clement et al. (2000), although the two positive stimuli signaled the same delay to reinforcement, the one that followed the greater response requirement appeared relatively closer to reinforcement than the one that followed the smaller response requirement. Thus, it may not have been the contrast between the more aversive 20 peck requirement and the discriminative stimulus that followed which was responsible for the preference but the relative reduction in delay to reinforcement signaled by discriminative stimulus that followed the 20 response requirement because the 20 pecks took longer to produce than the single peck.

Delay reduction theory can also account for results reported by DiGian, Friedrich, and Zentall (2004) in which the introduction of a delay prior to presentation of the discriminative stimuli produced a preference for the S+ stimulus that followed. On the other hand, the results of an experiment by Friedrich, Clement, and Zentall (2005) would seem to pose a problem for delay reduction theory. Consistent with within-trial contrast, they found that an S+ stimulus that followed the absence of reinforcement was preferred over one that followed the presence of reinforcement. However, if one considers the interval between two successive reinforcers as the duration of importance, then the inter-reinforcement time on a trial with reinforcement would be shorter than the inter-reinforcement duration on a trial without reinforcement and the S+ stimulus that followed the absence of reinforcement would be a better relative predictor of the next reinforcement.

Recently, we have found results similar to those reported by Clement et al. (2000) can be obtained with humans (Klein, Bhatt, & Zentall, 2005). When subjects worked to obtain each of two positive discriminative stimuli, the one that they had to work harder to obtain was preferred over the one they had to work less hard to obtain.

The purpose of the present study was three-fold. First, it was to examine the preference of humans for low and high effort or force responses (independent of differential time) and long or short delays (independent of differential force). Second, it was to determine if the nonpreferred force required to make a response and the nonpreferred duration of the response would produce a preference for the discriminative stimuli that follow. And finally, it was to ask if delay reduction theory is sufficient to account for the results of this and similar experiments (see Singer, Berry, & Zentall, 2007). If a non-preferred event occurs on a shorter-duration trial, the contrast hypothesis and the delay reduction hypothesis make opposite predictions. If delay reduction is sufficient to account for these results then trial duration should determine the value of the conditioned reinforcer and the S+ that follows the longer initial event should be preferred. According to the contrast hypothesis, if the force requirement is sufficiently non-preferred, it should overcome the aversiveness of the delay to presentation of the discriminative stimuli and result in a preference for the S+ that follows the less-preferred, shorter-duration but greater-effort event.

METHOD

Participants

The participants were 30 undergraduate students (10 males and 20 females) at the University of Lille III who were all volunteers.

Apparatus

A Novatech Mini40 ATi force cell (Tatem Industrial Automation Ltd, Derby, UK) served to measure force. All participants were trained and tested with a program created with Labview 8.0 (National Instruments Corporation, Austin, Texas) presented on a computer monitor.

Procedure

The experiment was completed in a single session of 40 to 45 min. The value of high force was defined separately for each subject. We asked each participant to press the force cell with the maximum force possible with their dominant hand. For each subject we defined the high force as at least 50% of this maximum force. The actual high force used varied

considerably from a low of 20 N to a high of 150N. The low force was defined as no less than 2 N and no more than 10 N. The second variable studied was the duration of required force (1 sec or 5 sec).

Phase 1. The purpose of Phase 1 was to determine the subjects' preference for the various combinations of force (high force vs. low force) and time (1 sec vs. 5 sec). A forced trial consisted of the presentation of a circle at the top or the bottom of the screen depending on the force required (high or low) or the duration required (short or long). One mouse click (with the non-dominant hand) to the circle made it disappear and initiated the force/time response requirement (with the dominant hand). When force was manipulated, at the start of each trial a message appeared on the screen to either to press the force cell with low force or with high force (as determined earlier).

If the force criterion was met, the word "correct" appeared on the screen, if not, a message appeared, "You have not pressed with enough force, try again." For the low force, if the participant pressed with a force greater than 10 N, a message appeared, "Be careful, you have pressed with too much force, try again." When this occurred, the trial began again and this was repeated until the subject responded correctly. These correction trials occurred very seldom after the first or second trial of each type. In each condition, training consisted of one block of 10 forced trials, five of each trial type (randomly presented), followed by five free choice trials, then another block of six forced trials, three of each trial type followed by five additional free choice trials.

When duration was manipulated, subjects were told they would have to press the force cell for either a short time (1 sec) or a long time (5 sec) and they were given feedback that they had responded long enough or not long enough, as in the high and low force condition. In addition, a temporal constraint was imposed on all trials in all conditions. On all trials, subjects had to begin to respond within 1 sec after their response to the circle. Thus, the 1-sec response had to be completed within 2 sec after the response to the circle and the 5-sec response had to be completed within 6 sec after the response to the circle. Subjects were instructed to click on the circle available either at the top or at the bottom of the screen. If the circle appeared at the top they were instructed to immediately press on the cell with high force (for some subjects or low force for others) for a few seconds (for some subjects or briefly for others) until feedback was provided (see Figure 1, left and center columns). They were told that feedback would be provided. If the appropriate response was not made, the trial was repeated.

On choice trials, participants were presented with both circles and were told that they should choose according to their preference and respond with the force and duration that they did in training but that they would no longer be given feedback following their choice (see right column of Figure 1). The design of the experiment involved various combinations of the two variables, force and duration (see Table 1 for the order of conditions for half of the subjects; for the remaining subjects, the order of conditions was reversed). The purpose of Condition 1 was to determine the preference for high versus low force with duration held constant at the higher level. The purpose of Condition 2 was to determine the preference for long versus short duration with force held constant at the higher level. The purpose of Condition 3 was to determine the preference for high versus low force with duration held constant at the lower level. The purpose of Condition 4 was to determine the preference for long versus short duration with force held constant at the lower level. The purpose of Condition 5 was to determine the preference for the combination of high force and long duration versus low force and short duration. We wanted to know if combining the two presumably more aversive events would affect the preference. The purpose of Condition 6 was to determine if pitting the high force and low duration against the low force and high duration would reduce the overall preference or would the values selected for either of those two dimensions overshadow the other.

In each condition, training consisted of one block of 5 forced trials of each kind, intermixed, followed by 5 free choice trials, then another block of 3 forced trials of each kind followed by 5 additional free choice trials. Trials were self-paced. The next trial began immediately after the previous trial ended with the appearance of the circle at the top or bottom of the screen. There was a 5 min break between Phases 1 and 2.

Phase 2. The purpose of Phase 2 was to determine the relation between the most and least preferred response from Phase 1 and the positive discriminative stimulus (shape) that consistently followed. A preference score was calculated by summing all choices made of each response over the 3 conditions in which it appeared. Based on the preference scores for each of the four possible initial events obtained in Phase 1, the most preferred and least preferred responses from Phase 1 served as the two initial events used in Phase 2.

A procedure similar to that used by Clement et al. (2000) was used. Participants were told to click once on an initial red or blue rectangle presented at the middle top of the screen and then to immediately press the force cell with one of the forces they had learned in Phase 1. Participants were informed of the correspondence between the color of the rectangle and

the required response. The blue rectangle indicated that the preferred response from Phase 1 was to be made and the red rectangle indicated that the less preferred response from Phase 1 was to be made. Following performance of the response requirement, a simultaneous discrimination was presented involving a choice between two free-form line-drawn shapes (see Klein et al., 2005). A different pair of line-drawn shapes followed each of the two response requirements. Participants were also told that choice of one shape would be followed by the feedback “correct” and choice of the other, by the feedback “wrong.” The two kinds of trial alternated randomly with the constraint that each type of trial occurred equally often in a block of 4 trials. The position of discriminative stimuli (left or right) was randomized, with the constraint that each stimulus occurred equally often on each side. Training continued until there were 8 consecutive choices of the correct shapes (4 correct choices involving each discrimination). The shape of the correct stimulus was counterbalanced among participants. The design of Phase 2 is presented in Figure 2.

When criterion was met, testing followed. Test trials involved a choice between the two positive discriminative stimuli from training. The participants were told that they should now choose which shape they most preferred but no feedback would be provided. The testing phase consisted of four test trials, two of which were initiated by the red rectangle and two that were initiated by the blue rectangle (for each color the corresponding response was required as in training). The position of the two stimuli was randomized, with the constraint that each stimulus appeared equally often on each side. The trial type (response requirement) of the first test trial was counterbalanced among participants. Following the four test trials there were an additional eight training trials followed by four more test trials (two with blue the rectangle, two with the red rectangle, as the initial stimulus). For counterbalancing purposes, the first test trial in the second set of test trials was always the trial type that had not been presented first in the first set of test trials. As in Phase 1, if the appropriate force was not produced, the trial was repeated. There was no break between Phases 2 and 3 other than to verbally tell the subjects that there would no longer be a force requirement.

Phase 3. The procedure used in Phase 3 was similar to that of Phase 2 with the following exceptions: In an effort to directly test delay reduction theory, we replaced the response requirement that was preferred by most subjects (low-force, 1-sec) with a 10-sec delay (subjects were told that there would be no force required) and signaled it with a green rectangle. Subjects were trained with these two initial events (10-sec delay vs. their least preferred response determined from Phase 1) as they had been in Phase 1. They were then

tested for their initial stimulus preference as in Phase 1. They were then trained as they were in Phase 2 but with four new shapes as discriminative stimuli (see Klein et al., 2005). In training, one of two new shapes was correct following the 10-sec delay and the one of the other new shapes was correct following the least preferred response (the high-force 5-sec response). When subjects met the discrimination criterion they were tested for their S+ stimulus preference as in Phase 2.

Results

Phase 1

The results of Phase 1 are represented in Table 1. Preference for the four required responses was determined as follows: As each initial event appeared in 3 conditions (once with each of the other required responses), choice of each required response was summed and divided by the number of test trials on which the initial event was presented (and multiplied by 100 to convert to percentage preference). Overall, participants preferred the alternative requiring low force and shorter duration (77.0%), followed by low force long duration (53.5%), followed by high force short duration (50.7%), and followed by high force long duration (18.8%).

Individual single-sample *t*-tests were conducted on the overall choice of the preferred initial stimulus in each condition. In Condition 1, the analysis indicated that choice of the low-force 5-sec response was preferred significantly over the high force 5-sec response, $t(29) = 5.47, p < 0.01, d = 2.03$. In Condition 2, choice of the high-force 1-sec response was preferred significantly over the high-force 5-sec response, $t(29) = 10.77, p < 0.01, d = 4.00$. In Condition 3, choice of the low-force 1-sec response was preferred significantly over the high-force 1-sec response, $t(29) = 5.07, p < 0.01, d = 1.88$. In Condition 4, choice of the low-force 1-sec response was preferred significantly over the low force-5 sec response $t(29) = 5.02, p < 0.01, d = 1.86$. In Condition 5, choice of the low-force 1-sec response was preferred significantly over the high-force 5-sec response, $t(29) = 7.66, p < 0.01, d = 2.84$. However, in Condition 6, choice of the low-force 5-sec response was not preferred significantly over the high-force 1-sec response, $t < 1$. For all but 2 subjects the most preferred was the low-force 1-sec response and the least preferred was the high-force 5-sec response.

Phase 2. On the first test trial involving choice of the two S+ stimuli, 20 participants chose the S+ stimulus that in training followed the non-preferred response (66.7%). When the data were pooled over all 8 of the test trials, a similar preference was found, 62.9% ($SEM =$

4.17%). A single-sample t -test was conducted on the overall S+ stimulus preference on test trials. The analysis indicated that the S+ stimulus preference associated with the less preferred initial response was significantly greater than chance, $t(29) = 3.09$, $p < 0.01$, $d = 1.15$.

Test trials were divided according to the initial stimulus on test trials to determine if the required response on test trials affected the S+ preference. When the required response on test trials was the less preferred response, the participants chose the S+ stimulus associated with the less preferred response in training, 65.0% ($SEM = 5.48\%$) of the time, and when the initial event on test trials was the preferred event, they chose the S+ stimulus associated with the less preferred response in training 60.9% ($SEM = 6.44\%$) of the time. A two-sample t -test performed on the test data, as a function of the two levels of required response on test trials (non-preferred vs. preferred response), yielded a nonsignificant effect of the required response on test trials, $t < 1$.

Phase 3. The initial preference assessment indicated that, most participants (22/30) preferred the 10-sec initial event over the high-force 5-sec initial event (70.8%, $SEM = 5.99\%$). This preference was significantly greater than chance, as indicated by a binomial test, $p < .01$.

Whichever required response was preferred, on the first test trial involving choice of the two S+ stimuli, subjects showed a preference for the S+ stimulus that in training followed the non-preferred response, 66.7%. When the data were pooled over all 8 of the test trials, preference for the S+ stimulus that in training followed the non-preferred response was (64.2%, $SEM = 5.17\%$). A single-sample t -test performed on the overall choice of the S+ stimulus on test trials indicated that preference for the S+ stimulus that followed the less preferred required response in training was significantly greater than chance $t(29) = 2.71$, $p = .01$, $d = 1.01$.

For the 22 participants who preferred the 10 sec initial event, on test trials involving the choice of the two S+ stimuli, most showed a preference for the S+ stimulus that in training followed the less preferred high-force 5-sec event. The mean preference for the S+ stimulus that in training followed the less preferred high-force 5-sec event was 64.2%. A single-sample t -test was conducted on the overall choice of the S+ stimulus on test trials. The analysis indicated that choice of the S+ stimulus that followed the less preferred required response in training was significantly greater than chance, $t(21) = 2.12$, $p = 0.05$, $d = 0.93$.

According to the contrast hypothesis, preference for the discriminative stimulus should depend on the degree of aversiveness of the prior event. To test this hypothesis, a Pearson

product-moment correlation was performed on the response preference scores (short vs. long and low vs. high force) and the positive stimulus preference scores for each subject. The analysis indicated that there was a significant negative correlation (one tailed t -test) between degree of schedule preference and preference for the positive stimulus that followed the preferred response, $r = -0.33$, $t(28) = 1.85$, $p < .05$, $d = 0.70$. Thus, the degree to which a participant showed a preference for a required response predicted the test-trial preference for the S+ stimulus associated with the other required response.

Once again, test trials were divided according to the required response on test trials to determine if the required response on test trials affected the S+ preference. On test trials, the participants chose the S+ stimulus associated with the less preferred required response in training when the required response on test trials was the less preferred response, 74.2% ($SEM = 2.50\%$) of the time, and when the initial event on test trials was the preferred response, 54.2% ($SEM = 3.65\%$) of the time. A t -test was performed on the test data yielded a significant effect of the initial event on test trials, $t(58) = 2.54$, $p = .014$, $d = 0.67$. Thus, although there was no need to do so, in Phase 3, subjects showed a significant tendency to use the required response on test trials as a conditional stimulus.

Discussion

The results of the present experiment indicate that humans (like other animals) prefer to make responses that require less force and are of shorter durations (Hull, 1943). More important we found a preference for an S+ stimulus that followed the less preferred response in training over one that followed a more preferred response, using differential force and differential duration of response as the required responses. Most of the participants preferred the low-force 1-sec response over the high-force 5-sec response but consistent with the contrast account, they preferred the S+ stimulus that followed high-force 5-sec response in training over the S+ that followed the low-force 1-sec response. These results support and extend results reported by Klein et al. (2005).

The results of Phase 2 test trials can be accounted for in terms of either delay reduction or within-trial contrast because the least preferred response was also the one that took longest to make. However, the results of Phase 3 support the contrast account and delay reduction theory by itself as originally formulated has difficulty accounting for these results (see also Singer et al., 2007). According to delay reduction theory, the value of a stimulus as a conditioned reinforcer should depend only on the degree to which it results in a reduction in

the delay to reinforcement. Thus, the longer the duration of the required response, the closer the S+ should come to reinforcement and the greater should be the reduction in delay to reinforcement signaled by the S+. As delay is generally not preferred, delay reduction theory and the contrast hypothesis often make similar predictions. In Phase 3, however, we pitted delay reduction theory against the contrast account. In Phase 3, the required-response-preference-assessment indicated that most of the participants preferred to wait 10 sec rather than to respond to the force cell with high force for 5 sec.

However, in agreement with the contrast hypothesis, on test trials, participants who initially preferred the 10-sec delay showed a significant preference for the S+ stimulus that followed the high-force 5-sec required response.

Delay reduction theory as well as the more recent hyperbolic value-added model proposed by Mazur (2001) both use time to reinforcement to predict schedule preference. Although the hyperbolic value-added model describes the schedule preference in terms of value that decreases according to a hyperbolic function, it, like delay reduction theory, bases that value on time - delay to reinforcement. Delay reduction theory is explicit in proposing that it is the *relative* amount of delay reduction that occurs upon presentation of the discriminative stimuli that predicts preference for the positive discriminative stimulus. The hyperbolic value-added model is not so explicit about the relative reduction in delay as source of value but it may be implied from the notion that choice behavior is determined by the amount of value added at the moment of transition from initial to terminal links.

On the other hand, if one were to view value more generally as affected by variables other than delay, in principle, both theories could account for the data from the present experiment. However, if such a theory were to be useful, those variables would have to be more explicitly stated so they could be distinguished from contrast and empirically tested.

The present results contribute to findings by Singer et al. (2007). Initially, they trained pigeons on two schedules of reinforcement that involved similar delays to reinforcement: a differential-reinforcement of other behavior (DRO 20 sec) schedule (not pecking for 20 sec was reinforced) and a modified fixed interval (FI 20 sec) schedule (the first response after 20 sec was reinforced). Because early in training the pigeons pecked when the DRO schedule was in effect thus lengthening the interval, the fixed interval schedule was modified on a trial by trial basis to match the duration of each preceding DRO trial. When schedule preference was assessed, one pigeon preferred the FI schedule, others preferred the DRO schedule, and still others were indifferent to the schedules. However, when the experimenters followed each

of the schedules with a distinctive pair of discriminative stimuli, Singer et al. found, in keeping with the contrast hypothesis, that for every pigeon, the schedule preference predicted the pigeons' preference for the S+ stimulus that followed. Furthermore, there was a strong inverse correlation between the degree of schedule preference and preference for the positive stimulus that followed the preferred event.

A similar approach was taken by Singer (2008, Experiment 2). In one experiment pigeons were trained with a fixed ratio schedule on some trials and a differential reinforcement of other behavior schedule on others. Again, the trials were matched on an individual basis for duration. Following a test for schedule preference, each of the two schedules was followed by a distinctive pair of discriminative stimuli. Once again, the pigeons' schedule preference predicted their preference for the S+ stimulus that followed.

Finally, Singer (2008, Experiment 3) trained pigeons with a differential response requirement similar to that used by Clement and Zentall (2000). For pigeons in one group, trial duration and number of pecks required were confounded. For pigeons in a second group, the additional time to complete the higher fixed ratio was added as a delay (in the absence of the stimulus) following the lower fixed ratio requirement. Once again, following a test for schedule preference, each of the two schedules was followed by a distinctive pair of discriminative stimuli and once again, the pigeons' schedule preference predicted their preference for the S+ stimulus that followed. Thus, it should be clear that this effect that we have referred to as within-trial contrast does not require a differential reduction in delay.

It should be noted that not all studies with pigeons have been able to replicate the contrast effect first reported by Clement et al. (2000; see Arantes & Grace, 2008; Vasconcelos, Urcuioli, Lionello-DeNolf, 2007). Why that is, is not clear but the large number of studies that have reported a significant within-trial contrast effect with relatively aversive prior events consisting of effort (many versus few responses), delay (long versus short), the absence of food (when food is presented on other trials) and food deprivation (long versus short) suggests that the effect is a real one (Clement et al., 2000; Clement & Zentall, 2002; DiGian et al., 2004; Friedrich et al., 2005; Friedrich & Zentall, 2004; Kacelnik & Marsh, 2002; Klein et al., 2005; Pompilio, & Kacelnik, 2005; Pompilio, Kacelnik, Behmer, 2006; Singer et al., 2007; Vasconcelos & Urcuioli, 2008).

Studies that have failed to replicate the effects of a relatively aversive initial event on the preference for the positive discriminative stimulus that follow are consistent with the contextual choice model proposed by Grace (1994) who proposed that the prior event (or

schedule) should not have an effect on the later schedule. The reason for this inconsistency in results is not clear but it is likely that the values associated with certain variables play an important role in obtaining the effect (see Zentall, 2008). For example, Clement et al. (2000) recognized that it was not possible to determine how much training would be needed to develop an association between the initial response requirement and the discriminative stimuli that followed. For this reason, they gave their pigeons 20 sessions of training following the acquisition of the simultaneous discriminations. Friedrich and Zentall (2004) monitored the development of the preference for the S+ that followed the greater response requirement and found that a significant preference did not develop until the pigeons had had over 70 sessions of training. Similarly, Singer et al. (2007) found that a significant preference only developed after 40 sessions of training. Why Clement and Zentall were able to find the contrast effect with only 20 sessions of training is not clear but the later research suggests that it may take considerably more training to establish the association. In this regard, it is interesting to note that in the present study overtraining was not needed to observe the effect with human subjects (see also, Allesandri, Darcheville, & Zentall, in press; Klein, Bhatt, & Zentall, 2005). At this point, why overtraining should be necessary with pigeons but not for humans is a matter of speculation. One possibility is that humans may simply acquire the associations between the response requirement and the positive discriminative stimulus that follows considerably faster than pigeons. In the case of humans, faster acquisition may result from the possibility that humans are able to verbalize the associations between the response requirement and the positive discriminative stimulus that follows.

A second study that has failed to report a contrast effect using the Clement et al. (2000) procedure included several pigeons that received extended training (Arantes & Grace, 2008). The results of this study are a bit more problematic, however, it is possible that the earlier experience that these pigeons had with lean (variable interval) schedules of reinforcement may have inadvertently washed out the contrast effect (but see Arantes & Grace, 2008). According to Zentall and Singer (2007), the basis of the within-trial contrast effect is the contrast between the less preferred schedule and the discriminative stimuli that follow. If, however, the pigeons have been accustomed to lean schedules of reinforcement, the fixed ratio 20 schedule used in their experiment may not have been sufficiently aversive to produce contrast. On the other hand, according to Arantes and Grace (2008) even lean variable interval schedules may be less aversive than richer fixed ratio schedules (see also Moore & Fantino,

1975). A test of the hypothesis that prior experience with lean schedules can reduce or eliminate the contrast effect from occurring will have to await further research.

Overall, the present results together with earlier research with humans (adults and children), pigeons, and starlings suggest that the within-trial contrast account provides a parsimonious explanation of the preference often found for a positive discriminative stimulus that is preceded by a relatively aversive event over one that is preceded by a less aversive event. Furthermore, although it has been argued that cognitive dissonance theory can be applied to animals in asocial contexts (Lawrence & Festinger, 1952) the present results, as well as the earlier results with pigeons, suggest that with-trial contrast provides a simpler account of the version of cognitive dissonance known as justification of effort (Aronson & Mills, 1959). These results further suggest that contrast effects may contribute to other phenomena that previously have been explained in terms of cognitive dissonance.

Alessandri, J., Darcheville, J.-C., & Zentall, T. R. (in press). Cognitive Dissonance in Children: Justification of Effort or Contrast? *Psychonomic Bulletin & Review*.

Arantes, J. & Grace, R. C. (2008). Failure to obtain value enhancement by within-trial contrast in simultaneous and successive discriminations. *Learning & Behavior*, *36*, 1-11.

Aronson, E., & Mills, J. (1959). The effect of severity of initiation on liking for a group. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, *59*, 177-181.

Clement, T. S., Feltus, J., Kaiser, D. H., & Zentall, T. R. (2000). "Work ethic" in pigeons: Reward value is directly related to the effort or time required to obtain the reward. *Psychonomic Bulletin & Review*, *7*, 100-106.

Clement, T. S., & Zentall, T. R. (2002). Second-order contrast based on the expectation of effort and reinforcement. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *28*, 64-74.

DiGian, K. A., Friedrich, A. M., & Zentall, T. R. (2004). Reinforcers that follow a delay have added value for pigeons. *Psychonomic Bulletin & Review*, *11*, 889-895.

Fantino, E., & Abarca, N. (1985). choice, optimal foraging, and the delay-reduction hypothesis. *Behavioral and Brain Sciences*, *8*, 315-330.

Festinger, L. (1957). *A theory of cognitive dissonance*. Evanston, IL: Row, Peterson.

Friedrich, A. M., Clement, T. S., & Zentall, T. R. (2005). Discriminative stimuli that follow the absence of reinforcement are preferred by pigeons over those that follow reinforcement. *Learning & Behavior*, *33*, 337-342.

Friedrich, A. M., & Zentall, T. R. (2004). Pigeons shift their preference toward locations of food that take more effort to obtain. *Behavioral Processes*, *67*, 405-415.

Grace, R. C. (1994). A contextual model of concurrent-chains choice. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, *61*, 113-129..

Hull, C. L. (1943). *Principles of behavior*. New York: Appleton-Century-Crofts.

Klein, E. D., Bhatt, R. S., & Zentall, T. R. (2005). Contrast and the justification of effort. *Psychonomic Bulletin & Review*, *12*, 335-339.

Lawrence, D. H., & Festinger, L. (1962). Deterrents and reinforcements: the psychology of insufficient reward. Tavistock publications

Mazur, J. E. (2001). Hyperbolic value addition and general models of animal choice. *Psychological Review*, *108*, 96-112.

Singer, R. A., Berry, L. M., & Zentall, T. R. (2007). Preference for a stimulus that follows a relatively aversive event: contrast or delay reduction? *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 87, 275-285.

Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms: A behavioral analysis*. New York: Appleton-Century-Crofts.

Vasconcelos, M., Urcuioli, P. J., & Lionello-DeNolf, K. M. (2007). Failure to replicate the “work ethic” effect in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 87, 383-399.

Zentall, T. R. (2008). Within-trial contrast: When you see it and when you don't. *Learning & Behavior*, 36, 19-22.

Zentall, T. R., Clement, T. S., Friedrich, A. M., & DiGian, K. A. (2006). Stimuli signaling reward that follow a less preferred event are themselves preferred: implications for cognitive dissonance in E. A. Wasserman & T. R. Zentall (eds.) *Comparative cognition: experimental explorations of animal intelligence*. Oxford university press.

Zentall, T. R., & Singer, R. A. (2007). Within-trial contrast: Pigeons prefer conditioned reinforcers that follow a relatively more rather than less aversive event. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 88, 131-149.

Table 1. Order of conditions (half of the subjects received the reverse order of conditions) and subjects' mean preference for the low force or shorter duration event with (SEM).

Condition	Force	Duration	Mean percentage choices (SEM)
1	High vs. low	Long	73.7 (2.37)
2	High	Long vs. Short	86 (1.83)
3	High vs. Low	Short	75.3 (2.74)
4	Low	Long vs. Short	71.7 (2.36)
5	High vs. Low	Long vs. Short	84 (2.43)
6	High vs. Low	Long vs. Short	50 (3.44)

Note – High force was determined separately for each subject (see text). Low force was 2-10 N. Long duration was 5 sec, short duration was 1 sec. In Condition 5, the trials involved high force for 5 sec randomly alternated with low force for 1 sec. In Condition 6, the trials involved high force for 1 sec randomly alternated with low force for 5 sec (shown is the preference for the high force for 1 sec).

Figure Captions

Figure 1. In Phase 1, each training trial started with the illumination of a circle at the top of the screen indicating that one response would be required (left column, e.g., high force, long) or a circle at the bottom of the screen indicating the other response would be required (center column, e.g., low force, long). On test trials, circles appeared at both the top and bottom of the screen and subjects could choose the response to be made, (i.e. high force long or low force long).

Figure 2. Phase 2 training trials. At the start of each training trial a red or blue rectangle appeared at the top of screen subjects clicked on the rectangle and responded with the required force for the required time to produce a choice between two shapes. Choice of the S+ resulted in the appearance of the word “correct” on the screen. Choice of the S- resulted in the appearance of the word “wrong” on the screen.

Figure 3. Phase 3 training trials. The preferred response requirement from Phase 2 (typically low force 1-sec) was replaced by a 10-sec delay with no force response required. When subjects responded with the required force for the required time they were given a choice between two new shapes. Choice of the S+ resulted in the appearance of the word “correct” on the screen. Choice of the S- resulted in the appearance of the word “wrong” on the screen.

Figure 4. Phase 3 test trials. Subjects were given a choice between the two S+ stimuli from Phase 3 training. Half of the test trials were initiated by a red rectangle and half by a blue rectangle.

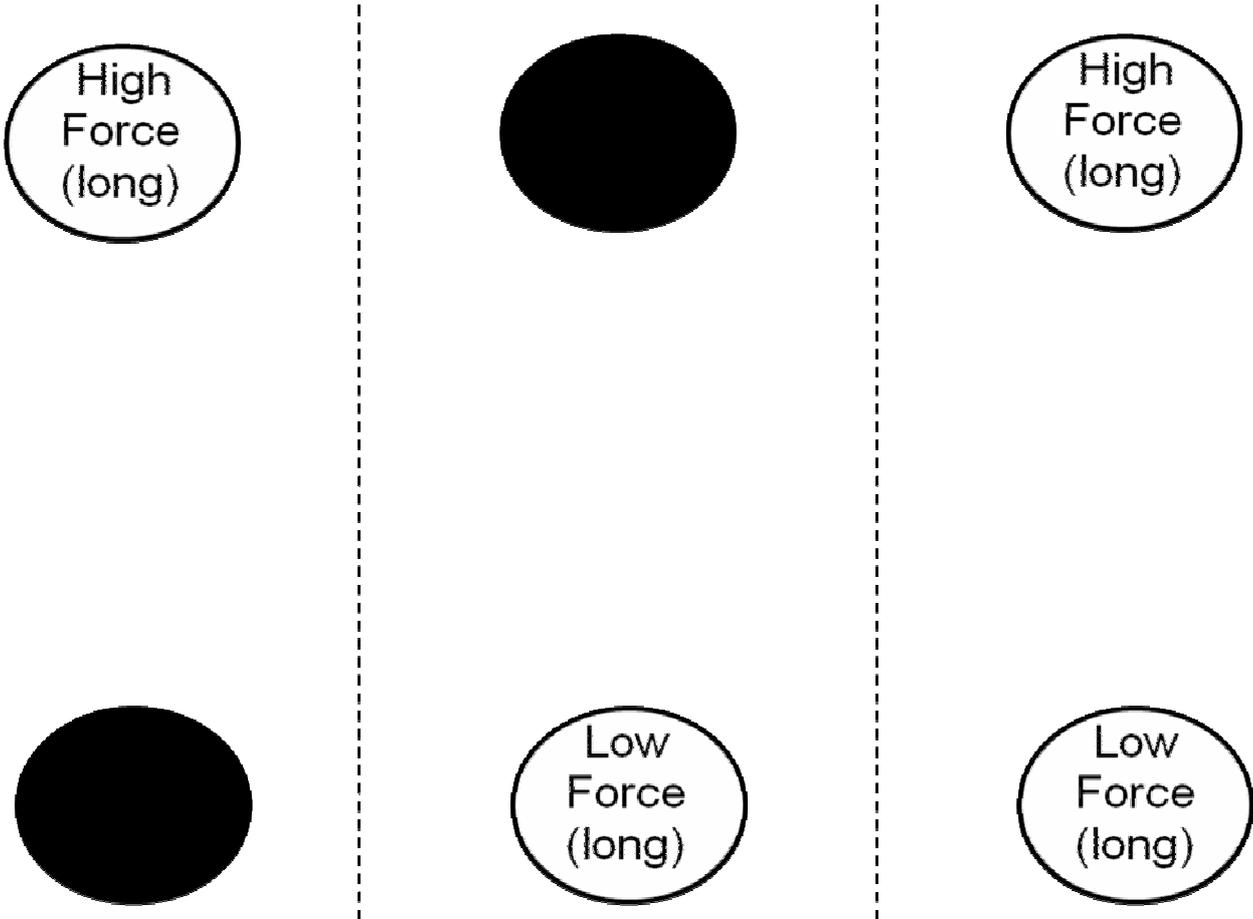


Figure 1

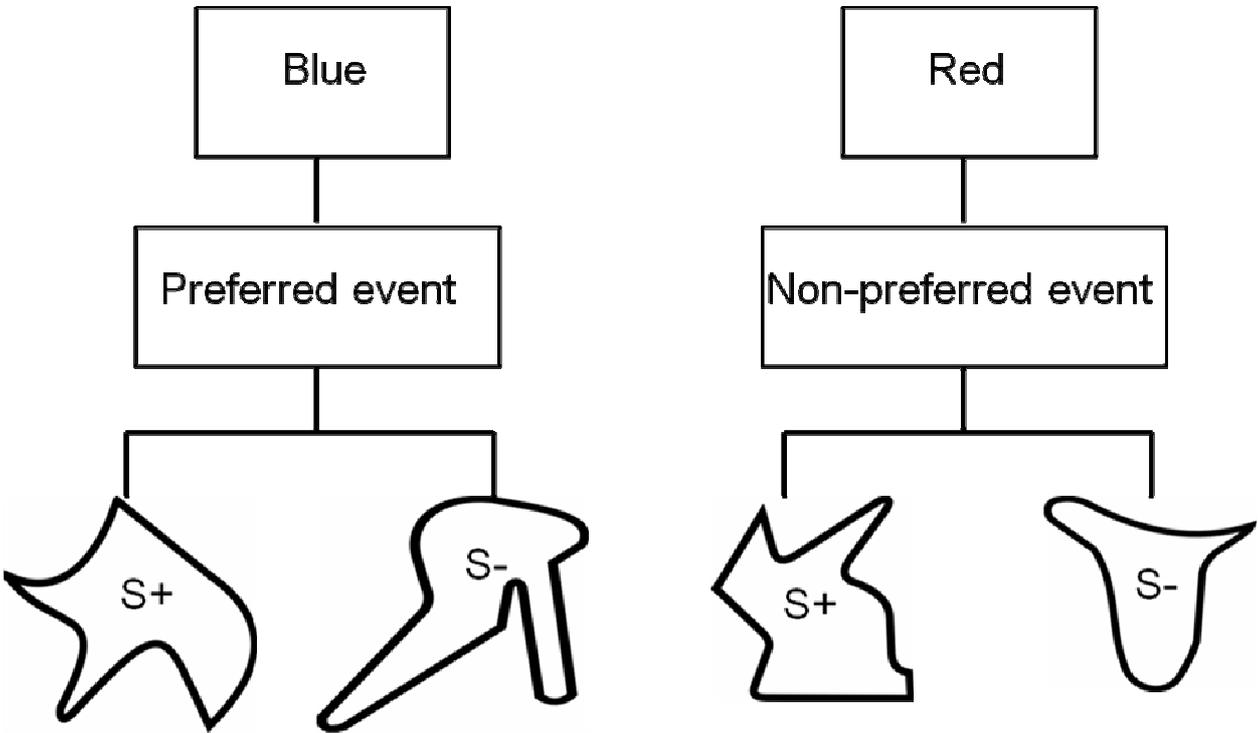


Figure 2

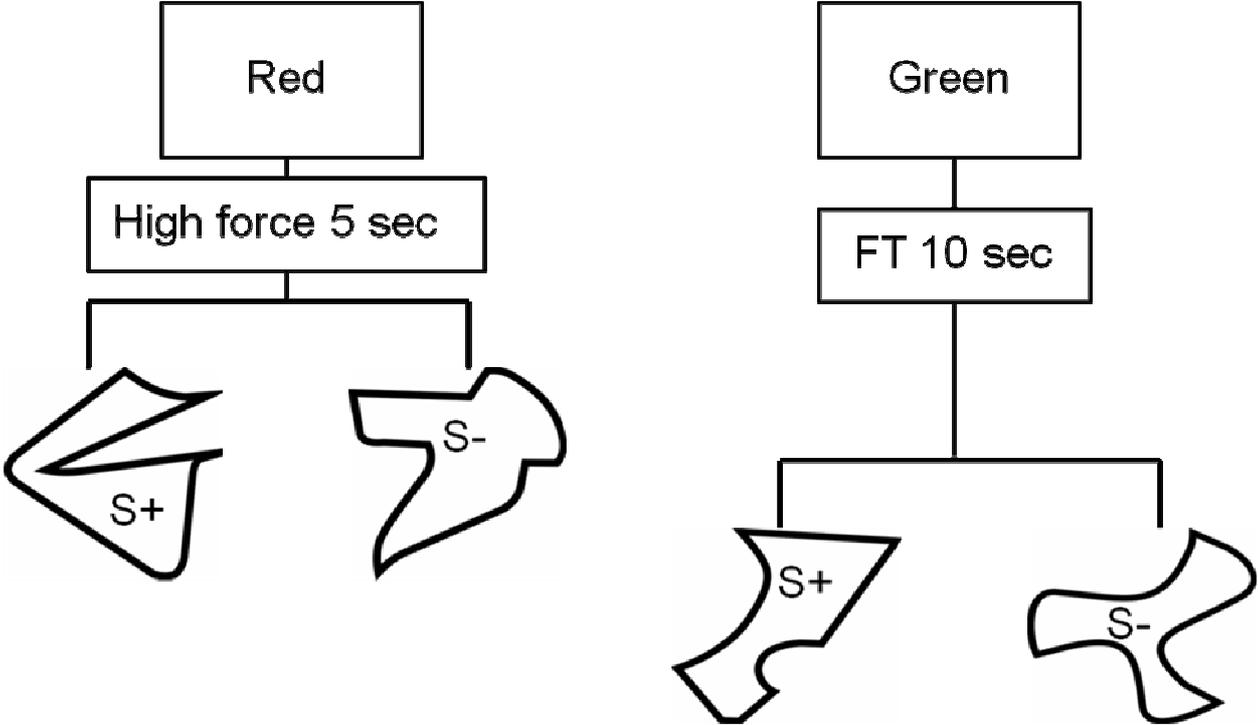


Figure 3

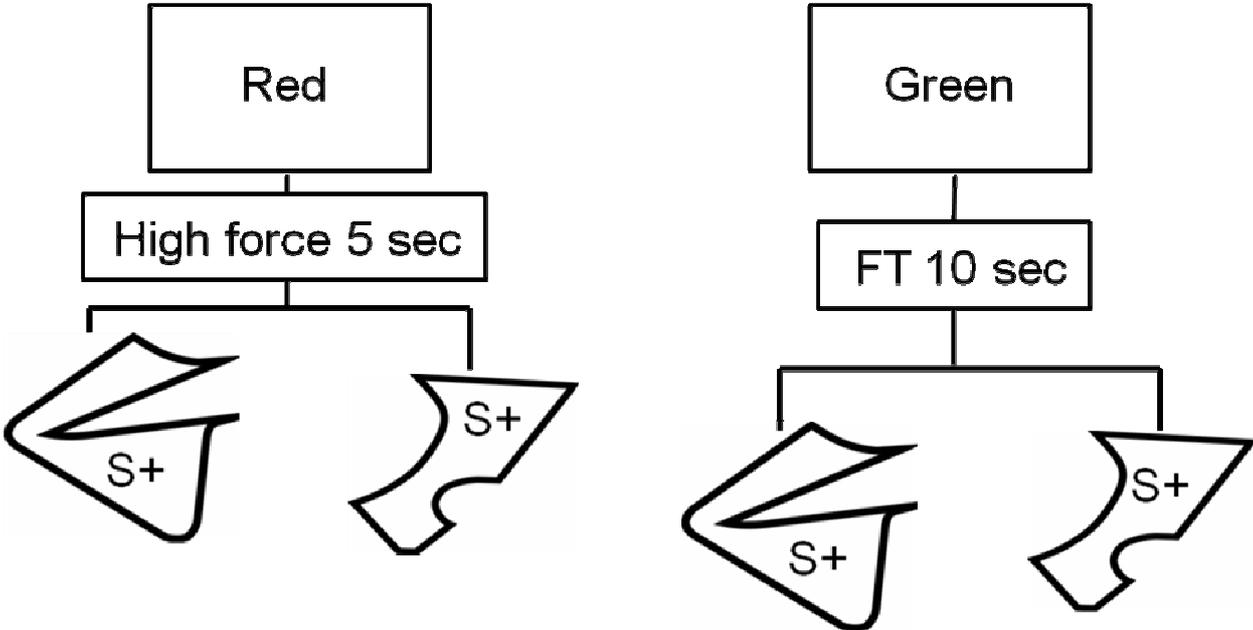


Figure 4