

UNIVERSITE DE MONTREAL

EFFETS DE LA CONTINGENCE ET DE LA NATURE DU STIMULUS
SONORE SUR L'ACTIVITE ALPHA

PAR

JACQUES CHAREST

DEPARTEMENT DE PSYCHOLOGIE
FACULTE DES ARTS ET DES SCIENCES

THESE PRESENTEE A LA FACULTE DES ETUDES SUPERIEURES
EN VUE DE L'OBTENTION DU GRADE DE
DOCTEUR EN PSYCHOLOGIE (D. Ps.)

DECEMBRE 1979

06 JAN 1981



Cégep de l'Abitibi-Témiscamingue
Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue

Mise en garde

La bibliothèque du Cégep de l'Abitibi-Témiscamingue et de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue a obtenu l'autorisation de l'auteur de ce document afin de diffuser, dans un but non lucratif, une copie de son œuvre dans Depositum, site d'archives numériques, gratuit et accessible à tous.

L'auteur conserve néanmoins ses droits de propriété intellectuelle, dont son droit d'auteur, sur cette œuvre. Il est donc interdit de reproduire ou de publier en totalité ou en partie ce document sans l'autorisation de l'auteur.

Table des matières

Sommaire	vi
Introduction	1
Chapitre premier: Applications cliniques, paramètres et variables de la rétroaction biologique alpha	5
Applications cliniques de la rétroaction biologique alpha	7
Paramètres de l'activité alpha	12
Définition et mesure	13
Emplacement et montage des électrodes	15
Niveau de base et production initiale	17
Type de feedback	22
Programme d'entraînement	24
Consigne et expectative	26
Variables maximisant l'apprentissage alpha	30
Modèle opérant	30
Contingence	32
Procédure de façonnement	44
Entraînement sensoriel par stimulation auditive	47
Présentation des hypothèses	52
Chapitre II: Description de l'expérience	55
Sujets	56
Matériel	57
Déroulement de l'expérience	61

	iii
Chapitre III: Analyse et interprétation des résultats	69
Méthodes d'analyse	70
Résultats	71
Analyse des mesures psychophysologiques	72
Analyse des prétests	72
Analyse de la rétroaction biologique (post-test) ...	75
Analyse de la progression des résultats	79
Analyse des mesures subjectives (questionnaires)	86
Interprétation des résultats	88
Prétest	88
Rétroaction biologique	89
Questionnaire	95
Interprétation théorique en fonction du modèle opérant ...	95
Implications cliniques	100
Résumé et conclusion	105
Appendice A: Système 10-20 pour l'EEG de surface	108
Appendice B: Déroulement, matériel expérimental et consi- gnes	111
Appendice C: Résultats individuels	126
Remerciements	172
Références	174

Table des hors-textes

Tableau 1 - Déroulement de l'expérience	62
Tableau 2 - Répartition des sujets en cinq groupes, moyennes des productions alpha et écarts-types obtenus suite aux résultats du prétest	73
Tableau 3 - Analyse de variance du niveau de base naturel de production alpha des cinq groupes à la première séance (prétest)	74
Tableau 4 - Comparaison de chaque moyenne des quatre groupes expérimentaux à la moyenne du groupe contrôle lors du prétest	74
Tableau 5 - Moyennes de production alpha (scores de changement) et écarts-types de chacun des groupes (expérimentaux: A, B, C et D; contrôle: E) lors du post-test	76
Tableau 6 - Analyse de variance de la production alpha des cinq groupes lors de la septième séance (post-test)	77
Tableau 7 - Comparaison de chaque moyenne des quatre groupes expérimentaux à la moyenne du groupe contrôle lors de la septième séance (post-test)	77
Tableau 8 - Moyennes de production alpha mesurées par l'intégration de l'amplitude (μV) des cinq groupes à chacune des sept séances de l'expérience	80
Tableau 9 - Comparaison intragroupe des moyennes de production alpha obtenues au prétest et au post-test par chacun des cinq groupes mesurées par l'intégration de l'amplitude (μV) et le pourcentage de production alpha (%)	85
Tableau 10 - Résultats (test F) des analyses du questionnaire lors du post-test	87
Tableau 11 - Résultats (test de Dunnett) de la comparaison de chaque moyenne des quatre groupes expérimentaux à la moyenne du groupe contrôle lors des analyses du questionnaire au post-test	87
Figure 1 - Diagramme en bloc du montage expérimental	58
Figure 2 - Cumul des moyennes transformées des scores bruts de production alpha obtenues par chacun des groupes de sujets lors des sept sessions	81

Figure 3 - Score de changement moyen (microvolt) obtenu par chacun des groupes de sujets lors des sept séances de l'expérience	83
Figure 4 - Pourcentage de temps de production alpha par les divers groupes lors du prétest et du post-test	85

Sommaire

Le but de la présente recherche est de vérifier si un entraînement à la rétroaction biologique alpha permet à des sujets de dépasser - dans une situation où le signal de rétroaction n'est plus disponible - leur niveau de base naturel établi dans des conditions optimales (i.e. yeux fermés, aucun feedback, suite à une période de familiarisation). De plus, l'étude vise également à mettre en lumière certaines relations existant entre la production du rythme alpha et l'évaluation subjective des sujets.

Cinquante sujets participent à l'expérience, répartis d'une façon contrôlée en cinq groupes: quatre groupes expérimentaux créés par la combinaison des deux variables à l'étude, soit la contingence (contingent vs aléatoire) et la nature du feedback sonore (bruit blanc vs feedback sonore modulé) et un groupe contrôle (aucune stimulation). Chaque sujet assiste à sept séances de rétroaction dont les six dernières se déroulent en six jours consécutifs.

La première hypothèse, voulant que la présence d'un stimulus sonore contingent lors des sessions d'entraînement par rétroaction biologique permettrait d'augmenter l'activité alpha mesurée par l'intégration de l'amplitude, est confirmée.

La seconde hypothèse, prédisant que l'effet principal "nature du feedback sonore" serait significatif montrant ainsi que l'utilisation d'un son de 300 cps modulé à 10 cps permet d'augmenter la production alpha mesurée par l'intégration de l'amplitude, est infirmée.

La troisième hypothèse est, en partie, infirmée. En effet, contrairement aux prédictions, la production du groupe C (feedback aléatoire) est significativement plus élevée que celle du groupe contrôle (aucune stimulation).

Et enfin, la dernière hypothèse est aussi partiellement infirmée. L'abondance de l'activité alpha (mesurée par l'intégration de l'amplitude et par le % d'alpha critère) au post-test n'est pas supérieure à celle enregistrée au prétest pour chacune des cinq comparaisons intragroupes. En effet, selon la première mesure (intégration de l'amplitude) le groupe contrôle ne présente aucune différence de performance alpha entre le prétest et le post-test tandis qu'à la seconde mesure (% alpha critère) seul le groupe A (feedback contingent) obtient une production plus élevée au post-test.

Les résultats sont discutés en fonction des différences méthodologiques par rapport aux études publiées et certaines implications cliniques sont mises en relief. Au plan théorique, l'utilisation du modèle opérant s'avère très adéquat et permet d'offrir une alternative aux recherches ultérieures en ce qui concerne l'évaluation de la variable "contingence".

Introduction

Historiquement, la rétroaction biologique ou biofeedback origine des paradigmes opérant de l'apprentissage mis de l'avant par la tradition behavioriste et les modèles de feedback développés en cybernétique (Wiener, 1948) et dans l'analyse des systèmes (Bertalanffy, 1968; Powers, 1973).

L'attitude hiératique de distinguer l'apprentissage répondant de l'apprentissage opérant éliminait, des préoccupations des chercheurs, toute tentative d'utiliser des procédures instrumentales pour étudier des réponses viscérales et glandulaires (Kimmel, 1974). Peu avant les années 60, les expériences effectuées au laboratoire du professeur Neal Miller sur des rats sous curare (Miller, 1969; Miller et Banuazizi, 1968) ont commencé à susciter l'intérêt de soumettre les réponses "involontaires" médiées par le système nerveux autonome à des procédures de conditionnement opérant au même titre que les réponses volontaires de l'organisme.

Dès lors, le biofeedback devient rapidement un puissant instrument de recherche en permettant une manipulation expérimentale de processus physiologiques spécifiques et l'exploration de leurs associations avec des conditions environnementales et comportementales spécifiques. Vu sous cet angle, il constitue désormais une méthode générale de recherche pour étudier les problèmes reliés à la biologie et au comportement (Schwartz et Beatty, 1977). La fascination pour le biofeedback est maintenu, en partie,

par ses contributions potentielles au domaine de la recherche clinique et de la thérapie.

C'est ainsi que les procédures de rétroaction biologique utilisées en clinique comportent toujours les quatre éléments suivants: a) une mesure continue d'une fonction physiologique quelconque; b) un feedback immédiat de la fonction déterminée; c) la transformation de l'activité électrique captée en un signal perceptible et interprétable par le sujet et; d) un moyen de varier le signal-feedback pour façonner la réponse dans la direction désirée. De nos jours, les principaux types de rétroaction biologique qui attirent la faveur des thérapeutes autant avec les sujets dits "normaux" que les patients, sont l'électromyographe (EMG), l'électroencéphalogramme (EEG), la réponse galvanique de la peau, la température de la peau, la pression sanguine et le battement cardiaque.

Lors d'une très récente revue de littérature regroupant 85 recherches - pour la plupart des études expérimentales portant sur les différentes techniques de rétroaction biologique utilisées avec des populations psychiatriques et "normales" - Linda Tarlier-Benlolo (1978) conclue qu'il est très difficile d'évaluer l'efficacité de ces techniques étant donnée la carence de normes standardisées et la pénurie d'articles utilisant des périodes de relance avec des mesures appropriées.

Ces mêmes conclusions s'appliquent intégralement à la rétroaction biologique alpha. Plotkin (1978) soutient qu'après 15 ans de recherche, aucun consensus n'a pu être proposé de façon à satisfaire l'ensemble

des personnes intéressées à ce domaine. Non seulement les variables impliquées lors de la rétroaction biologique alpha de même que leurs rôles respectifs n'ont pas été précisés, mais plusieurs auteurs se demandent maintenant si un sujet peut réellement apprendre à contrôler volontairement cette fonction physiologique involontaire? Plus précisément, est-ce que les sujets entraînés à la rétroaction biologique alpha parviennent à dépasser leur niveau de base naturel établi dans des conditions optimales (i.e. yeux fermés, aucun feedback, sujet calme)?

Afin de mieux saisir l'ampleur de cette question, une brève revue de littérature concernant l'utilisation de la rétroaction biologique alpha en clinique sera présentée. Puis, l'examen critique des différents paramètres de l'activité alpha et du rôle de certaines variables susceptibles d'en faciliter l'apprentissage conduira à l'exposé des hypothèses de la présente thèse doctorale. Dans un second temps, la description du déroulement de l'expérience et l'analyse des résultats permettront de vérifier la véracité des hypothèses postulées.

Chapitre premier

Applications cliniques, paramètres et variables
de la rétroaction biologique alpha

L'utilisation de la rétroaction biologique alpha en clinique repose sur le rationnel suivant: d'une part, il existe une relation ordonnée entre certains aspects des activités électriques du cerveau et la condition clinique ou l'état behavioral présentés puis, d'autre part, l'entraînement à la rétroaction biologique constitue un moyen effectif pour modifier ou contrôler ce pattern électroencéphalographique (Kuhlman et Kaplan, 1979).

Si la connaissance des relations entre les activités EEG et le comportement est relativement avancée et qu'elle fait l'assentiment de la majorité des chercheurs concernés (Rémond, 1976), il en va tout autrement en ce qui a trait au second postulat ci-haut mentionné.

Plotkin (1978) soutient qu'il existe actuellement aucune recherche publiée démontrant de façon probante, un rehaussement de la production alpha au delà du niveau de base naturel effectué dans des conditions optimales, c'est-à-dire, les yeux fermés. L'utilisation de procédures différentes d'entraînement, l'emploi de mesures et de d'autres paramètres non standardisés constituent les explications habituellement évoquées pour justifier les résultats souvent divergents et parfois même contradictoires rapportés par les études expérimentales.

Un tableau beaucoup plus élaboré sera présenté à travers les trois parties du présent chapitre. D'abord, une brève revue de littérature des

articles scientifiques traitant de l'utilisation de la rétroaction biologique alpha en clinique permettra de bien illustrer l'ampleur du phénomène. La seconde partie se consacrera à l'étude des paramètres qui influencent la production alpha au cours de l'entraînement par rétroaction biologique. Puis, deux variables susceptibles de maximiser la probabilité d'apprentissage par rétroaction alpha feront l'objet de la troisième partie et permettront de déboucher sur l'exposé des hypothèses de la présente recherche.

Applications cliniques de la rétroaction biologique alpha

George Fuller (1978) définit la rétroaction biologique pour l'intervenant clinique comme étant l'utilisation d'instruments qui reflètent à l'individu des activités psychophysiologiques dont il n'est normalement pas conscient pour lui permettre d'en arriver à les contrôler de façon volontaire. Comme preuve à l'appui de l'ampleur que prend la rétroaction biologique chez les professionnels de la santé, l'auteur rappelle que depuis le 1er janvier 1977, les psychologues de la Californie ont fait inscrire dans la description des gestes thérapeutiques de leur profession (Psychology Licensure Act) l'utilisation du biofeedback.

Une étude approfondie des articles scientifiques publiés à ce jour révèlent que les chercheurs en clinique utilisent la rétroaction biologique alpha soit comme outil de diagnostic, soit pour tenter d'évaluer la corrélation entre l'habileté à contrôler la production alpha et les traits de personnalité, ou encore, à titre de traitement thérapeutique.

Même si l'évaluation EEG constitue un examen de routine pour éta-

blir les diagnostics neurologiques, une seule équipe de chercheurs ont investigué la possibilité d'utiliser le biofeedback EEG à cette fin. Ils ont développé un système d'analyse de l'éventail des réponses normales, à l'EEG alpha, suscitées par une variété de stimuli (Mulholland, 1977, 1979). Suite à l'analyse du cycle présence et absence alpha lors des périodes de feedback, ils ont soigneusement étudié les processus d'orientation et d'habitation impliqués (Eberlin et Mulholland, 1976; Mulholland et al., 1976). Ces résultats ont permis d'élaborer un protocole de feedback EEG permettant l'évaluation de certains problèmes psychiatriques (McLaughlin et Lewis, 1975) et de certaines lésions cérébrales (Mulholland et Benson, 1976).

En ce qui concerne le second centre d'applications cliniques de l'EEG alpha, il est intéressant de noter que dès 1935, Lemere commence l'investigation de la relation qui peut exister entre la présence d'ondes alpha à l'EEG et les traits de personnalité. Ces recherches ont toutefois prises plus d'ampleur lorsque certains auteurs (Brown, 1970; Mulholland, 1968; Nowlis et Kamiya, 1970; Travis et al., 1973) ont soutenu qu'il était possible d'apprendre à contrôler les ondes alpha (mesurées en terme de pourcentage de temps de production) et, plus particulièrement, lorsque Kamiya (1969) a déclaré que "certains types d'individus" apprennent plus facilement que d'autres à augmenter leur production alpha.

Travis, Kondo et Knott (1974a) tentent ainsi d'établir une corrélation entre certaines variables de la personnalité et l'augmentation du rythme alpha (mesurée en % alpha). Quarante-cinq sujets volontaires sont soumis à cinq sessions d'entraînement les yeux ouverts d'une durée

de 10 minutes chacune et espacées d'une période de repos de 2 minutes, les yeux fermés. Ces résultats sont mis en corrélation avec ceux obtenus par les sujets au Eysenck Personality Inventory (EPI) forme A et B. Aucune différence n'est observée à la condition "yeux fermés" entre les sujets faibles et forts aux échelles névrotiques et extraversion. À la condition "yeux ouverts", il existe une différence significative entre les sujets faibles et les sujets forts à l'échelle névrotique seulement.

Montgomery (1975) étudie la relation entre l'EEG alpha et des traits hystériques et obsessionnels de 76 adultes évalués à l'aide d'un test de personnalité (Self-description Questionnaire). Après avoir enregistré la fréquence et l'amplitude alpha pendant 4 périodes de 1 minute, l'auteur rapporte que les résultats confirment son hypothèse voulant que les personnes hystériques présentent une production alpha différente des personnes étiquetées obsessionnelles.

Une autre étude (Ancoli et Green, 1977) établit un diagnostic à l'aide de tests de personnalité appliqués à 50 sujets (les 7 sujets à chacune des extrémités de l'échelle sont conservés pour l'expérience) puis fournit un entraînement de rétroaction biologique alpha pendant 6 sessions de 48 minutes aux sujets sélectionnés. Les résultats démontrent que les sujets présentant une introspection élevée et une autorité faible produisent de plus grandes différences de production alpha aux périodes d'entraînement comparée aux périodes de repos.

Dans la même veine, Zirkel et al. (1977) évaluent la relation

possible entre les traits de personnalité et l'habileté à augmenter volontairement la production alpha (mesurée en % de temps de production). Les résultats obtenus par les 12 sujets indiqueraient, selon les chercheurs, qu'il existe une corrélation positive entre la production alpha et un des quatre tests de personnalité utilisés (Allport-Vernon-Lindzey Study of Values). Certains auteurs (Ellingron et Lathrop, 1973) observent pour leur part, qu'il n'existe pas de corrélation significative entre le pourcentage de temps de production d'ondes alpha et l'intelligence parmi une population de patients psychiatriques hospitalisés et des étudiants universitaires.

Et enfin, d'autres auteurs (Johnson et Meyer, 1974; Goesling et al., 1974) soutiennent que les sujets internes au test Locus of Control obtiennent de meilleurs résultats à la rétroaction biologique alpha que les sujets externes. Ces conclusions sont toutefois contestées par les résultats de d'autres chercheurs (Brolund et Schallow, 1976; Dupuis, 1976).

D'autres études, enfin, utilisent tout simplement la rétroaction biologique alpha à titre de traitement thérapeutique. L'entraînement à augmenter la production alpha constitue une procédure qui s'avère, à plusieurs occasions, efficace pour des problèmes aussi variés que les suivants: l'épilepsie (Finley, 1977; Furnon et al., 1975; Hutt et al., 1977; Kuhlman et Allison, 1977; Rouse et al., 1975), les ruminations obsessionnelles (Mills et Solyon, 1974), la peur des serpents (Benjamins, 1977), les toxicomanies (Goldberg et al., 1977; Lamontagne et al., 1975; Lamontagne et al., 1977), l'alcoolisme (Jones et Holmes, 1976; Passini et al.,

1977; Twemlow et Bowen, 1977), la douleur (Pelletier, 1977) et la criminalité (Rousse et Salomon, 1977). L'entraînement à diminuer l'activité alpha s'est aussi avéré efficace pour faciliter la performance d'enfants retardés à une tâche de mathématique (Jackson, 1977) et pour régler certaines difficultés d'apprentissage chez des enfants (Fuller, 1977; Grunewald-Zuberbier et al., 1978).

Certains auteurs (Soulaïrac et al., 1977) ont même utilisé un appareil actuellement commercialisé sous le nom d'Alphaxator, par une compagnie française, pour traiter quatre sujets anxieux; cet appareil est ajusté lors de "l'alphathérapie" pour émettre une stimulation électrique transcéphalique de très faible voltage (entre 1 et 3 V) avec un rythme de même fréquence que l'alpha spontané.

Les recherches - évaluant le lien corrélatif entre les traits de personnalité et la rétroaction biologique alpha de même que celles qui appliquent l'entraînement à la rétroaction biologique alpha à titre de thérapeutique - possèdent toutes une caractéristique commune: celle de présenter des erreurs méthodologiques majeures. En effet, tantôt l'absence de période de relance ou l'absence de groupes témoins, tantôt l'absence d'un niveau de base valable oblige à douter sérieusement des résultats présentés et empêche toute généralisation des conclusions. En d'autres termes, si les nombreuses études (Bridgwater, Sherry & Marczyński, 1975; Brown, 1970, 1971; Cleeland, Booker & Hosokawa, 1971; Kamiya, 1968, 1969; Leib, Tryon & Stroebel, 1976; Lynch, Paskewitz & Orne, 1974; Orenstein & McWillimans, 1976; Orne & Paskewitz, 1974; Paskewitz, Lynch, Orne

& Costello, 1970; Paskewitz, Orne, 1973; Peper & Mulholland, 1970; Plotkin, 1976, 1977; Plotkin, Mazer & Loewy, 1976; Podlesny & Raskin, 1974; Regestein, Pegram, Cook & Bradley, 1973; Valle & Levine, 1975; Walsh, 1974) soutenant qu'il n'a pas été possible d'augmenter la production alpha au-delà du niveau de base naturel effectué aux conditions optimales (yeux fermés, aucun son); ont raison, comment peut-on justifier une étude visant à établir une corrélation entre l'habilité à augmenter sa production alpha et les traits de personnalité? Comment alors considérer autrement qu'un traitement placebo l'utilisation de l'entraînement à la rétroaction biologique alpha pour guérir les pathologies ci-haut mentionnées?

Il faut donc réévaluer les variables impliquées dans ce type d'apprentissage afin d'élaborer une méthodologie qui permettrait effectivement aux sujets d'augmenter leur production alpha. Avant d'en arriver à des propositions précises et afin d'illustrer en détail les types d'erreurs méthodologiques habituelles décelées au niveau des études cliniques expérimentales, la seconde partie du présent chapitre s'attardera à un examen minutieux des paramètres de la rétroaction biologique alpha.

Paramètres de l'activité alpha

Plusieurs facteurs influencent la production du rythme alpha chez l'être humain. Une brève discussion de chacun d'eux permettra, d'une part, d'illustrer les erreurs méthodologiques majeures alléguées aux études citées à la division précédente et, d'autre part, de spécifier les

dispositions méthodologiques qui seront privilégiées pour palier à ces lacunes lors de notre expérimentation. Ces différents paramètres se regroupent sous six thèmes principaux: définition et mesure, emplacement et montage des électrodes, niveau de base et production initiale alpha, type de feedback, programme d'entraînement et, enfin, consigne et expectative.

Définition et mesure

La définition classique de l'alpha est la suivante: il s'agit d'une onde de 8 à 13 cps dont le tracé électroencéphalographique épouse une courbe sinusoïdale presque parfaite et qui se présente à un voltage de 5 à 150 μ V (Boudrot, 1972). Si un consensus s'avère réalisable autour d'une telle définition, il n'en va pas de même pour sa mesure.

En effet, la quantification de l'activité EEG alpha s'effectue actuellement selon quatre mesures: la densité alpha exprimée en pourcentage (%) de temps (i.e. la proportion d'une période de temps donné où la fréquence alpha est présente indépendamment de l'intensité de son amplitude); le pourcentage de temps de production alpha ou alpha critère exprimé aussi en % de temps (i.e. la proportion de temps où l'activité alpha - excédant un niveau d'amplitude donné - est présente); la probabilité alpha (i.e. la probabilité d'observer une onde de fréquence alpha dans une période de temps donné. Un critère d'amplitude peut être ajouté); et enfin, l'alpha intégré ou l'intégration de l'amplitude (i.e. une combinaison du temps de présence alpha et de son amplitude qui permet de dériver une moyenne d'amplitude par unité de temps). Il est à noter que les trois premières mesures possèdent un plafond (100% ou 1.0) ce qui limite leur

utilité alors que la quatrième mesure n'a pas de limite a priori. Une autre difficulté inhérente à l'emploi de la seconde mesure (alpha critère) et, possiblement de la troisième mesure (probabilité alpha) réside dans la fixation arbitraire du niveau d'amplitude d'une étude à l'autre. Seules la densité alpha et l'alpha intégré, demeurent des mesures continues de l'activité EEG alpha.

Après avoir constaté, d'une part, que les études faisant état d'une augmentation faible ou non significative de la production alpha ont toutes utilisées une mesure de pourcentage alpha et que, d'autre part, celles qui obtiennent des augmentations significatives du rythme alpha ont tendance à utiliser plutôt l'intégration de l'amplitude, Hardt et Kamiya (1976b) comparent les deux techniques de la façon suivante. Seize sujets reçoivent plus de cinq heures d'entraînement à la rétroaction biologique. Simultanément, les mesures de % alpha et d'intégration de l'amplitude sont effectuées à partir de la même dérivation ($O_1 - C_3$). Les résultats indiquent, en premier lieu, que les deux mesures ne sont pas reliées de façon linéaire et, en second lieu, qu'elles suivent deux types de distributions différentes. Les résultats de l'intégration de l'amplitude sont répartis selon la distribution de Poisson alors que ceux du % alpha suivent une distribution rectangulaire. Les auteurs recommandent donc vivement l'emploi de l'intégration de l'amplitude plutôt que le % alpha pour mesurer les changements de production alpha puisqu'elle constitue une mesure continue de l'activité dépourvue de démarcation arbitraire et qu'elle permet d'éliminer l'effet de "plafonnement" inhérent au % alpha (Hardt et Kamiya,

1976a; Travis et al., 1974b).

Très récemment, une équipe de chercheurs (Lansky et al., 1979) remettent en doute ces conclusions de Hardt et Kamiya à l'aide d'une démonstration mathématique de la distribution théorique et empirique du % alpha. Ils considèrent, d'une part, qu'une augmentation de l'activité alpha implique toujours une combinaison d'augmentations proportionnelles - mais non nécessairement linéaire - des amplitudes individuelles des ondes et de la hauteur de leurs crêtes. D'autre part, les résultats montrent que le % de production alpha constitue une variable qui se distribue d'une façon approximativement normale. Les deux méthodes de mesures expriment des aspects quantitatifs différents de l'activité alpha: la méthode du seuil étant concernée par la hauteur des crêtes alpha tandis que l'intégration de l'amplitude traduirait plutôt la puissance de l'onde alpha.

Compte tenu de ces résultats, la présente recherche utilisera l'intégration de l'amplitude comme mesure de l'activité alpha au cours des sessions de rétroaction biologique. De plus, lors du prétest et du post-test, une mesure selon une méthode du seuil sera adoptée procurant ainsi un estimé du % de temps de production alpha à partir de la même localisation des électrodes.

Emplacement et montages des électrodes

Dans le but de rendre possible la comparaison des différentes études électroencéphalographiques effectuées d'un laboratoire à un autre, l'ensemble des cliniciens et des chercheurs concernés par les activités

électriques du cerveau ont adopté le système 10-20 de l'International Federation of Societies for Electroencephalography and Clinical Neurophysiology (Jasper, 1958). La localisation des électrodes est ainsi déterminée à partir des pourcentages (10 ou 20%) de la distance comprise entre le nasion et l'inion dans le plan antérieur-postérieur et la distance entre les points préauriculaires dans l'autre plan (voir figure 5, appendice A).

Même si les gens concernés par la rétroaction biologique alpha ont choisi unanimement le système 10-20 d'emplacement des électrodes, ils ne sont pas arrivés à une position concertée en ce qui a trait aux différents montages possibles (i.e. monopolaire et bipolaire). Selon Fehmi (1978), la confusion qui règne au niveau des résultats rapportés dans la littérature sur le domaine provient, en grande partie, des erreurs inhérentes au montage d'électrodes privilégié.

De nos jours, en effet, les appareils servant à recueillir les activités électroencéphalographiques sont constitués de ce qu'il est convenu d'appeler des amplificateurs différentiels. L'amplificateur différentiel soustrait algébriquement l'activité électrique prélevée par une électrode (ou électrode active) relativement à la mise à la terre de l'activité enregistrée par une autre électrode (ou électrode de référence) relativement à la mise à la terre. Ainsi, toutes les activités électriques synchronisées et d'égales amplitudes au niveau des deux électrodes sont aussitôt évaluées comme nulles.

Dans le cas d'enregistrement EEG à l'aide d'un montage bipolaire,

l'électrode active et celle de référence sont toutes les deux placées sur des sites corticaux. Lors d'une session de rétroaction biologique, le sujet qui déploierait alors des activités alpha synchronisées et d'égales amplitudes aux deux endroits d'enregistrement, recevrait aussitôt un signal indiquant qu'il n'émet pas d'onde alpha. De même, si les activités électriques aux deux sites ne se présentent pas en phase, l'enregistrement indiquera la présence élevée d'ondes alpha sans égard au site d'origine. Or, les résultats des études de Fehmi (1978), utilisant un montage monopolaire, indique que l'apparition synchronisée de l'activité alpha au niveau des cinq lobes du cerveau doit constituer le but de l'entraînement par rétroaction biologique étant donné qu'à ce moment précis les sujets vivent les états subjectifs alpha les plus forts.

Dans la conjoncture actuelle, le montage monopolaire sera privilégié dans la présente recherche. L'électrode de référence et celle de mise à la terre seront placées sur les lobes des oreilles qui constituent des sites relativement inactifs. Afin de maximiser la possibilité d'apprentissage par rétroaction biologique, il convient de placer l'électrode active en O_2 en accord avec les analyses d'EEG (Banquet, 1973; Galin et Ornstein, 1972; Giannitrapanni, 1974; Pfurtscheller et al., 1977) qui soutiennent que le rythme alpha est plus abondant à la région occipitale.

Niveau de base et production initiale alpha

L'établissement du niveau de base demeure le facteur le plus important pour évaluer s'il y a eu une augmentation de la production alpha

suite à un entraînement par rétroaction. Il doit donc être enregistré dans des conditions naturelles, c'est-à-dire, qui maximisent la production alpha du sujet. Deux dimensions influencent le niveau de base: la durée de l'enregistrement et la période de familiarisation.

Dans une revue de littérature regroupant quelques 32 articles scientifiques, Plotkin (1978) rapporte que 65% concluent que la production alpha n'a pas rehausser plus haut que le niveau de base les yeux fermés, 21% n'indiquent pas ou n'ont pas utilisé de niveau de base les yeux fermés et 13% rapportent une augmentation de la production. Il s'agit des études de Kuhlman et Klieger (1975) Nowlis et Kamiya (1970), Strayer, Scott et Bakan (1973) et Travis, Kondo et Knott (1974b).

Le niveau de base de ces études expérimentales présente toutefois certaines lacunes. Kuhlman et Klieger (1975) ont employé un niveau de base de la même longueur que les sessions d'entraînement (soit 32 minutes) sans interruption. Il appert, selon Plotkin (1978) que les sujets soumis à de longues périodes de repos sans interruption deviennent endormis et leur niveau de base d'amplitude alpha diminue. L'augmentation observée ne serait que le résultat d'un artéfact puisque le point de comparaison (i.e. niveau de base) se situe anormalement bas. Nowlis et Kamiya (1970) pour leur part, évaluent le niveau de base en maintenant la présence du feedback sonore. Il est bien connu maintenant que le niveau de production alpha est immédiatement et substantiellement affecté par la présentation initiale du feedback sonore (Paskewitz et Orne, 1973); la procédure de Nowlis et Kamiya entraîne donc une sous-estimation du niveau de base.

Finalement, Strayer et al. (1973) et Travis et al. (1974b) utilisent un niveau de base sans feedback de 2 minutes, ce qui constitue une période trop brève pouvant amener des résultats artificiellement positifs (Ancoli et Kamiya, 1977).

Selon Plotkin, il n'existerait donc aucune étude publiée à ce jour démontrant le rehaussement de la production alpha au-delà du niveau de base naturel effectué dans des conditions optimales (i.e. les yeux fermés, aucun feedback et suite à une période de familiarisation).

La seconde dimension susceptible d'influencer le niveau de base naturel réside dans la familiarisation avec la situation expérimentale. De nombreux auteurs (Cleeland et al., 1971; Lynch et al., 1974; Lynch et Paskevitz, 1971; Paskevitz et al., 1970; Paskevitz et Orne, 1973; Peper et Mulholland, 1970; Podlesny et Raskin, 1974; Prewett et Adams, 1976) considèrent que l'augmentation de production alpha suite à un entraînement par rétroaction biologique alpha serait dû, en grande partie, à un processus de désinhibition relié à la nouveauté de la situation. Malgré ces résultats, Dupuis (1976) note, suite à l'examen de 37 études expérimentales, que seulement 29% d'entre elles utilisent une période de familiarisation précédant l'enregistrement du niveau de base.

L'établissement des conditions naturelles maximisant la production alpha s'avère indispensable, non seulement pour éliminer l'anxiété liée à la nouveauté de la situation, mais aussi parce que le niveau de production initiale alpha - tel que mesuré au niveau de base - constitue un facteur déterminant dans la prédiction de la performance ultérieure des

sujets.

En effet, les sujets qui manifestent une faible production initiale alpha (mesurée en % de temps alpha) augmentent, selon l'étude de Cleeland et al. (1971) leur production alpha en fonction des essais. Le blocage alpha qui apparaît lors des premiers essais est lié à la présence du signal de rétroaction. Les sujets ayant une forte production initiale alpha, pour leur part, augmentent spontanément leur abondance alpha dès les premiers essais et conservent ensuite une performance constante.

Beatty (1971) observe des résultats quelque peu divergents. En effet, les sujets qui affichent une forte production initiale alpha (plus de 40%) augmentent leur abondance alpha de la même façon que les sujets à faible production initiale (moins de 30%). Les courbes des deux groupes demeurent à peu près similaires; toutefois, les sujets à forte production initiale conservent leur supériorité au cours des essais. L'entraînement s'effectue à la condition yeux ouverts sur la dérivation O_2 . Lynch et al. (1974) corroborent ces résultats en utilisant deux types de signaux de rétroaction (soit un signal sonore proportionnel et un signal visuel binaire).

Les résultats obtenus par Strayer (1970) et Strayer et al. (1973) s'inscrivent relativement dans le même sens que ceux de Cleeland et al. (1971). Les sujets affichant initialement moins de 40% de production alpha à la condition "yeux fermés" augmentent leur production au-delà de leur niveau de base, alors que les sujets à forte production initiale (plus de 40%) manifestent une baisse de production lors des premiers essais, baisse suivie d'une

remontée qui n'atteint toutefois pas le niveau de base initial.

Kulhman et Klieger (1975) notent, pour leur part, que les sujets qui affichent une augmentation de production alpha lors d'un entraînement à la condition yeux fermés présentaient initialement une production moyenne (de 24 à 55% de temps de production alpha). Les producteurs élevés (55 - 84%) et faibles (7 - 23%) ne connaissent pas d'augmentation.

Enfin, l'étude de Travis et al. (1973) évalue la production initiale alpha selon une méthode de seuil (c'est-à-dire, le nombre moyen de secondes de production alpha, par rapport à un critère d'amplitude à la condition "yeux ouverts") et selon l'amplitude moyenne (c'est-à-dire, que le voltage crête-à-crête de la plus grande et de la plus petite amplitude alpha manifestées lors d'intervalles de 10 secondes sur un enregistrement total de 100 secondes est évalué à la main. La moyenne de ces deux mesures à chacune des 10 intervalles à la condition "yeux fermés" constitue l'amplitude moyenne de chaque individu). Les faibles émetteurs de % alpha initial augmentent davantage leur production que les forts émetteurs lors des essais. Toutefois, les sujets présentant initialement de fortes amplitudes alpha connaissent une plus grande augmentation de leur production alpha lors de l'entraînement, avec les yeux ouverts, que les sujets ayant de faibles amplitudes initiales.

La position des yeux affecte automatiquement la quantité d'émission d'ondes alpha: la condition naturelle "yeux fermés" optimise la présence d'activité alpha par rapport à la condition "yeux ouverts" (Storw Van Leeuwan et al., 1966). L'ampleur de ce phénomène est telle que Plotkin

en 1978 constate qu'il n'existe aucune étude publiée, à ce jour, dont les résultats ont démontré une augmentation de la production alpha au-delà du niveau de base, établi à la condition "yeux fermés". C'est pourquoi de nombreux auteurs (Cleeland et al., 1971; Lynch et al., 1974; Lynch et Paskevitz, 1970; Paskevitz et al., 1970; Paskevitz et Orne, 1973; Peper et Mulholland, 1970; Podlesney et Raskin, 1973; Prewett et Adams, 1976) interprètent l'augmentation de production alpha obtenue lors de l'entraînement par rétroaction biologique en terme de désinhibition, c'est-à-dire, attribuable à une diminution de l'anxiété face à la nouveauté de la situation. En fait, la rétroaction biologique permettrait simplement aux sujets d'apprendre à émettre des activités alpha dans des conditions qui, normalement, entravent l'émission de ce rythme.

Il est évident que les conditions régissant l'enregistrement du niveau de base sont déterminantes dans l'évaluation, à la fois de la performance du sujet et de l'efficacité de l'entraînement par rétroaction biologique alpha. Compte tenu des considérations ci-haut mentionnées, une période d'habituation de neuf minutes aura lieu avant l'établissement du niveau de base proprement dit à la condition yeux fermés. Puis, le paramètre "production initiale alpha" sera contrôlé en s'assurant que chacun des cinq groupes impliqués dans l'actuelle recherche soit formé d'un nombre égal de producteurs faibles, moyens et élevés d'alpha initial (pour les détails de la procédure, voir le chapitre II du présent travail).

Type de feedback

Dans une analyse des différentes méthodologies privilégiées par

les chercheurs du domaine de la rétroaction biologique alpha, Ancoli et Kamiya (1977) attribuent, en partie, la divergence des résultats, des études actuellement publiées, au type de feedback utilisé. Seulement 11 recherches ont employé un feedback analogue (c'est-à-dire, dont l'intensité varie en fonction de l'amplitude des ondes alpha), alors que toutes les autres maintiennent un signal-feedback dichotomique ou binaire (c'est-à-dire que le signal sonore, par exemple, est présent uniquement lorsque la bouffée alpha dépasse le seuil-critère). La supériorité du feedback analogue, par rapport au binaire, à faciliter l'apprentissage par rétroaction biologique découle de l'information plus complète qu'il procure au sujet en minimisant la variabilité de sa présence et en traduisant de façon continue l'activité alpha.

Ancoli et Kamiya (1977) font aussi des suggestions précises concernant le rôle de l'information communiquée aux sujets lors de l'entraînement par rétroaction biologique alpha. La connaissance des résultats cumulés à la fin de l'essai favorise chez le sujet une perception subjective globale de l'évolution de ses progrès en s'ajoutant aux informations continuellement instantanées qu'entraîne la présence du feedback analogue.

Afin de s'inscrire dans le cadre de ces observations, les deux types de feedback sonore utilisés dans la présente recherche (i.e. un bruit blanc et un son de 300 cps modulé à 10 cps) seront analogues à l'amplitude de l'activité alpha. De plus, le résultat cumulé (en $\mu\text{V sec.}$) de la performance du sujet à chacun des essais lui sera verbalement communiqué par l'expérimentateur lors des brèves périodes de repos.

Programme d'entraînement

Les programmes d'entraînement constituent le paramètre le plus susceptible d'influencer l'activité alpha au cours de la rétroaction biologique. Deux dimensions affectent la production alpha: la modalité de répartition des sessions (i.e. massées ou distribuées dans le temps) et la durée du programme d'entraînement et des essais intrasessions.

L'étude de Albert et al. (1974) est la seule étude à ce jour à vraiment évaluer l'effet de la répartition des sessions d'entraînement sur la production alpha. Deux groupes de sujets participent à l'expérience: le premier est affecté à un entraînement incluant des essais distribués (soit cinq essais de 20 minutes en cinq séances) tandis que le second est soumis à un entraînement avec essais massés (soit cinq essais consécutifs) de 20 minutes séparés par des repos de 90 secondes. Le premier groupe présente un % de production alpha (à un seuil-critère de 29 μ V) significativement plus élevé que le second groupe.

Suite à plusieurs études, Hardt (1974, 1975a, 1975b, 1975c) fait remarquer, avec une insistance particulière, l'effet de la durée du programme d'entraînement sur la production alpha. Ainsi, la performance alpha présente les caractéristiques d'une courbe dont la fonction est du cinquième degré: la production alpha manifesterait une croissance plus ou moins régulière lors de la première heure, suivie d'une diminution plus ou moins régulière au cours de la deuxième heure; ensuite, au cours des heures qui suivent, l'augmentation afficherait plus de régularité sans baisse de performance. Ces fluctuations de la courbe d'apprentissage alpha

permettent, selon Hardt, d'expliquer les résultats souvent contradictoires dans le domaine. De fait, très peu d'études s'astreignent à un programme d'entraînement de plus de deux heures.

Pour sa part, l'étude de Regestein et al. (1973) ne semble pas supporter les conclusions de Hardt concernant l'allure pentadique de la courbe d'apprentissage alpha. L'expérience se déroule en deux parties: d'abord 31 sujets participent à un entraînement par rétroaction biologique alpha pendant cinq heures consécutives puis, par la suite, les sept meilleurs producteurs sont affectés à deux sessions de 12 heures consécutives d'entraînement. A la première demi-heure, les sujets sont informés qu'il est plus facile de maintenir présent le son nouvellement introduit et déployé pour signaler la présence du rythme alpha en restant calme et en fermant les yeux. Les résultats indiquent une augmentation immédiate lors de la première demi-heure d'entraînement suivie d'une stabilisation de la performance le reste de la période d'entraînement. Les auteurs concluent que les sujets atteignent leur taux maximal d'émission alpha dès la première demi-heure d'entraînement présumément parce qu'ils ont fermé les yeux et que ce taux de production élevé peut être maintenu pendant de longues périodes sans fatigue apparente.

Les contradictions entre les résultats de Hardt (1974, 1975a, 1975b, 1975c) et ceux de Regestein et al. (1973) peuvent être attribuées à la modalité de répartition des sessions employée: Hardt privilégie des essais de 32 minutes distribués en sept séances alors que les autres chercheurs utilisent des périodes de 12 heures consécutives de rétroaction.

Selon les études publiées à ce jour, la durée des essais varie de deux minutes (Ancoli et Green, 1977; Lynch et Paskewitz, 1974; Nowlis et Kamiya, 1970; Orenstein et McWilliams, 1976; Paskewitz et Orne, 1973; Peper et Mulholland, 1970; Plotkin et Cohen, 1976; Prewett et Adams, 1976; Schmeidler et Lewis, 1971; Vallé et Levine, 1975; Valle et al., 1975) à dix minutes (Bridgewater et al., 1975; Kondo et al., 1973; Travis et al., 1972; Travis et al., 1974). La durée des essais affecte directement l'efficacité du programme d'entraînement à la rétroaction biologique alpha. C'est pourquoi Ancoli et Kamiya (1977) recommande de planifier des essais d'au moins 10 minutes à l'intérieur d'une même session.

Les observations mentionnées ci-haut, se traduiront dans l'élaboration méthodologique de l'actuelle recherche de la façon suivante: le programme d'entraînement comportera, en plus d'une session prétest et une session post-test, cinq séances d'une durée de 40 minutes chacune (soit 200 minutes ou 3 heures et 20 minutes réparties en cinq jours). Chacune des sessions sera composée de quatre essais de 10 minutes espacés de périodes de repos d'une minute.

Consigne et expectative

Quatre recherches ont manipulé expérimentalement le facteur "expectative" des sujets pour évaluer son impact sur la production alpha. Il s'agit, dans l'ordre chronologique, des recherches de Walsh (1974), Vallé et Levine (1975), Prewett et Adams (1976) et Pressner et Savitsky (1977).

Walsh (1974) étudie les effets du type de signal et des expectatives de 40 sujets sur leur production alpha (mesurée selon une méthode

du seuil individualisée, c'est-à-dire que l'activité alpha par unité de temps est considérée seulement si elle dépasse 25% de l'amplitude produite par le sujet lors de son niveau de base). La variable "signal" comporte deux niveaux: la présence du son signifiant, pour un groupe, que le rythme demandé est produit et, pour l'autre groupe, que le rythme demandé n'est pas produit. Les attentes des sujets sont manipulées à travers les deux niveaux de la variable "instruction": les instructions alpha (renseignements sur ce que signifie l'alpha et les états de bien-être qui lui sont associés) et les instructions neutres (renseignements généraux sur les activités électriques du cerveau).

Après deux séances d'entraînement (une les yeux fermés et l'autre, les yeux ouverts) Walsh observe aucun changement appréciable dans la production d'ondes alpha. Les résultats démontrent toutefois qu'il faille à la fois la présence d'ondes alpha dans l'EEG (autour de 40%) et des attentes induites par des instructions appropriées pour obtenir des sujets des rapports subjectifs typiques de l'expérience alpha.

Vallé et Levin (1975) créent quatre conditions expérimentales pour jauger l'influence du facteur "attente" induite par des instructions. Les attentes positives sont les suivantes: la consigne est donnée au groupe 1 de maintenir le son et la présence du son signifie l'alpha tandis que le groupe 2 reçoit la consigne d'inhiber le son et l'absence de son signifie l'alpha. Les attentes négatives sont induites par les mêmes directives, sauf que la signification du son diffère: le groupe 3 reçoit la consigne de maintenir le son et l'absence de son signifie

l'alpha tandis que le groupe 4 doit inhiber le son alors que celui-ci représente l'alpha. Il est à noter que le signal est toujours contingent à la production alpha quelque soit la condition expérimentale.

Les résultats, basés sur les changements de % de production alpha entre le niveau de base et la dernière période d'entraînement de la session, indiquent que les sujets soumis à des attentes positives produisent significativement plus d'alpha. Ainsi, les sujets qui croient augmenter leur production alpha contrôlent mieux cette activité que les autres sujets même si le signal de rétroaction est distribué selon une contingence inverse à l'instruction (ex: le groupe 2 doit inhiber le son en sachant que l'absence du son signifie alpha alors qu'en réalité, la présence du son est contingente à l'alpha).

Prewett et Adams (1976) effectuent l'analyse des facteurs "instruction" et "feedback" et ils obtiennent des résultats qui vont dans le même sens que ceux de Walsh. Les 36 sujets de l'expérience sont affectés aux six conditions expérimentales suivantes: les deux premiers groupes bénéficient d'instructions spécifiques et détaillées concernant la nature exacte de la réponse renforcée (augmentation ou diminution de l'activité alpha); deux autres groupes reçoivent les mêmes instructions que les deux premiers sauf que le groupe avisé d'augmenter leur alpha obtient, en réalité, un feedback pour diminuer ce rythme et vice-versa; et enfin, des instructions ambiguës sont attribuées aux deux derniers groupes: de temps en temps un son sera présent et il s'agira d'en déterminer la signification.

Deux conclusions s'imposent suite à l'analyse des résultats: en premier lieu, les sujets qui ont reçu la consigne d'augmenter leur activité alpha démontrent une augmentation significative de cette activité sans égard au feedback réel distribué au cours de l'entraînement (c'est-à-dire, contingent à la présence ou à l'absence d'ondes alpha). En second lieu, il appert que la combinaison d'un feedback précis et des instructions appropriées est nécessaire pour supprimer l'activité alpha.

Pressner et Savitsky (1977) tentent, pour leur part, de vérifier si l'entraînement à la rétroaction biologique permet aux sujets de modifier leur propre activité alpha et leurs états émotionnels (évaluation subjective d'anxiété). Les 80 participants sont affectés à l'une des quatre conditions expérimentales produites par les deux niveaux des deux variables indépendantes: la variable "feedback" où la moitié des sujets entendent un son contingent à la présence d'ondes alpha et où l'autre moitié perçoivent un son non contingent (il s'agit de l'enregistrement d'un des sujets du groupe "contingent"). Puis, la variable "expectative" est induite par des instructions positives (c'est-à-dire que l'expérience sera positive) pour la moitié des sujets et par des instructions négatives (c'est-à-dire que l'expérience ne sera pas concluante) pour les autres. Les résultats démontrent que, d'une part, le feedback contingent facilite l'apparition de changements significatifs au niveau de l'activité alpha mais n'affecte pas les états émotionnels des sujets et, d'autre part, que les expectatives induites par les propos de l'expérimentateur modifient significativement l'évaluation subjective de leur degré d'anxiété.

Compte tenu des considérations mentionnées ci-haut, les instructions neutres utilisées par Plotkin (1978) seront présentées à tous les sujets lors de la première rencontre de la présente recherche. De plus, tous les sujets (à l'exception du groupe contrôle) seront informés de la correspondance entre la présence du son et l'activité alpha.

Après avoir permis d'établir une procédure expérimentale rigoureuse, l'analyse des paramètres de l'activité alpha nous amène à étudier deux variables susceptibles de maximiser l'apprentissage alpha. Celles-ci proviennent d'un modèle théorique et des résultats d'études expérimentales.

Variables maximisant l'apprentissage alpha

Deux variables seraient susceptibles de maximiser la probabilité d'apprentissage alpha lors d'un entraînement par rétroaction biologique. Il s'agit de la nature du feedback et de sa contingence. La première variable s'inscrit dans le cadre des résultats des recherches reliées au phénomène de l'entraînement sensoriel tandis que la seconde origine du modèle théorique opérant.

Modèle opérant

Le principe de base de la théorie opérante peut être formulé d'une façon simple. La probabilité d'apparition d'une réponse opérante est augmentée lorsqu'un stimulus renforçant suit son déploiement. Selon de nombreux auteurs (voir Berlyne, 1975), les principes issus du modèle sont adéquats pour décrire l'apprentissage du langage et des habiletés motrices, la formation de concept et la solution de problèmes. Une des prin-

cipales variables impliquées dans ces différents types d'apprentissage est la connaissance des résultats.

La connaissance des résultats est habituellement traduite par les stimuli contingents au déploiement de la réponse. Ces stimuli possèdent deux fonctions: celle de diffuseur d'information et celle de renforçateur (Deese et Hulse, 1967). D'un point de vue opérant, la connaissance des résultats s'inscrit dans le cadre d'une chaîne stimulus-réponse où elle sert à la fois de renforcement pour maintenir le comportement qui la précède et de stimulus discriminatif pour la réponse suivante (Black et al., 1977). Cette position théorique permet de rendre compte du fait que l'augmentation de l'intervalle de temps entre la réponse et la communication des résultats a moins d'effet délétère que l'augmentation de l'intervalle entre la communication des résultats et l'essai suivant puisque dans le premier cas, le sujet dispose d'un intervalle temporel davantage réduit entre le stimulus discriminatif et la réponse (Welford, 1968, pp. 304-305). Gibson (1970) va même jusqu'à soutenir qu'une "réduction de l'incertain" serait renforçante en soi. Quoiqu'il en soit, l'utilisation de la théorie opérante pour expliquer l'entraînement par rétroaction biologique alpha déborde évidemment l'approche orthodoxe proposée en 1938 par Skinner (Black et al., 1977).

Les inter-relations entre les trois éléments de la chaîne stimulus-réponse (S^D , R, S^{R+}) composent ce qu'il est convenu d'appeler les contingences du renforcement (Skinner, 1969, p.23). C'est ainsi que la manipulation de la variable "contingence" constitue un moyen efficace d'é-

valuer la pertinence de la théorie opérante pour prédire et/ou expliquer des différences dans une performance mesurée à deux ou plusieurs points dans l'espace (i.e. inférer qu'il y aura ou qu'il y a eu apprentissage). De la même manière, l'étude de la contingence demeure une procédure privilégiée pour évaluer la pertinence d'appliquer le modèle opérant à la rétroaction biologique alpha.

A. Contingence

Deux positions opposées se dégagent des recherches expérimentales qui emploient la terminologie opérante en rétroaction biologique alpha. La première consiste à accepter le modèle opérant pour expliquer les résultats obtenus (habituellement les études où le groupe avec feedback contingent augmente sa production alpha au cours de l'entraînement ou au post-test, s'il y a lieu) et la seconde position qui infère qu'un tel modèle est inapplicable (habituellement les études dont le groupe avec feedback contingent n'augmente pas sa production alpha - du moins pas plus que le groupe contrôle, s'il y a lieu -).

A la lumière du plus important paramètre de la production alpha - soit l'établissement du niveau de base dans des conditions naturelles d'occurrence, c'est-à-dire, les yeux fermés sans état de somnolence - l'examen minutieux des résultats obtenus montre, de façon surprenante, que ces études se divisent en trois catégories sans égard à la position défendue par rapport à la pertinence du modèle opérant. Celles qui observent que l'activité alpha n'augmente pas significativement au-delà du niveau naturel et optimal (Bridgewater, Sherry & Marczyński, 1975; Brown, 1970,

1979; Cleeland, Booker & Hosokawa, 1971; Dupuis, 1976; Kamiya, 1968, 1969; Leib, Tryon & Stroebel, 1976; Lynch, Paskewitz & Orne, 1974; Orenstein & McWilliams, 1976; Orne & Paskewitz, 1974; Paskewitz, Lynch, Orne & Costello, 1970; Paskewitz & Orne, 1973; Peper & Mulholland, 1970; Plotkin, 1976, 1977, 1978; Plotkin, Mazer & Löwy, 1976; Podlesny & Raskin, 1974; Regestein, Pegram, Cook & Bradley, 1974; Vallé & Levine, 1975; Walsh, 1974), celles qui ne rapportent pas de niveau de base établi à la condition yeux fermés ou encore, qui n'ont pas utilisé de niveau de base (Albert, Simmons & Walker, 1974; Beatty, 1971, 1972; Beatty & Kormfeld, 1972; Brolund & Schallow, 1976; Kondo, Travis & Knott, 1975; Pressner & Savitsky, 1977; Travis, Kondo & Knott, 1974a) ou enfin, celles qui notent une augmentation substantielle de l'activité alpha mais qui n'ont pas employé une mesure adéquate du niveau de base (Fath et al., 1976; Kuhlman et Klierger, 1975; Nowlis et Kamiya, 1970; Strayer et al., 1973; Travis et al., 1974c) ou un programme d'entraînement valable (Kondo et al., 1979).

Etant donné les résultats obtenus, l'analyse plus approfondie des six études de cette dernière catégorie s'avère indispensable pour estimer les procédures privilégiées dans la manipulation de la variable "contingence du feedback" et ainsi mettre en évidence l'opportunité de contrôler une telle variable au niveau de la présente recherche.

Dans la première étude (Fath et al., 1976), la variable "contingence" est manipulée en créant les trois conditions expérimentales suivantes: un feedback sonore contingent, un feedback aléatoire (i.e. l'enregistrement d'un sujet) et aucun feedback. Les six sujets assignés à chacun

des groupes ainsi constitués participent à huit sessions d'une durée de 40 minutes chacune en maintenant les yeux fermés. Les deux premières sessions servent à établir le niveau de base. Les résultats indiquent que la performance des deux premiers groupes (feedback contingent et aléatoire) est essentiellement semblable et plus élevée que celle du groupe contrôle. Aucun sujet de ce dernier groupe, par ailleurs, n'augmente son activité alpha au-delà de sa production initiale.

Ces résultats ne permettent pas d'évaluer le rôle de la contingence parce que la méthodologie comporte des lacunes importantes en regard des paramètres de la rétroaction biologique alpha. En effet, Fath et al. (1976) ont effectué l'enregistrement du niveau de base en présence d'un son continu de 35-40 dB. Une telle procédure provoque une sous-estimation du niveau de base (Paskewitz et Orne, 1973; Plotkin, 1978). De plus, aucune période de post-test n'a eu lieu éliminant ainsi toute possibilité de mesurer la généralisation de l'apprentissage (en supposant qu'il soit virtuellement possible).

Dans une très récente recherche, Kondo et al. (1979) étudient la variable "contingence" à l'aide de la procédure particulière suivante. Deux types de feedback sont comparés: le premier étant directement proportionnel à la quantité alpha alors que le second est inversement proportionnel à la quantité alpha. Le premier groupe reçoit donc une consigne cohérente avec la procédure tandis que le second groupe entend le son à son point le plus élevé précisément au moment où sa production est la plus faible. Les 20 participants assistent à une seule session d'entraînement

d'une durée de 40 minutes précédée d'un niveau de base de 10 minutes. Toute la session se déroule à la condition "yeux fermés".

Les résultats du premier groupe (feedback proportionnel) indiquent qu'il produit davantage d'activité alpha que le second groupe et que cette augmentation s'accroît progressivement des premières aux dernières minutes de la séance. Les auteurs concluent que la procédure de renforcement positif permet d'augmenter la production alpha chez les êtres humains.

La dimension heuristique de ces interprétations s'amenuise considérablement en regard des paramètres susceptibles d'influencer la production alpha et d'un examen minutieux des résultats. En effet, une période de plus de 140 minutes d'entraînement à la rétroaction biologique s'avère nécessaire pour stabiliser l'activité alpha (Hardt, 1974, 1975a, 1975b, 1975c). Toute conclusion tirée des résultats obtenus à la suite de périodes trop brèves d'entraînement sont donc prématurées et susceptibles d'être erronées. De plus, la théorie sous-jacente à la procédure de renforcement positif suppose que le second groupe (feedback contingent et inversement proportionnel à l'activité alpha) diminuera sa production alpha au cours de l'entraînement. Or, les résultats révèlent que ce groupe ne présente pas de différence significative entre le huitième essai et le premier essai, de même qu'entre le dernier essai et le niveau de base. Et enfin, à cause de l'inexistence d'un post-test, il est impossible d'évaluer si la contingence d'un feedback lors de l'entraînement à la rétroaction biologique permet réellement d'augmenter la production initiale alpha dans une situation sans feedback.

Kuhlman et Klierger (1975) mesurent l'influence de la contingence du feedback en introduisant un groupe contrôle au niveau de leur schème expérimental. Les 29 sujets participent à deux séances qui durent chacune 32 minutes consécutives: la première fait office de niveau de base et la seconde, d'entraînement à la rétroaction biologique alpha. Chacune des séances se déroule à la condition yeux fermés et est précédée d'une période d'adaptation de quatre minutes.

Après l'établissement du niveau de base, trois groupes sont formés: le premier groupe reçoit un feedback contingent positif, c'est-à-dire que la présence du son signale la présence alpha; un second groupe est affecté à la condition feedback contingent négatif, c'est-à-dire que la présence du son correspond maintenant à l'absence d'alpha et, enfin, aucune stimulation n'est délivrée au groupe contrôle. Les résultats indiquent que le groupe qui reçoit un feedback positif n'augmente pas sa production alpha (% alpha à un seuil-critère de 20 μ V) au-delà du niveau de base. Le groupe 2, pour sa part, présente un rehaussement de son activité alpha au-delà de son niveau de base tandis que les sujets du groupe contrôle ne changent pas de façon significative au cours de l'entraînement et au post-test.

Les auteurs concluent que l'absence de changement significatif de la densité alpha chez le groupe contrôle signifie que l'augmentation alpha est réellement due au feedback contingent et que les sujets du groupe 2 ont véritablement rehausser leur activité alpha. En accord avec d'autres (Lynch et Paskewitz, 1971; Peper, 1970), ils attribuent l'échec du premier

groupe à dépasser leur niveau de base à l'aspect inhibitoire lié à la présence même du stimulus sonore.

Les interprétations de Kuhlman et Klieger (1975) concernant l'efficacité du feedback contingent pour apprendre à augmenter l'activité alpha peuvent faire l'objet de sévères critiques en regard de la procédure employée pour effectuer l'enregistrement du niveau de base. Ils ont, en effet, fixé la durée de la période du niveau de base à 36 minutes (4 minutes d'habituation et 32 minutes d'enregistrement) comme celle de la période ultérieure de feedback. Pendant cette période de niveau de base, les sujets gardent les yeux fermés et observent la consigne de "se reposer et de relaxer"; aucun stimulus n'est présenté et aucune interruption n'a lieu. Cette procédure entraîne, malheureusement, un problème majeur bien connu (Plotkin, 1978): les personnes affectées à de telles conditions s'endorment ou s'assoupissent ce qui provoque une diminution de la densité ou de l'amplitude alpha. Ainsi, les scores élevés d'activité alpha au cours de la session de rétroaction pourrait être occasionnés par le simple fait que les sujets sont aux prises avec la tâche de rétroaction plutôt qu'être produits par un véritable rehaussement de la production de cette activité EEG. Qui plus est, le seul groupe qui augmente sa production alpha ne présente à peu près pas d'amélioration inter-essais tout au long de la période d'entraînement, l'augmentation étant acquise dès le début. Et enfin, il est impossible de se prononcer sur la possibilité de maintenir l'apprentissage par rétroaction biologique alpha puisque la procédure d'expérimentation ne comportait aucune période de post-test.

Nowlis et Kamiya (1970) analyse l'importance de la contingence du feedback lors de la rétroaction biologique alpha en affectant 26 sujets à la session d'entraînement suivante. La séance est organisée de telle façon qu'elle dure au total une heure à partir de la préparation initiale du sujet jusqu'au moment où les électrodes sont enlevées. Après deux minutes de manipulation du son, le sujet ferme les yeux pendant une période de deux minutes afin d'établir son niveau de base (% alpha à un seuil de 20 μ V). A noter que le son est toujours présent lorsque le rythme alpha apparaît, y compris lors du déroulement du niveau de base. Puis, l'expérimentateur offre aux sujets qui le désirent une période d'environ 15 minutes pour manipuler la présence du son. La séance se poursuit à l'aide de deux essais de durée variable: au premier essai, le sujet reçoit la consigne de générer le son le plus longtemps possible et, au second essai, c'est l'inverse, le son doit être supprimé.

Les résultats montrent, d'une part, que tous les sujets présentent plus d'activités alpha lors de l'essai "son généré" qu'à l'essai "son supprimé" et, d'autre part, que la majorité d'entre eux (soit 21 sur 26) atteignent une production alpha (% alpha) située au-delà du niveau de base. Les auteurs soutiennent alors que l'utilisation d'un feedback contingent permet aux sujets humains d'apprendre, en peu de temps, à contrôler leur rythme alpha.

Ces interprétations de Nowlis et Kamiya (1970) ne supportent pas la critique qui découle du rôle de certains paramètres de l'activité alpha. En premier lieu, le maintien de la présence du son lors de l'enre-

gistrement du niveau de base s'avère une procédure inadéquate car, le phénomène est maintenant bien connu, l'activité alpha est automatiquement et substantiellement atténuée par la présentation initiale du feedback sonore (Paskewitz et Orne, 1973; Plotkin, 1978). La mesure du niveau de base dans cette étude occasionne une sous-estimation substantielle de la production initiale réelle des sujets. L'augmentation observée doit alors être interprétée en terme d'une simple habituation (ou désinhibition) à la situation expérimentale. De plus, la durée trop brève de la période d'enregistrement du niveau de base (2 minutes) et la durée totale de l'entraînement (maximum 40 minutes) ne permettent pas d'initier une situation optimale d'apprentissage par rétroaction alpha (programme d'entraînement: Hardt, 1974, 1975a, 1975b, 1975c) et de créer un point de comparaison fiable (niveau de base: Ancoli et Kamiya, 1977). Et enfin, les auteurs n'ont pas effectué de post-test ce qui élimine totalement la possibilité de se prononcer sur l'efficacité éventuelle d'un entraînement par rétroaction biologique alpha pour apprendre à contrôler son rythme alpha lors d'une séance ultérieure sans feedback.

Strayer, Scott et Bakan (1973) étudient le rôle de la contingence du feedback lors de l'entraînement par rétroaction biologique alpha à l'aide de la procédure qui suit. Les 40 sujets disposent d'une durée de cinq minutes pour s'adapter à la situation expérimentale, période après laquelle le niveau de base est enregistré pendant deux minutes. La production initiale ainsi obtenue permet de diviser les sujets en dix groupes couplés comportant autant de forts (plus de 40%) que de faibles (moins de 40%) produc-

teurs alpha. La séquence des essais et les consignes sont exactement les mêmes pour les deux groupes sauf que le groupe expérimental reçoit un feedback contingent alors que les sujets du groupe contrôle disposent d'un feedback aléatoire (c'est-à-dire, l'enregistrement du sujet expérimental auquel il est couplé). L'entraînement est composé de 13 essais de deux minutes (séparés par des périodes de repos de deux minutes) dont 11 sont consacrés à la rétroaction biologique alpha, soit au total 22 minutes. Le sixième et le treizième essais servent de post-test et ils ne comportent pas de feedback sonore. L'entraînement se déroule les yeux fermés pour tous les sujets. Les résultats indiquent que tous les groupes augmentent significativement leur production alpha au cours des essais: les faibles producteurs (groupes expérimental et contrôle) parviennent à dépasser leur niveau de base tandis que les producteurs élevés (groupes expérimental et contrôle), après une chute de leur production alpha au cours des quatre premiers essais, retournent tout près de leur niveau de base sans toutefois l'atteindre. Au niveau des rapports subjectifs, seuls les sujets expérimentaux sont capables de décrire une méthode de contrôle de leur rythme alpha. La similitude des résultats des groupes contrôles et expérimentaux permet, selon les auteurs, de rejeter l'interprétation de l'apprentissage effectué en rétroaction alpha à partir du modèle opérant, du moins en ce qui concerne son caractère essentiel, c'est-à-dire, la contingence. Il s'agit plutôt d'une adaptation à la situation expérimentale qui procure progressivement une plus grande relaxation et, conséquemment, une plus grande activité alpha. La différence au niveau des rapports subjectifs entre les sujets expérimentaux et les sujets contrôles indiquerait

que la contingence du feedback facilite la différenciation perceptuelle des états internes spécifiques à l'alpha, sans toutefois être nécessaire lors de l'entraînement au contrôle de l'EEG alpha.

Les interprétations de Strayer et al. (1973), à propos du rôle de la contingence, peuvent être sérieusement mises en doute à la lumière des résultats révélés par les recherches consacrées à l'étude des différents paramètres susceptibles d'affecter la production alpha. En premier lieu, l'enregistrement du niveau de base pendant deux minutes constitue une période beaucoup trop brève pour permettre une évaluation rigoureuse de la production initiale d'un sujet (Plotkin, 1978). Plusieurs minutes sont requises pour permettre au sujet de s'habituer à la nouvelle situation expérimentale et ainsi diminuer l'apparition fréquente des réponses d'orientation qui bloquent automatiquement l'alpha. Une trop brève période de niveau de base empêche l'atténuation de ces réponses de blocage alpha et entraîne une sous-estimation de la production initiale alpha. La différence, lors de la comparaison pré et post entraînement n'est, alors qu'artificielle. Cette possibilité est d'autant plus probable que Strayer et al. (1973) observent cette augmentation de la production alpha au-delà du niveau de base seulement chez la moitié de leurs sujets, c'est-à-dire ceux qui présentaient une production initiale faible alors que ceux qui démontraient une forte production initiale ne parviennent jamais, pour leur part, à atteindre leur niveau de base initial. L'utilisation d'un groupe contrôle aurait avantageusement permis d'évaluer l'importance du phénomène d'habituation.

En second lieu, le programme d'entraînement auquel les sujets de l'étude de Strayer et al. (1973) sont affectés, ne permet pas l'évaluation de la dimension "contingence du feedback". En effet, selon Hardt (1974, 1975a, 1975b, 1975c) une période d'entraînement d'au moins 140 minutes où les essais durent au minimum 10 minutes consécutives, est indispensable pour parvenir à une augmentation réelle du rythme alpha. L'apprentissage n'ayant pas eu le temps de se réaliser, il devient impossible d'évaluer le facteur "contingence".

Et enfin, la variable "contingence du feedback sonore" comporte trois niveaux dans l'étude de Travis et al. (1974c). Les trois conditions expérimentales ainsi créées sont les suivantes: un feedback contingent, un feedback aléatoire et, enfin, aucune stimulation. L'expérience vise aussi à comparer le type de feedback (binaire vs analogue), les mesures (% alpha vs amplitude intégrée) et la position des yeux (ouverts vs fermés). La durée de la période d'entraînement totalise 54 minutes (2 minutes de niveau de base, 10 périodes de 5 minutes d'entraînement et 2 minutes de post-test).

Les résultats démontrent qu'à la position "yeux fermés", les sujets affectés à la condition feedback contingent et proportionnel augmentent significativement plus leur production alpha (amplitude intégrée) que les sujets des autres conditions (feedback aléatoire et aucun feedback). Les auteurs en concluent que cette performance est attribuable à la contingence du renforcement-feedback.

Les interprétations de Travis et al. (1974c) sont sujettes aux mêmes critiques effectuées lors de l'analyse de l'étude de Strayer et al. (1973) ci-haut mentionnée. En effet, ces auteurs (Travis et al., 1974c) ont aussi utilisé une période beaucoup trop brève (2 minutes) pour établir le niveau de base. Il est à noter, par ailleurs, que la production du groupe bénéficiant du feedback contingent dépasse à peine le niveau de base et ce, seulement après 20 minutes de feedback. Et, enfin, un programme d'entraînement de 50 minutes ne suffit pas pour maximiser la probabilité d'entraînement par rétroaction biologique alpha (Hardt, 1974, 1975a, 1975b, 1975c).

L'évaluation minutieuse des six études expérimentales mentionnées ci-haut illustre bien l'importance et l'opportunité de contrôler la variable contingence du feedback. Un des buts de la présente recherche consistera donc à évaluer l'effet de la contingence d'un feedback sonore sur l'apprentissage alpha suite à un programme d'entraînement à la rétroaction biologique. La manipulation de cette variable s'effectuera en créant deux niveaux: feedback contingent et feedback aléatoire. De plus, un groupe contrôle, sans stimulation, sera inclus dans le schème expérimental afin d'évaluer l'importance du facteur "habituatation" (Fath et al., 1976).

Cet objectif commande alors de façon impérieuse de maximiser l'induction alpha et de réaliser ainsi la condition sine qua non qui permettra de procéder à l'évaluation de la dite variable. Or, le modèle opérant offre précisément une procédure systématique pour faire acquérir un com-

portement absent du répertoire d'un organisme: le façonnement.

B. Procédure de façonnement

Le façonnement consiste à renforcer, successivement et de façon différenciée, les réponses se rapprochant de plus en plus du comportement terminal (Malcuit et Pommerleau, 1977). Du point de vue opérant, le nouveau comportement à instaurer sera une production alpha supérieure à l'activité alpha initiale. Une revue de la littérature concernant ce sujet s'impose afin d'évaluer la pertinence d'une telle procédure en rétroaction biologique alpha.

Le renforcement différencié d'approximations successives constitue une procédure qui n'a jamais été expérimentalement évaluée en rétroaction biologique alpha. De fait, il n'existe que deux études cliniques publiées à ce jour qui ont inséré une modalité de façonnement au niveau de l'entraînement thérapeutique alpha. Ces deux recherches sont l'oeuvre d'une équipe de chercheurs qui ont appliqué divers entraînements par rétroaction biologique (EMG et alpha) à des usagés de drogues.

L'étude de Lamontagne et al. (1977) constitue, en fait, la reprise d'une recherche antérieure (Lamontagne et al., 1975) où le nombre de sujets et de sessions d'entraînement ont été simplement augmentés. Ainsi, 75 étudiants de niveau collégial, tous usagers de drogues (marihuana, hashich et, occasionnellement, hallucinogènes, amphétamines, narcotiques... etc), sont affectés à un des cinq groupes suivants: feedback alpha, feedback EMG, feedback aléatoire, aucune stimulation et aucun traitement. Les sujets des quatre premiers groupes bénéficient de 12 sessions d'entraîne-

ment par rétroaction biologique alpha (4 séances ont lieu au laboratoire et les 8 autres au collège sans la présence de l'expérimentateur). Les quatre sessions qui se déroulent au laboratoire durent 30 minutes chacune (4 minutes de niveau de base sans feedback, 22 minutes de rétroaction biologique et 4 minutes de post-test sans feedback). Au collège, les huit séances durent 20 minutes chacune.

La procédure de façonnement s'effectue de la façon suivante: tous les sujets débutent l'entraînement à un seuil d'amplitude de 20 μV : ce dernier est augmenté de 5 μV lorsque l'activité alpha du sujet demeure au-delà du seuil d'amplitude plus de 75 % du temps de la période de cinq minutes (soit 3 minutes et 45 secondes). De même, le seuil d'amplitude est diminué de 5 μV lorsque la production alpha du sujet demeure au-delà du seuil d'amplitude moins de 50% du temps (2.5 minutes). Les résultats indiquent qu'il n'existe pas de différence entre le groupe avec feedback alpha et le groupe sans feedback à la période de relance. Toutefois, la performance de ces deux groupes se distingue de façon significative à la fin de la dernière session.

En regard des paramètres qui influencent directement l'activité alpha, la méthodologie privilégiée dans l'étude de Lamontage et al. (1977) présente plusieurs carences importantes: une période d'enregistrement du niveau de base trop brève entraînant une sous-estimation de la production initiale (Plotkin, 1978), une répartition des sujets à l'intérieur des cinq groupes sans égard à leur production initiale (Cleeland et al., 1971; Beatty, 1971; Kulhman et Klierger, 1975; Strayer, 1970; Strayer et al.,

1973; Travis et al., 1973), un feedback du type binaire (Ancoli et Kamiya, 1977) et, enfin, au cours de la majorité des séances (soit les 8 séances qui ont lieu au collège) la procédure de façonnement n'est pas appliquée puisque le seuil d'amplitude demeure fixe.

Cependant, la procédure de façonnement n'en demeure pas moins attrayante pour les deux raisons suivantes. D'abord, du point de vue opérant, cette procédure permet d'acquérir un nouveau comportement (soit celui de présenter une activité alpha plus élevée que la production initiale mesurée avant l'entraînement) puis, permet du même coup d'éliminer l'effet de "plafonnement" éventuel du feedback sonore puisque le seuil d'amplitude est toujours augmenté dès que la production alpha dépasse un certain % de temps de production pré-établi. Il est alors impossible que le son soit ou absent ou présent pendant de longues périodes de temps au cours des essais intra-sessions.

Cette éventualité de saturation du feedback sonore n'a jamais été éliminée des recherches expérimentales actuellement publiées. La présence ou l'absence prolongée du feedback sonore lors des périodes d'entraînement pourrait expliquer du moins en partie, l'échec des méthodes traditionnelles à augmenter réellement la production alpha au-delà du niveau de base établi à la condition "yeux fermés" et présentement attribué à l'inhabileté du sujet à apprendre lors d'une expérience de feedback. Par conséquent, une procédure de façonnement sera employée au cours de l'expérimentation de la présente recherche (pour plus de détails, voir la partie déroulement de l'expérience au chapitre II).

Entraînement sensoriel par stimulation auditive

Depuis la découverte par Adrian et Matthews (1934) de la possibilité de modifier les activités cérébrales et rythmiques propres au cerveau, à l'aide de stimuli photiques, plusieurs études ont confirmé l'existence du phénomène d'entraînement sensoriel. Non seulement ces oscillations cérébrales modifient-elles leurs amplitudes à la présentation d'éclairs lumineux, mais aussi adoptent-elles souvent la même fréquence que la stimulation (Ciganek, 1958a, 1958b, 1958c; Cooke et Lippold, 1973).

Les modifications imprimées à l'activité électrique de l'encéphale par les diverses stimulations sensibles et sensorielles dépendent de multiples facteurs, notamment: des modalités de la stimulation (qualité, intensité, durée, répétition) et de l'état physiologique de l'encéphale au moment où celle-ci lui parvient (sommeil, vigilance, attention). Certaines de ces modifications se produisent de façon diffuse sur le cortex et peuvent être identiques pour des modes de stimulation ou des attitudes psychologiques différentes. D'autres sont à la fois plus localisées et plus caractéristiques de la stimulation appliquée (Contamin et Cathala, 1961). Parmi ces dernières, les plus étudiées ont été les accidents électrocorticaux qui surviennent au décours immédiat d'un stimulus bref, sensitif ou sensoriel, physiologique ou électrique, et dans l'aire de projection correspondant au territoire stimulé. Ce sont ce qu'il est convenu d'appeler les potentiels évoqués.

L'entraînement sensoriel constitue un phénomène où les potentiels évoqués adoptent les mêmes caractéristiques que la stimulation ryth-

mique appliquée (Regan, 1972). Ainsi, des stimuli visuels rythmiques, comme des éclairs lumineux, modifient les réponses électro-corticales chez l'être humain. Fessard et al. (1956) rapportent ce phénomène sous le nom de rythmes induits alors que Morrell et Jasper (1956) l'identifie sous la vocable de photic driving.

De nombreuses études (Ciganeck, 1958a, 1958b, 1958c, 1961) montrent qu'il existe effectivement un entraînement sensoriel possible chez l'être humain par stimulation photique (photic driving). Ainsi, les ondes II (enregistrées, 45 à 55 msec après les stimuli) et III (enregistrées, 65 à 75 msec après les stimuli) existent dans tous les cas étudiés et leurs relations temporelles avec le stimulus sont constantes. Les post décharges rythmiques corticales évoquées par les stimuli photiques possèdent une relation phasique constante par rapport au stimulus et leur fréquence est identique à la fréquence du rythme alpha de la personne examinée, mais ceci n'est pas sans exception. Il existe un rapport étroit entre la fréquence de la stimulation photique et le potentiel évoqué chez l'homme. Les ondes II et III suivent exactement la fréquence de la stimulation jusqu'au moment où l'intervalle entre deux stimuli est plus court que le potentiel même. Ce fait soutient la conclusion qu'au moins une partie du potentiel évoqué appartient à la réponse primaire du système afférent spécifique. L'auteur ajoute que les faits décrits démontrent les deux mécanismes de la réaction à la stimulation photique rythmique: d'une part des potentiels évoqués par les stimuli séparés et, d'autre part, un rythme cortical plus ou moins sinusoïdal entraîné par la fréquence de la stimulation (Gastaut, 1949). D'autres auteurs (Grossman, 1967; Lehtonen et Lehtinen,

1972; Cooke et Lippold, 1973) démontrent qu'il est possible de produire le rythme alpha à l'aide de la stimulation photique.

Une autre technique a été employée pour provoquer des effets d'entraînement sur l'EEG. Il s'agit des stimulations lumineuses modulées. Cette technique semble amener des effets différents de ceux déclenchés par les stimulations photiques. Ainsi, certains auteurs (Van der Tweel et Verduyn Lunel, 1965) rapportent que les stimulations lumineuses modulées déclenchent une augmentation brusque et marquée de la réponse EEG dès que la modulation correspond à la fréquence alpha dominante du sujet.

Plus récemment, Townsend et al. (1975) évaluent le phénomène à l'aide d'un équipement électronique très sophistiqué. L'enregistrement s'effectue à la dérivation O_2 avec référence en A_1 . Les stimulations lumineuses varient de 3 - 14 cps et elles sont présentées selon deux modalités: photique et modulée. Les résultats indiquent que les stimulations photiques occasionnent des réponses évoquées complexes à toutes les fréquences et, plus particulièrement, pour les fréquences autour de 10 Hz. Toutefois, les stimulations lumineuses modulées entraînent des effets différents. D'une part, la réponse EEG s'avère peu affecté par des stimulations inférieures ou supérieures en fréquence au spectre alpha dominant du sujet. D'autre part, à la fréquence alpha, il se produit une augmentation d'amplitude (plus marquée que lors de la stimulation photique) et un blocage de la phase (i.e. la fréquence de l'EEG demeure constante). De plus, la stimulation lumineuse modulée produit un EEG qui ressemble plus à l'EEG spontané que la stimulation photique. Cette dernière occasionne

des réponses évoquées qui se superposent à l'EEG de fond pour donner des tracés plus complexes. Selon les auteurs, la stimulation lumineuse modulée engendrerait, au contraire, un blocage de la phase du rythme alpha par influence sur les générateurs alpha sous-corticaux.

Afin d'évaluer si le même phénomène d'entraînement sensoriel existe pour les stimulations auditives (acoustic driving), Neher (1961) mesure l'effet de stimuli auditifs (tambourinage) présentés à 3, 4, 6 et 8 battements par seconde chez les sujets normaux. Les résultats indiquent qu'une réponse reliée à l'entraînement sensoriel existe chez tous les sujets. De plus, la fréquence du rythme cérébral ainsi obtenue est, la plupart du temps, identique à la fréquence de la stimulation. Ces résultats sont confirmés par plusieurs études (Chatrian, Patersen et Lazarte, 1960; Fruhstorfer et al., 1970; Webster, 1971). De plus, selon l'auteur, les réponses corticales ainsi obtenues sont similaires à celles obtenues par Walter et Walter (1949) avec la stimulation photique.

Plus récemment, Martinius et Hoovey (1972) vérifient chez des enfants, âgés de 8 à 11 ans, l'effet de stimuli auditifs présentés à fréquences très élevées (500 et 1500 c/sec.). Même si la fréquence des stimuli auditifs dépasse considérablement la fréquence du rythme alpha (8 à 12 c/sec.), le tracé électroencéphalographique révèle une augmentation appréciable des ondes alpha des deux côtés de la région occipitale. Ces résultats sont d'ailleurs confirmés par d'autres auteurs (Graziani et al., 1974).

D'autre part, très peu d'études ont évalué l'effet d'entraînement par stimulations sonores modulées. Récemment, Selzer et Fehmi (1975)

mesurent l'effet de stimulations auditives modulées sur l'émission d'ondes alpha et theta. L'expérience se déroule de la façon suivante: 10 sujets participent à une session de 54 minutes où des périodes de niveaux de base (durée de 10 minutes) alternent avec des périodes de stimulation (durée de 12 minutes). Pendant les périodes de stimulations, les sujets entendent continuellement un son de 400 hertz modulé à 10 cps pour la fréquence alpha et 5 cps pour la fréquence theta. Les résultats indiquent aucune différence significative entre les différents niveaux de base (i.e. aucun effet d'habituation ou d'apprentissage lors du passage du temps) mais une différence notable au cours des périodes de stimulations alpha et theta et ce, sur toutes les dérivations.

Compte tenu de la possibilité d'induire l'alpha à l'aide d'une stimulation sonore modulée et compte tenu des considérations théoriques et expérimentales précédentes, il appert opportun d'investiguer l'effet de la nature du feedback sonore lors des périodes d'entraînement par rétroaction biologique alpha. Cette évaluation s'effectuera en établissant deux niveaux: un feedback sonore analogue (FSA), c'est-à-dire, un bruit blanc proportionnel à l'amplitude du rythme alpha présent et, un feedback sonore modulé et analogue (FSMA), c'est-à-dire qu'un son de 300 cps modulé à 10 cps variera proportionnellement à l'amplitude des ondes alpha présentes. A noter, une autre particularité de la procédure consiste à présenter ces feedback sonores uniquement pendant les sessions d'entraînement par rétroaction biologique.

En résumé, le déroulement expérimental sera le suivant: suite

à la première session visant à établir le niveau de base, les 50 participants sont affectés à l'un des cinq groupes selon une méthode de répartition garantissant l'équivalence des groupes en regard de leur production initiale alpha. Les conditions expérimentales des cinq groupes sont: FSA contingent et aléatoire, FSMA contingent et aléatoire et, enfin, un groupe contrôle sans stimulation. Les cinq autres sessions se déroulent de façon consécutive (une par jour) et sont consacrées à l'entraînement par rétroaction biologique. La septième session constitue le post-test. L'apprentissage alpha sera évalué par comparaison des résultats (exprimés en terme d'intégration de l'amplitude: μV) individuels et globaux des groupes expérimentaux à ceux du groupe contrôle.

Présentation des hypothèses

Le fonctionnement du modèle opérant (Black et al., 1977), l'utilisation d'une procédure de façonnement de même qu'une méthodologie conforme aux recommandations de certains auteurs (Ancoli et Kamiya, 1977; Hardt et Kamiya, 1976a, 1976b) pour maximiser l'induction alpha conduisent à formuler l'hypothèse suivante:

Hypothèse 1. L'effet principal "contingence" sera significatif indiquant ainsi que la présence d'un stimulus sonore contingent lors des sessions d'entraînement par rétroaction biologique permet d'augmenter l'activité alpha mesurée par l'intégration de l'amplitude. Les sujets des groupes A et B (affectés à une stimulation contingente) obtiendront donc une production alpha supérieure à celle des groupes C et D (soumis à une stimulation aléatoire) lors du post-test.

Les résultats des études portant sur l'effet des stimulations modulées (Towsend et al., 1975; Van der Tweel et Verduyn Lunel, 1965) et les résultats de la recherche de Fehmi (1975) suggérant que l'effet des stimulations sonores modulées créeraient un circuit bouclé en feedback positif permettent d'avancer l'hypothèse suivante:

Hypothèse 2. L'effet principal "nature du feedback sonore" sera significatif, montrant ainsi que l'utilisation d'un son de 300 cps modulé à 10 cps au cours de l'entraînement par rétroaction biologique permet d'augmenter la production alpha mesurée par l'intégration de l'amplitude. Les sujets des groupes B et D (bénéficiant d'un son modulé) obtiendront donc une production alpha supérieure à celle des groupes A et C (bruit blanc) lors du post-test.

Compte tenu, d'une part, de l'hypothèse 1 et, d'autre part, de l'hypothèse 2 suggérant que dans le cas d'un FSMA, la contingence n'est pas nécessaire pour augmenter la production alpha, il convient d'énoncer le corollaire de ces hypothèses de la façon suivante:

Hypothèse 3. Les groupes A, B et D (affectés respectivement aux trois conditions suivantes: FSA contingent, FSMA contingent, FSMA aléatoire) présenteront, individuellement, une production alpha supérieure au groupe contrôle E (aucune stimulation) lors du post-test. La production alpha du groupe C (FSA aléatoire) ne se distinguera pas de celle du groupe E lors du post-test.

L'importance du phénomène d'habituation (Cleeland et al., 1971;

Lynch et al., 1974; Lynch et Paskewitz, 1971; Paskewitz et al., 1970; Paskewitz et Orne, 1973; Peper et Mulholland, 1970; Plotkin, 1978; Podlensky et Raskin, 1974; Prewett et Adams, 1976) et la controverse concernant les différents types de mesure de la production alpha (Hardt et Kamiya, 1976a; Lansky et al., 1979) amènent la dernière hypothèse:

Hypothèse 4. L'abondance de l'activité alpha (mesurée par l'intégration de l'amplitude et par le % d'alpha critère) au post-test sera supérieure à celle enregistrée au prétest pour chacune des cinq comparaisons intragroupes.

Chapitre II

Description de l'expérience

Sujets

L'échantillon comprend 50 sujets dont l'âge varie entre 17 et 33 ans; cependant, la majorité (soit 92%) se situe à l'intérieur de la fourchette de 17 à 25 ans (voir tableau 13, en appendice C). Afin de niveler les différences socio-culturelles, le recrutement des participants s'effectue parmi les étudiants(es) inscrits(es) soit au niveau collégial (Collège du Nord-Ouest), soit à un programme de premier cycle du Centre d'études universitaires dans l'Ouest québécois. Les sujets ayant déjà participé à une expérience de biofeedback ou à tout autre entraînement particulier concernant la détente (relaxation musculaire de Jacobson, la méditation transcendentale, le yoga... etc) sont exclus. Le seul autre critère de sélection réside dans l'état de santé physique: les sujets souffrant de maladies neurologiques - épileptiformes ou autres - ne sont pas retenus. Tous les autres sujets qui se présentent sont automatiquement inclus dans l'échantillon.

Cinq conditions expérimentales sont créées par la combinaison des deux variables à l'étude (i.e. la "contingence" et la "nature" du feedback sonore). L'assignation de ces conditions aux cinq groupes s'effectue alors de la façon suivante: une stimulation contingente à la production du rythme alpha est présentée aux deux groupes expérimentaux A et B : un

bruit blanc (white noise) analogue (FSA) constituant le stimulus de rétroaction du groupe A tandis que le groupe B reçoit un feedback sonore analogue de 300 cps modulé par un signal de 10 cps (FSAM). Les groupes expérimentaux C et D sont affectés à la condition "stimulation aléatoire": le groupe C étant mis en présence d'un enregistrement de bruit blanc (FSA aléatoire) tandis que le groupe D entend l'enregistrement d'un FSAM. Enfin, aucune stimulation n'est attribuée au groupe témoin E.

Matériel

Une électrode de surface Grass (type E5GH) est utilisée pour le cuir chevelu tandis que les récents modèles d'électrodes Grass (type E34G), dont le support de nylon comporte deux (2) coupoles en or, sont employées pour les lobes d'oreilles. Une crème à électrodes (marque: Redux Cream de Hewlett Parckard) et une colle (marque: Collodion) permettent de fixer l'électrode sur le cuir chevelu. Les autres électrodes aux lobes auriculaires sont maintenues en place grâce au support en nylon muni d'un ressort; la même crème à électrode est alors utilisée pour établir un contact parfait. L'impédance interélectrodes est maintenue à 5 kilohms ou moins et elle est mesurée à l'aide d'un impédancemètre Grass, type EZM1E.

La figure 1 illustre le diagramme en bloc des appareils utilisés par le montage expérimental décrit ci-après. Afin de conserver l'effet protecteur de la salle de Faraday où le sujet est confortablement étendu sur un fauteuil de type Lazy-Boy, le contact entre le cuir chevelu et les appareils électroniques s'effectue à travers le mur de la salle de Faraday en introduisant les électrodes à l'intérieur d'adaptateurs fichés à des pri-

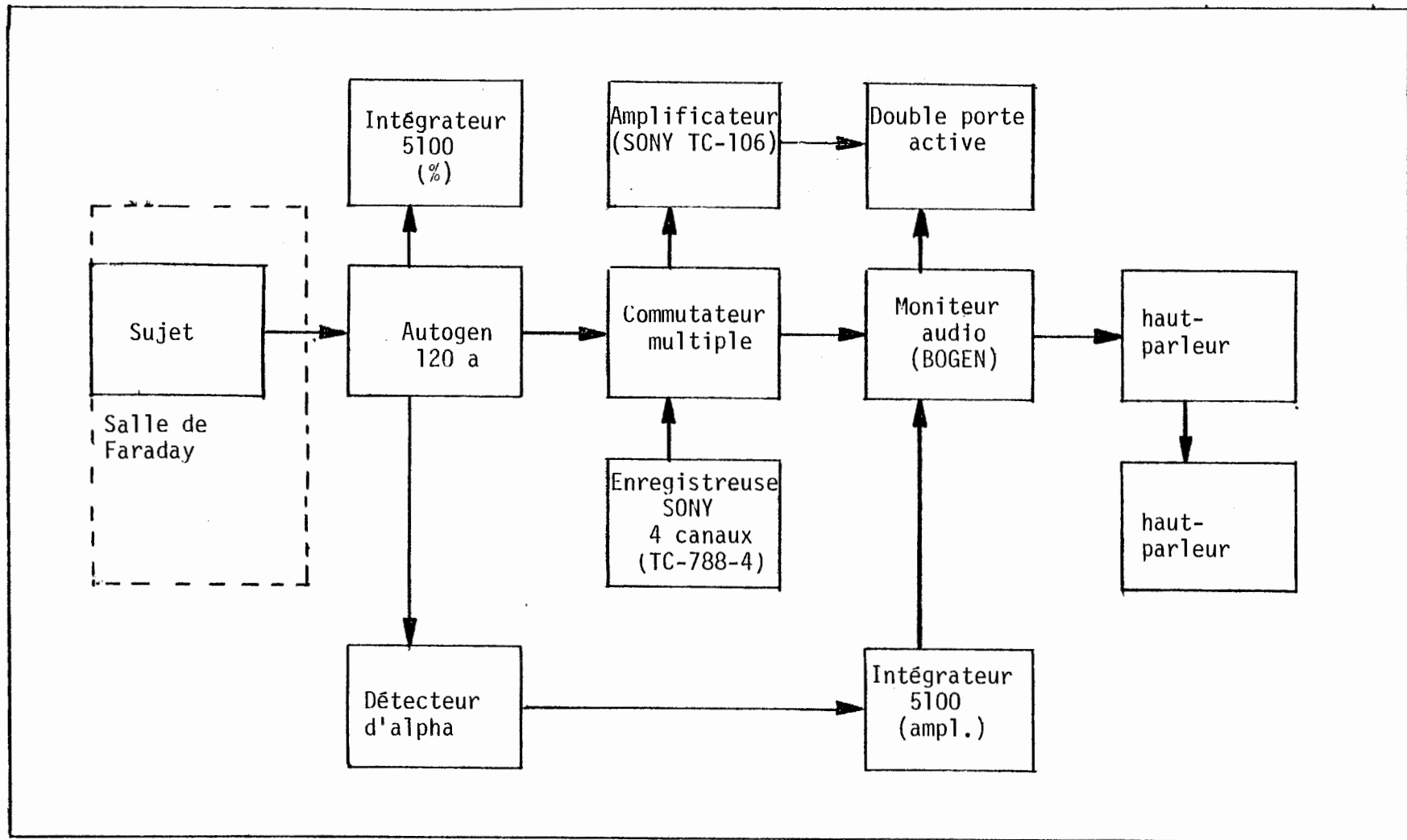


Fig. 1- Diagramme en bloc du montage expérimental

ses BNC mâles et femelles. Ces dernières sont fixées au mur de la salle et elles permettent d'avoir un rendement maximum du passage à l'extérieur de l'activité électrique recueillie. L'activité de l'électrode active et de référence est ainsi acheminée à l'entrée électrodes de l'appareil de rétroaction biologique, à l'aide de câbles coaxiaux munis à une extrémité, d'une prise BNC (fixée au mur de la salle de Faraday) et à l'autre extrémité, d'une prise stéréo (en contact avec l'Autogen 120a).

L'appareil de rétroaction biologique (Autogenic Systems, modèle Autogen 120a) subit quelques transformations mineures. Les deux sélecteurs rotatifs contrôlant les seuils de fréquence minimale et maximale de même que celui du seuil d'amplitude minimale, sont remplacés par des sélecteurs Vernier munis de verrous permettant une manipulation 10 fois plus précise des subdivisions de l'échelle standard. A l'aide d'un générateur de fréquences, les sélecteurs Vernier contrôlant la fréquence sont verrouillés très précisément à 8 et 13 cps. Il en va de même pour les sélecteurs de fréquences auxiliaires. A cause des longues heures consécutives de fonctionnement requises par l'expérimentation et afin de garantir un standard élevé de précision, l'alimentation de l'appareil est assurée par trois batteries (deux 12 V et une 6 V); un régulateur de voltage de fabrication maison (voir le diagramme électronique, figure 6 de l'appendice B) maintient constamment présent le courant de 27 V exigé par l'Autogen 120 a. Deux intégrateurs (Autogenic Systems, modèle 5100) permettent de compiler à la fois les résultats de toute la session de rétroaction (intégration de l'amplitude) et le % d'alpha critère à toutes les deux minutes entraînant ainsi la variation manuelle immédiate du seuil d'amplitude exigée par la procédure de façonnement. Le pourcentage de temps de production d'alpha critère est

calculé par le premier intégrateur 5100 dont l'entrée % 1 est directement reliée aux sorties Main Logic et Common de l'Autogen 120 a. La mesure de l'intégration de l'amplitude exige, pour sa part, le montage qui suit. Un détecteur de courant est branché à la sortie Auxillary Range Logic Output de l'Autogen 120 a. A cette sortie, chaque fois que l'EEG se situe à l'intérieur des paramètres de fréquences des sélecteurs auxiliaires - constamment fixé à 8 et 13 cps - un signal de +8 à +10 volts peut être capté. Quand l'EEG tombe hors de ces paramètres, le signal à la sortie varie alors de -12 à -17 volts. Le détecteur (voir le diagramme électronique, figure 7 de l'appendice B) capte ces variations de niveau logique. Chaque fois que l'EEG satisfait les paramètres de fréquences fixés, le détecteur permet alors le contact entre l'Autogen 120 a (sortie Raw EEG Output) et le second intégrateur 5100 (entrée J1B).

Lors des sessions de rétroaction, le signal sonore de l'Autogen 120 a (sortie Audio) est amplifié par un moniteur audio (marque Bogen) et transmis par deux (2) haut-parleurs (marque Marsland) placés tout près et à l'extérieur des deux fenêtres situées à des extrémités différentes de la salle de Faraday. Pour sa part, la sortie Audio du second Autogen 5100 (mesurant l'intégration de l'amplitude) est reliée au même moniteur audio (marque Bogen) et il permet d'émettre deux sons. Le premier indiquant le début des périodes de repos et le second indiquant lorsque 90% de la période de repos est complétée.

Le montage suivant est élaboré pour créer la condition expérimentale du groupe B. Un son de 300 cps modulé à 10 cps à l'aide d'un modulateur (voir le diagramme électronique, figure 8 de l'appendice B), a été

enregistré sur ruban Ferrichrome (Fe Cr). Puis, un appareil enregistreur de marque Sony (4 canaux, 4 pistes, type TC-788-4) reproduit, pendant toute la session de rétroaction biologique, ce signal modulé. Une double porte active de fabrication maison (voir le diagramme électronique, figure 9 de l'appendice B) est fixée en série entre l'enregistreuse et un amplificateur audio (Sony TC-106) qui est lui-même relié à la sortie audio de l'Autogen 120 permettant ainsi de substituer à chacune des présences du bruit blanc un feedback sonore analogue de 300 cps modulé à 10 cps. Les variations du feedback analogue à l'amplitude alpha sont de l'ordre de 15 dB.

En ce qui concerne les conditions expérimentales des groupes C et D, le matériel est fabriqué de la façon suivante. Lors d'une session de pré-expérimentation, deux types de feedback (bruit blanc et FSAM à 10 cps) sont utilisés pour indiquer la présence d'ondes alpha d'un même sujet selon la procédure de façonnement décrite à la partie déroulement de l'expérience du présent travail. Afin d'obtenir des enregistrements de signaux équivalents, les deux types de feedback sont enregistrés simultanément sur deux pistes différentes du ruban Ferrichrome, ci-haut mentionné. La concentration de ces trois enregistrements (soit le FSAM, le bruit blanc aléatoire et le FSAM aléatoire) sur le même ruban magnétique permet de passer d'une condition expérimentale à une autre en changeant simplement de canal sur l'enregistreuse et sur le commutateur multiple.

Déroulement de l'expérience

L'expérimentation se déroule en trois étapes (voir tableau 1): le pré-test, la rétroaction biologique et le post-test.

Tableau 1

Déroulement de l'expérience

Etape pré-test

1. Première phase: condition "yeux ouverts"

- a) Explications de l'appareillage et installation du S dans la salle de Faraday (environ 2 min.)
- b) Vérification des appareils (aucun signal, aucun enregistrement) 2 min.
- c) Enregistrement du niveau de base (aucun signal) 5 min.

2. Seconde phase: condition "yeux fermés"

- a) Enregistrement du niveau de base optimal et naturel (aucun signal) 10 min.

Rétroaction biologique:
contingente

Groupe A et B
5 sessions de 43 min.
en 5 jours consécutifs

Rétroaction biologique:
aléatoire

Groupe C et D
5 sessions de 43 min.
en 5 jours consécutifs

Rétroaction biologique:
aucune

Groupe E
5 sessions de 43 min.
en 5 jours consécutifs

Etape post-test

1. Première phase: condition "yeux ouverts"

- a) Installation du S dans la salle de Faraday (2 minutes)
- b) Vérification de l'appareillage (aucun signal, aucun enregistrement) 2 min.
- c) Enregistrement du niveau de base (aucun signal) 5 min.

2. Seconde phase: condition "yeux fermés"

- a) Enregistrement du niveau de base optimal naturel (aucun signal) 10 min.

A la première étape, le recrutement s'effectue selon les critères mentionnés précédemment. Lors de la première rencontre au laboratoire, tous les sujets sont alors soumis aux mêmes conditions. Le participant est d'abord accueilli dans la salle aménagée pour la pose des électrodes: celles-ci sont alors placées en O_z (active), A_1 (référence) et A_2 (prise de terre) selon le système 10-20 pour l'EEG de surface (voir appendice B). La technique d'application des électrodes ainsi que la fonction de l'impédancemètre sont alors expliquées. Puis, afin de mieux contrôler les variations de production d'alpha que certains auteurs (Pressner et Savitsky, 1977; Valle et Levine, 1975; Walsh, 1974) attribuent aux attentes des sujets, l'information et les consignes concernant les ondes alpha sont présentées par écrit à tous les sujets lors de la pose des électrodes. Tous les participants sont invités à lire un bref document intitulé "Informations générales concernant les ondes alpha" (voir appendice A) dont la rédaction s'inspire de celui utilisé par Plotkin (1978).

Par la suite, le sujet est conduit à la salle d'expérimentation où une description du rôle de la salle de Faraday et des différents appareils est présentée de façon à diminuer l'anxiété de la situation expérimentale nouvelle. Puis, celui-ci est introduit dans la salle de Faraday afin de permettre de mesurer son niveau de base initiale de production alpha.

Le niveau de base naturel de production alpha est évalué de la façon suivante. Le sujet, assis confortablement dans un fauteuil de type Lazy-Boy, est mis en présence du même environnement qui prévaudra lors des

sessions de rétroaction proprement dites. La session se divise en trois parties. D'abord, une période de deux minutes où le sujet garde les yeux ouverts pendant que l'expérimentateur, assis à l'extérieur de la salle de Faraday, vérifie le contact des électrodes et le bon fonctionnement des appareils. Puis, l'enregistrement électroencéphalographique débute pour une période de cinq minutes. Et enfin, le sujet ferme les yeux et une période d'enregistrement d'une durée de 10 minutes a lieu: c'est le niveau de base optimal et naturel de production alpha. Ces trois périodes se déroulent en contiguité temporelle, c'est-à-dire, sans interruption sauf lorsque l'expérimentateur dit au sujet de se fermer les yeux. Les paramètres d'amplitude sont maintenus respectivement à 15 μV et 100 μV . A la fin de l'enregistrement, tous les sujets remplissent un formulaire intitulé "A. Questionnaire concernant l'expérience de rétroaction biologique alpha" (voir appendice A) visant à évaluer leurs impressions et leurs perceptions subjectives de la séance.

Après cette première session (i.e. l'étape du pré-test), les résultats individuels obtenus lors de l'évaluation du niveau de base à la condition "yeux fermés" permettent de procéder à la répartition des sujets en cinq groupes selon les critères et l'horaire des rencontres suivants. L'expérimentation se déroule par bloc de deux semaines: la première servant à réaliser le pré-test et la seconde étant consacré aux étapes de rétroaction biologique et de post-test (voir tableau 1). Tous les sujets participent, lors de cette deuxième semaine, à six séances d'expérimentations espacées de 24 heures chacune; les cinq sessions de rétroaction biologique

alpha ont lieu du lundi au vendredi tandis que le samedi est consacré à l'enregistrement électroencéphalographique du post-test.

Quatre à huit sujets participent à chacun des blocs de deux semaines: le nombre variant en fonction de la disponibilité des participants et de la possibilité d'expérimenter au laboratoire. Afin d'obtenir des groupes statistiquement comparables au pré-test, la répartition contrôlée s'effectue de la façon suivante: lors du premier bloc d'expérimentation, le sujet ayant obtenu le plus haut score d'émission d'ondes alpha, mesuré en terme d'amplitude intégrée, est assigné au groupe A. Lors du second bloc d'expérimentation, le plus élevé est désormais affecté au groupe B. Puis, le groupe C se voit attribuer le meilleur sujet du troisième bloc d'expérimentation ... etc. La même modalité de répartition est utilisée pour les plus faibles producteurs alpha à chacun des blocs d'expérimentation.

La répartition de l'échantillon en cinq groupes, effectuée selon les modalités mentionnées précédemment, permet l'accès à la seconde étape de l'expérimentation: les sessions d'entraînement par rétroaction biologique.

Les consignes concernant la "traduction" sonore de la présence des ondes alpha sont présentées à l'aide d'un document écrit intitulé "Consignes concernant l'entraînement à la rétroaction biologique alpha" (voir appendice A). Seul le groupe E ne reçoit pas ces consignes puisqu'il est mis en présence d'aucune stimulation. Mises à part ces conditions particulières, le déroulement expérimental est exactement le même pour les

cinq groupes de sujets (voir tableau 12 de l'appendice B). D'autres types d'informations sont donnés à tous les sujets concernant, par exemple, la durée et la nature des essais et des périodes de repos; ou encore, l'importance de ne pas tendre ses muscles et d'éviter tous mouvements de motricité globale et des yeux.

Ainsi, tous les sujets débutent leur première session de rétroaction le lundi. Aucune source lumineuse existe dans la salle de Faraday: l'éclairage provient de la pièce où la cage est sise grâce à la présence de deux fenêtres munies d'un moustiquaire d'aluminium. A chacune des séances d'entraînement, l'enregistrement de l'EEG s'effectue pendant quatre essais de 10 minutes (soit un total de 40 minutes) où le sujet garde les yeux fermés et où l'intensité lumineuse est atténuée. Au cours des périodes de repos d'une durée d'une minute (après chaque essai de 10 minutes), le sujet est invité à ouvrir les yeux et l'intensité lumineuse initiale est rétablie pendant ce bref laps de temps. Le score cumulatif (en μV) des 10 dernières minutes lui est alors communiqué verbalement sauf pour le groupe E, conformément aux recommandations de Hardt (1968).

Au début de la session, le son est présenté au sujet afin de permettre d'ajuster à un niveau agréable l'intensité du volume sauf, bien sûr, pour le groupe E. La procédure de façonnement est alors établie de la façon suivante. Au début de la première période, en accord avec d'autres études (Beatty, 1971; Dupuis, 1976), le sélecteur Vernier contrôlant le seuil d'amplitude minimale est fixé à 15 μV : celui-ci est augmenté de 3 μV si le sujet obtient 75% et plus de temps de production d'alpha critère

(mesurée par le premier Autogen 5100) durant deux minutes consécutives ou est diminué de 3 μ V s'il ne parvient pas à dépasser le seuil de 50% de production d'alpha critique. Cette procédure permet d'éliminer l'effet de plafonnement lié à l'alpha critique (Kondo et al., 1979) et rend impossible, du même coup, la présence continue ou l'absence totale de son sur une longue période de temps lorsque le signal se situe à l'intérieur des paramètres de fréquences. Comme l'indique la feuille de compilation des données (voir appendice B) cette procédure permet d'obtenir 20 mesures correspondant aux 20 intervalles de 2 minutes d'une session. A la fin de la première période (de 10 minutes) lors de l'arrêt d'une minute, le sujet ouvre les yeux, la lumière est rétablie à son intensité initiale et les résultats de cette première période lui sont alors communiqués verbalement en terme de μ V sec. Le seuil d'amplitude minimale du premier deux minutes de la seconde période de la première session demeure le même que celui atteint lors du cinquième et dernier deux minutes de la période précédente. A la session d'entraînement suivante - soit celle du mardi - le seuil est fixé au niveau du réajustement le plus bas obtenu à la dernière période de la session précédente. Cette procédure est ainsi appliquée pour les cinq sessions d'entraînement par rétroaction biologique alpha. Après chacune des sessions, les sujets du groupe E remplissent le questionnaire intitulé "A. Questionnaire concernant l'expérience de rétroaction biologique alpha" tandis que les 40 autres sujets utilisent le questionnaires "B. Questionnaire concernant l'expérience de rétroaction biologique alpha avec feedback sonore". Les deux questionnaires sont identiques, sauf au niveau des questions concernant la présence d'une stimulation auditive (voir appendice B).

La troisième étape de l'expérimentation, c'est-à-dire le post-test, a lieu le samedi pour les 50 sujets. Les conditions expérimentales du post-test sont en tous points identiques à celles du prétest sauf que les informations concernant le rôle des différents appareils sont exclues, compte tenu de la familiarité des sujets avec l'environnement expérimental (voir tableau 1).

A la fin de cette dernière session, en plus du questionnaire habituel présenté à chacune des rencontres, tous les sujets, à l'exception du groupe E, sont invités à remplir le questionnaire intitulé "C. Questionnaire du post-test" (voir appendice B). A la fin de l'expérience, les buts et les objectifs de l'expérience sont expliqués aux sujets qui en font la demande. Enfin, il faut mentionné que tous les sujets reçoivent, tel que convenu préalablement, un montant de \$35.00 correspondant à une rémunération de \$5.00 par séance.

Chapitre III

Analyse et interprétation des résultats

Méthode d'analyse

L'analyse des résultats utilise un modèle faisant usage d'un groupe contrôle dans un plan factoriel $P \times Q$. La comparaison de la moyenne du groupe contrôle à la moyenne des groupes expérimentaux s'effectuant selon la méthode proposée par Winer (1971) et Lavoie (1978). La seconde phase du prétest et la seconde phase du post-test font ainsi l'objet de l'analyse au niveau de la mesure employée, soit l'intégration de l'amplitude exprimée en μV sec. Cette analyse est, par ailleurs, complétée par une étude graphique de la progression de la moyenne de chacun des cinq groupes au cours des sept sessions de rétroaction biologique alpha selon les deux mesures utilisées, soit l'intégration de l'amplitude et le pourcentage de temps de production alpha. Puis, par la suite, cette procédure sera appliquée aux résultats obtenus aux questionnaires expérimentaux.

La première analyse porte sur les résultats de la seconde phase du prétest (10 minutes, yeux fermés, aucun signal, avec critère fixé de 15 μV) exprimés en terme d'intégration de l'amplitude. Le schème employé est un $P \times Q$ avec deux niveaux sur chacune des variables auxquelles s'ajoute un groupe contrôle. La variable P représente la "contingence" (stimulation contingente et stimulation aléatoire) tandis que la variable Q constitue la "nature du feedback sonore" (bruit blanc et 300 cps modulé à 10 cps). A l'opposé des quatre groupes expérimentaux, le groupe contrôle n'est soumis à aucune stimulation.

Les résultats - exprimés en terme d'intégration de l'amplitude - de l'entraînement par rétroaction biologique alpha tels qu'ils apparaissent à la seconde phase du post-test (10 min., yeux fermés, aucun signal, avec critère fixe de 15 μ V) sont analysés à l'aide du même schème P x Q avec groupe contrôle employé lors du prétest impliquant les deux mêmes niveaux à chacune des variables.

Et enfin, une troisième analyse examine la progression de la moyenne des cinq groupes lors des sept séances de rétroaction biologique. Cette dernière analyse s'effectue à l'aide d'une analyse graphique des résultats selon les deux mesures psychophysiologiques utilisées soit l'intégration de l'amplitude et le pourcentage de production alpha.

L'évaluation subjective des sessions de rétroaction biologique alpha est analysée à l'aide de la même procédure d'analyse mise de l'avant pour étudier les mesures psychophysiologiques. Le même plan factoriel P x Q avec un groupe contrôle permet de comparer chacun des cinq groupes à chacune des questions du post-test. Cette comparaison s'effectue à l'aide du score de changement obtenu à chacune des questions, c'est-à-dire, le score du post-test moins celui du prétest.

Résultats

L'exposé des résultats se divisent en deux parties: la première étudie les résultats en fonction des mesures psychophysiologiques (intégration de l'amplitude et pourcentage d'alpha critère) du rythme alpha et la seconde analyse plutôt les résultats en fonction des mesures

subjectives révélées par les questionnaires pré et postexpérimentaux.

Analyse des mesures psychophysologiques

La première partie de l'exposé des résultats se subdivise, à son tour, en trois parties: l'analyse des prétests, l'analyse de la rétroaction biologique (i.e. post-test) et l'analyse graphique de la progression des résultats en fonction des sept séances de rétroaction biologique.

A. Analyse des prétests

Compte tenu de l'incidence de l'abondance initiale d'ondes alpha sur la performance ultérieure des sujets (Beatty, 1971; Cleeland et al., 1971; Kulhman et Klieger, 1975; Travis et al., 1973), l'assignation des sujets aux cinq groupes s'est effectuée selon la méthode contrôlée de répartition par pairage décrite au chapitre II du présent travail.

Le tableau 2 illustre la répartition des sujets en cinq groupes qu'une telle méthode a permis d'obtenir. Ainsi, tous les groupes se sont vu attribués trois sujets présentant 1000 μV ou plus d'abondance initiale alpha sauf le groupe C qui en compte quatre. Les 26 sujets dont le niveau d'abondance initiale alpha se situe entre 601 μV et 999 μV sont répartis également entre les cinq groupes sauf le groupe B qui en obtient six. En dernier lieu, les huit sujets présentant un niveau d'abondance initiale alpha inférieur à 600 μV sont assignés aux groupes de la façon suivante: deux dans chacun des groupes A, D et E et un dans chacun des groupes B et C. Le tableau 14 de l'appendice C rapporte le détail des résultats individuels.

Tableau 2

Répartition des sujets en cinq groupes, moyennes des productions alpha et écarts-types obtenus suite aux résultats du prétest

Groupe	Nombre de Ss par niveau de μV			Moyenne	Ecart-type
	1000 et +	601 à 999	600 et -		
A	3	5	2	841.5	261.24
B	3	6	1	822	190.13
C	4	5	1	855.4	207.32
D	3	5	2	819.6	275.84
E	3	5	2	828.2	242.57

La répartition contrôlée des sujets permet d'obtenir des moyennes de production alpha pour les cinq groupes qui varient entre 819.6 et 855.4 μV et des écarts-types relativement similaires. En effet, il n'existe pas de différence significative entre la moyenne du groupe contrôle (828.2 μV) et l'ensemble des quatre moyennes des groupes expérimentaux. L'attribution des conditions expérimentales à chacun des groupes n'entraîne, pour sa part, aucune différence au niveau des deux variables à l'étude (contingence et nature du feedback) suite à cette répartition contrôlée des sujets (voir tableau 3 pour les détails de l'analyse de variance).

Et enfin, la technique de Dunnett (Lavoie, 1978) permet de comparer individuellement les moyennes expérimentales à la moyenne du groupe contrôle (voir tableau 4). L'analyse ne révèle aucune différence significative au niveau de ces quatre comparaisons.

Tableau 3

Analyse de variance du niveau de base naturel de production alpha
des cinq groupes à la première séance (prétest)

Source de variation	Degré de liberté	Carré moyen	F
G. Co. <u>vs</u> G. Exp.	1	322.57	0.005
A (contingence)	1	313.59	0.005
B (nature du feed-back)	1	7728.39	0.136
A x B	1	688.89	0.012
Erreur	45	56478.23	

Tableau 4

Comparaison de chaque moyenne des quatre groupes expérimentaux
à la moyenne du groupe contrôle lors du prétest

Groupe	N	t
A	10	-0.12
B	10	0.05
C	10	-0.25
D	10	0.08

Ainsi, la présente analyse des résultats indique clairement que la méthode contrôlée de répartition des sujets a permis de former cinq groupes équivalents sur la mesure utilisée.

Analyse de la rétroaction biologique (post-test)

La présente analyse porte sur les résultats du post-test exprimés en terme de scores de changement, c'est-à-dire, la différence de rendement qui existe entre le post-test et le prétest pour chacun des sujets.

Le tableau 5 rapporte les détails des moyennes obtenues par les cinq groupes au post-test. Les résultats des quatre groupes soumis à une stimulation (i.e. A, B, C et D) varient entre 109.3 μV et 166.4 μV et ils se distinguent nettement des résultats du groupe contrôle (-31.6 μV). Les groupes A et B recevant une stimulation contingente présentent des moyennes plus élevées que celles des deux autres groupes expérimentaux (C et D). L'analyse de variance présentée au tableau 6 confirme ce que les données du tableau 5 permettaient de prédire.

L'effet principal "contingence" s'avère, en effet, significatif au seuil de .05 indiquant que la première hypothèse est confirmée. Ainsi, à la suite d'un entraînement par rétroaction biologique alpha, les sujets des groupes A et B - soumis à une stimulation contingente - présentent une production alpha significativement plus élevée que celle des groupes C et D - soumis à une stimulation aléatoire -. En d'autres termes, la présence d'un stimulus sonore contingent lors des sessions d'apprentissage par rétroaction biologique permet d'augmenter significativement la production d'ondes alpha telle que mesurée par l'intégration de l'amplitude.

Tableau 5

Moyennes des productions alpha (scores de changement) et écarts-types de chacun des groupes (expérimentaux: A, B, C et D; contrôle: E) lors du post-test

Groupe	N	Moyenne (μ V)	Ecart-type
A	10	166.4	90.28
B	10	199.4	95.29
C	10	109.3	72.28
D	10	132.9	68.51
E	10	-31.6	76.70

La même analyse de variance présentée au tableau 6 indique aussi que le second facteur à l'étude n'est pas significatif, ce qui infirme la seconde hypothèse. Les sujets des groupes B et D bénéficiant d'un feedback sonore présenté à 10 cps n'obtiennent pas une production d'ondes alpha supérieure à celle des groupes A et C soumis au premier niveau du facteur B soit le feedback bruit blanc. Ainsi, la présence d'un son de 10 cps lors des sessions d'apprentissage par rétroaction biologique ne permet pas d'augmenter la production d'ondes alpha mesurée par l'intégration de l'amplitude. Les moyennes de production alpha des groupes B et D versus A et C stipulées au tableau 5 permettaient déjà de prédire de tels résultats.

La comparaison de l'ensemble des moyennes des quatre groupes

Tableau 6

Analyse de variance de la production alpha des cinq groupes
lors de la septième séance (post-test)

Source de variation	Degré de liberté	Carré moyen	F
G. Co. <u>vs</u> G. Exp.	1	269671.67	40.81*
A (contingence)	1	38192.40	5.78*
B (nature du feedback)	1	8008.90	1.21
A x B	1	220.89	0.033
Erreur	45	6607.16	

*p < .05

Tableau 7

Comparaison de chaque moyenne des quatre groupes expérimentaux à la moyenne
du groupe contrôle lors de la septième séance (post-test)

Groupe	N	t
A	10	5.44*
B	10	6.35*
C	10	3.87*
D	10	4.52*

*p < .05

expérimentaux à la moyenne du groupe contrôle constitue une source de variation inhérente à l'analyse de variance présentée au tableau 6. Ainsi, il existe une différence significative entre la moyenne de production du groupe contrôle et l'ensemble des quatre autres groupes ($F = 40.81$, $p < .05$). L'application de la technique de Dunnett (t) facilite alors l'interprétation d'un tel résultat global en comparant individuellement les moyennes expérimentales à la moyenne du groupe contrôle.

L'analyse effectuée à l'aide de ces comparaisons entraînent des résultats surprenants: l'hypothèse 3 se trouve partiellement infirmée. En effet, les quatre comparaisons au groupe contrôle s'avèrent significatives (voir le tableau 7 pour les détails de cette analyse).

L'hypothèse 3 qui constitue le corollaire des hypothèses 1 et 2 soutenait, dans un premier temps, que les groupes A, B et D obtiendraient, individuellement, une production d'ondes alpha significativement supérieure au groupe E lors du post-test. Ce qui est confirmé par les comparaisons illustrées au tableau 7. Puis, dans un second temps, l'hypothèse 3 postulait que la moyenne de production alpha du groupe C ne devait pas se distinguer de celle du groupe E parce que la condition expérimentale du groupe C est la résultante de la combinaison de la variable contingence (aléatoire) et de la variable nature du feedback (bruit blanc). Or, cette seconde partie de l'hypothèse 3 est infirmée: la moyenne de production alpha du groupe C est significativement supérieure à celle du groupe E au post-test. Les explications possibles de ce phénomène seront passées en revue à la partie "interprétation des résultats" du présent chapitre.

C. Analyse de la progression des résultats

L'énoncé de la quatrième hypothèse nécessite d'étudier séparément la progression des résultats en fonction des deux mesures utilisées soit l'intégration de l'amplitude (microvolts) et le pourcentage de temps de production alpha.

Les moyennes de production alpha, mesurées par l'intégration de l'amplitude (μV) des cinq groupes à chacune des sept sessions de rétroaction biologique, sont illustrées au tableau 8. Une analyse sommaire de ces résultats montre que le groupe contrôle présente des niveaux de production alpha inférieurs aux groupes expérimentaux à toutes les sessions sauf au prétest. En effet, la plus haute performance du groupe E se chiffre à $841 \mu\text{V}$ alors que la plus faible moyenne de production alpha est atteinte par le groupe C à la cinquième session et elle se situe à $849 \mu\text{V}$. La traduction graphique de ces résultats permet de mieux visualiser la progression des résultats aux sept séances de rétroaction biologique alpha.

Afin d'illustrer visuellement la progression des groupes expérimentaux par rapport au groupe contrôle à travers les sept séances, la première reproduction graphique est réalisée en réduisant à zéro la pente de la courbe du groupe contrôle E par la transformation suivante. À chacune des sessions, à l'exception de la première session (prétest), une constante est enlevée à chacune des cinq moyennes de production alpha présentées par les sujets. Cette constante est égale à la moyenne obtenue par le groupe contrôle E lors de la session en question. Cette première partie de la transformation a pour effet de réduire à zéro la production du groupe contrôle à toutes les sessions à l'exception, bien entendu, du

Tableau 8

Moyennes de production alpha mesurées par l'intégration de l'amplitude (μV) des cinq groupes à chacune des sept séances de l'expérience.

Groupe	Séances						
	1	2	3	4	5	6	7
A	841	932	968	1017	1017	1033	1007
B	822	932	946	933	980	1006	1081
C	855	944	934	949	849	928	964
D	819	921	913	895	927	918	952
E	828	807	828	822	841	804	790

prétest. La seconde partie de la transformation consiste à cumuler les résultats obtenus et ainsi réaliser des courbes d'apprentissage alpha. Ce type de traduction graphique est soutenu théoriquement par le modèle de référence utilisé: chaque onde alpha constitue un comportement qui opère sur l'environnement dans le cadre d'une chaîne stimulus-réponse (voir le modèle théorique exposé au chapitre 1 du présent travail).

Comme l'indique la figure 2, la production des quatre groupes expérimentaux est considérable et constante par rapport à celle du groupe contrôle E. L'illustration souligne avec emphase la variation de production des quatre groupes expérimentaux lors des sessions. Ainsi, à la seconde session, le groupe C présente la moyenne cumulée de production alpha la plus élevée suivit respectivement des groupes A, B et D. A la cinquième session, le groupe A occupe maintenant la tête suivit respectivement

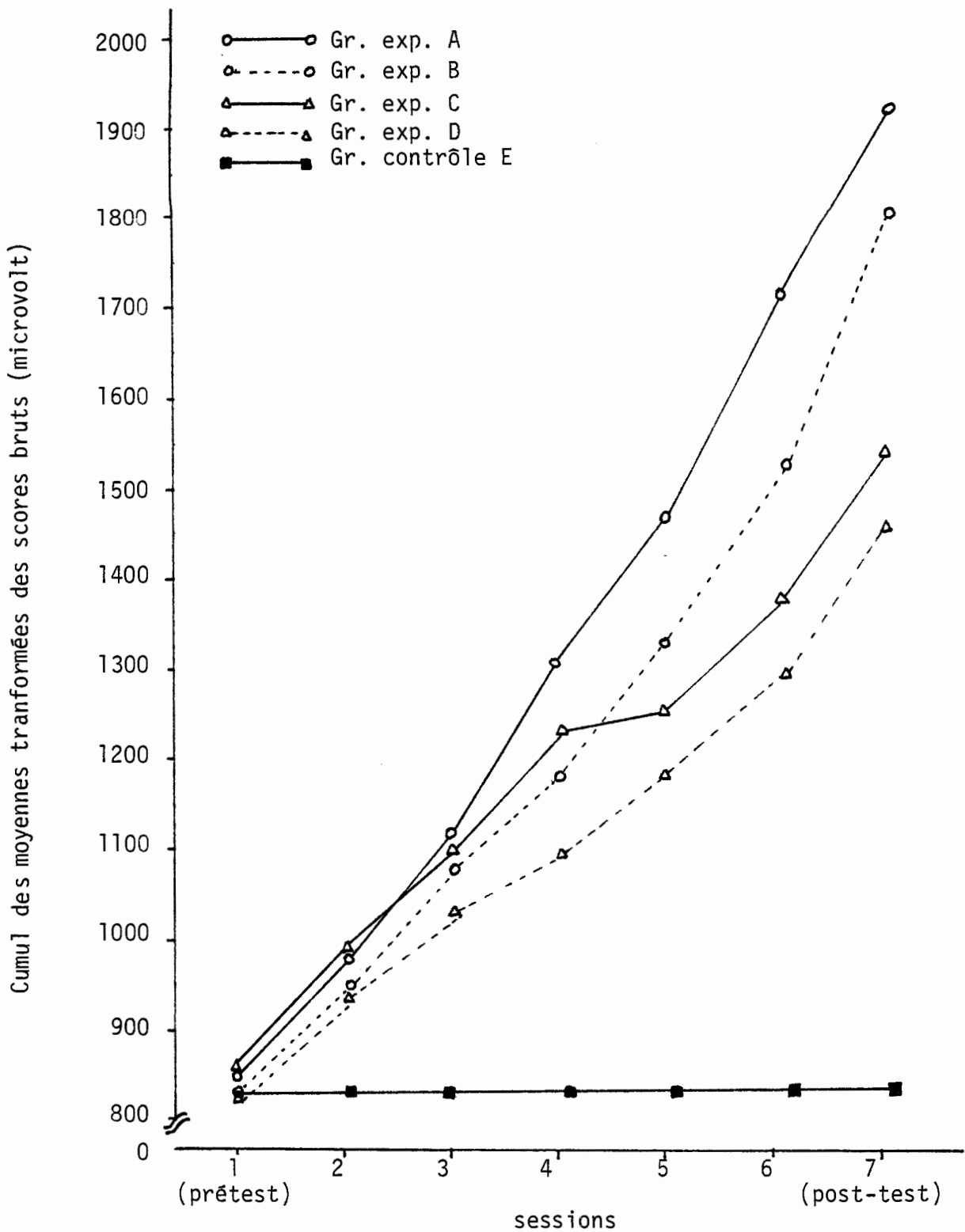


Fig. 2 -Cumul des moyennes transformées des scores bruts de production alpha obtenues par chacun des groupes de sujet lors des sept sessions.

des groupes B, C et D: cet ordre demeurant jusqu'à la dernière session.

Une seconde reproduction graphique, des moyennes de production alpha mesurées par l'intégration de l'amplitude (cf. tableau 8), est effectuée afin d'illustrer visuellement le progrès de chacun des groupes au cours des sessions de rétroaction biologique par rapport à leur niveau de base respectif. Chaque point de la figure 3 est alors calculé en soustrayant de chaque score alpha la valeur obtenue lors du niveau de base. L'opération est répétée pour chaque groupe à chacune des séances.

Ainsi, la figure 3 permet de visualiser le score de changement moyen obtenu par chacun des groupes de sujets lors des sept séances de l'expérience alpha. Celle-ci présente deux types d'information distincts. D'abord, le groupe contrôle E constitue le seul groupe où l'ensemble des sujets obtiennent, à plusieurs reprises, une production inférieure à celle du niveau de base, soit aux sessions 2, 4, 6 et 7. Tous les groupes expérimentaux, pour leur part, obtiennent toujours des productions alpha supérieures à leur niveau de base respectif quelque soit la session considérée. Tandis que la performance du groupe contrôle E au cours des six dernières sessions oscille entre 14.1 et -31.6 μV par rapport au niveau de base, celle des groupes expérimentaux varie entre 75.9 et 199.4 μV au-delà de leur niveau de base respectif.

Le second type d'information que procure la figure 3 concerne l'aspect que revêtent les courbes d'apprentissage au cours des sessions de rétroaction biologique. L'augmentation de performance inter-session la plus considérable se produit dès la première séance de rétroaction bio-

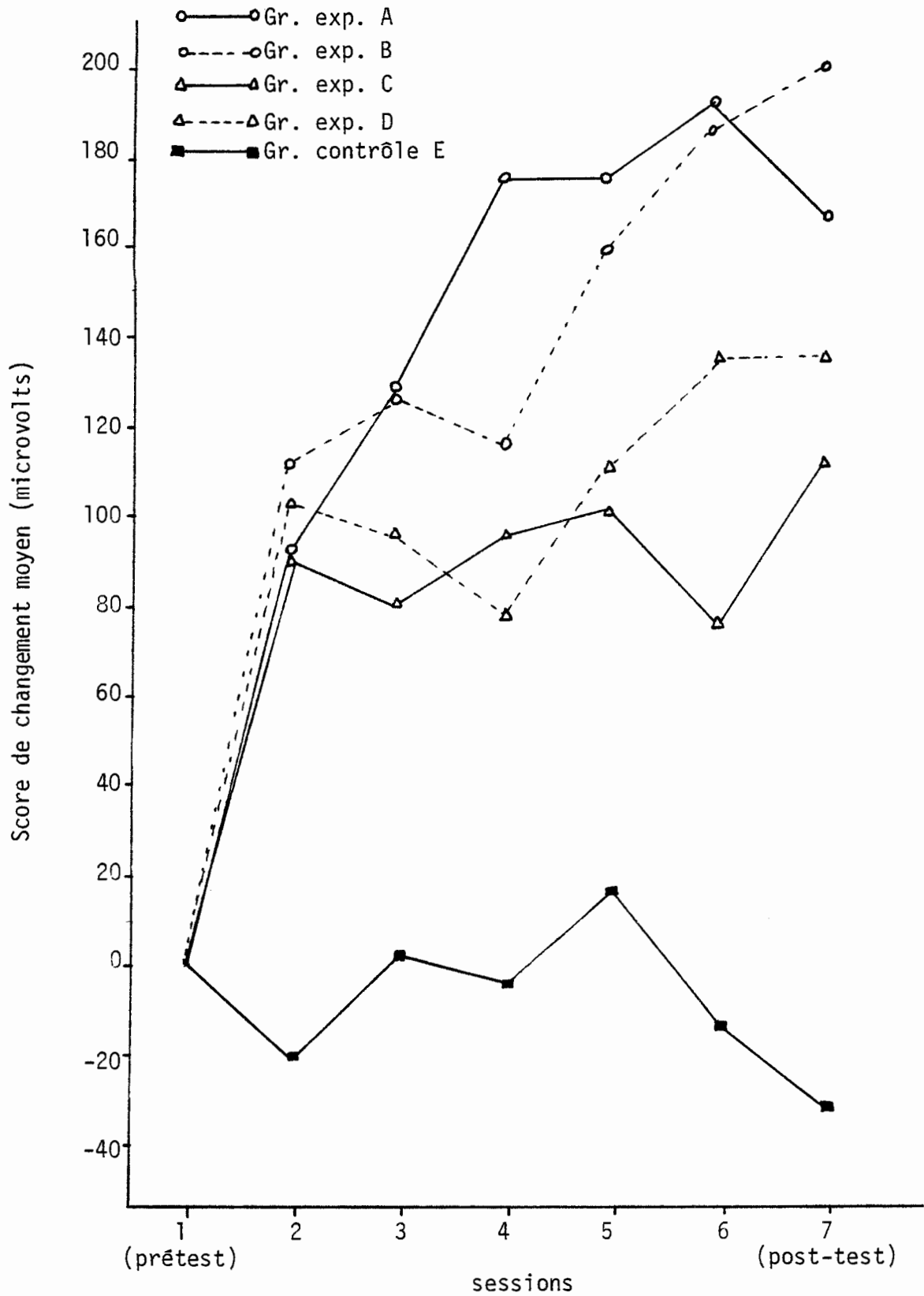


Fig. 3 -Score de changement moyen (microvolt) obtenu par chacun des groupes de sujets lors des sept séances de l'expérience.

logique alpha proprement dite pour les quatre groupes expérimentaux. Cette augmentation est de l'ordre de 89.7 à 111.3 μV au-delà de leur niveau de base respectif. Aux sessions subséquentes, le comportement des groupes varient alors que les moyennes de production alpha les plus élevées obtenues par les groupes C et D aux sessions 3 à 7 inclusivement diffèrent à peine de 30 μV de leur moyenne respective lors de la première séance de rétroaction (i.e. la session 2), les moyennes de production alpha les plus élevées présentées par les groupes A et B aux mêmes sessions sont, pour leur part, presque deux fois plus considérables que celles qu'ils ont respectivement obtenues lors de la session 2. La différence se situe à 100.5 μV pour le groupe A et 88.1 μV pour le groupe B.

Les moyennes de production alpha mesurées par le pourcentage d'alpha critère pour les cinq groupes lors du prétest (session 1) et du post-test (session 7) sont présentées à la figure 4. Au premier coup d'oeil, il apparaît qu'il existe peu de différence entre le prétest et le post-test. Ainsi, les groupes C, D et E obtiennent respectivement au prétest et au post-test 83.4 % et 88.5%; 76.4% et 84.3% puis 80.9% et 81.1%. Pour leur part, les sujets des groupes A et B démontrent une augmentation sensiblement plus élevée en atteignant respectivement au prétest et au post-test 75.2% et 88.6%; 77.5% et 92.6% de temps de production d'alpha critère.

En définitive, l'analyse de la progression des résultats infirme, du moins en partie, l'hypothèse 4. Ainsi, l'abondance de l'onde alpha mesurée par l'intégration de l'amplitude au post-test est significa-

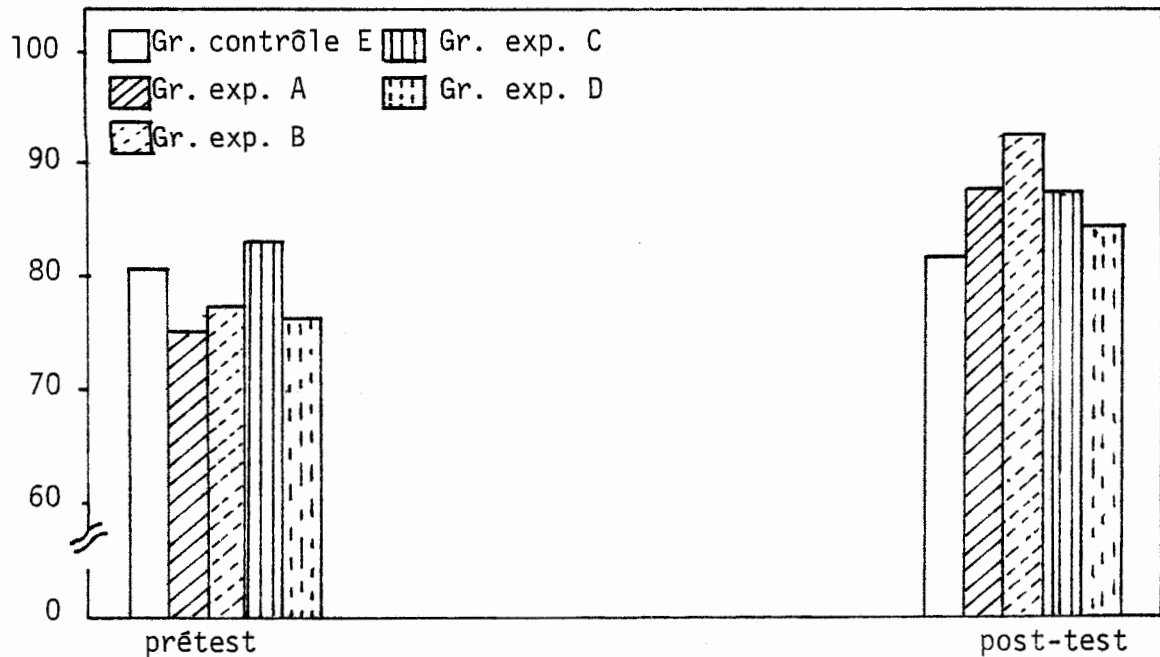


Fig. 4 - Pourcentage de temps de production alpha pour les divers groupes lors du prétest et du post-test.

Tableau 9

Comparaison intragroupe des moyennes de production alpha obtenues au prétest et au post-test par chacun des cinq groupes mesurées par l'intégration de l'amplitude (μV) et le pourcentage de temps de production alpha (%)

Groupe	t	
	%	μV
A	-2.63*	-5.82*
B	-1.88	-6.61*
C	-2.20	-4.78*
D	-2.03	-6.13*
E	-0.06	1.30

*p < .05

tivement supérieure à celle enregistrée au prétest pour les sujets des quatre groupes expérimentaux, ce qui n'est toutefois pas le cas pour le groupe contrôle. En ce qui concerne l'abondance de l'onde alpha mesurée par le pourcentage de temps de production alpha au post-test, elle s'avère significativement supérieure à celle enregistrée au prétest uniquement dans le cas du groupe A (voir le tableau 9 pour les détails de l'analyse statistique). Les explications possibles de ces résultats seront exposées à la partie "interprétation" du présent chapitre.

Analyse des mesures subjectives (questionnaires)

La présente analyse porte sur les résultats du post-test exprimés en terme de score de changement, c'est-à-dire, la différence qui existe entre le post-test et le pré-test à chacune des questions pour tous les sujets de l'échantillon (voir tableau 15, appendice C).

Comme l'indique le tableau 10, la moyenne des sujets du groupe contrôle ne se distingue pas de façon significative de celle des groupes expérimentaux aux questions 1a, 1b, 3a et 3b. Il n'existe d'ailleurs aucune différence au niveau des deux variables à l'étude (contingence et nature du feedback) à ces mêmes questions. La comparaison de chaque moyenne des sujets des quatre groupes expérimentaux à la moyenne des sujets du groupe contrôle (voir le tableau 11 pour les détails des comparaisons) indique que ces premiers s'évaluent comme ces derniers aux questions 1a (i.e. vous sentiez-vous anxieux avant que l'expérience ne commence?), 1b (... pendant le déroulement de l'étape?), 3a (i.e. est-ce qu'il y a eu des bruits ambiants?) et 3b (i.e. est-ce qu'ils vous ont dérangé?).

Tableau 10
 Résultats (test F) des analyses du
 questionnaire lors du post-test

Source de variation	Questions				
	1a	1b	2	3a	3b
G. Co. <u>vs</u> G. Exp.	0.35	1.88	2.72	0.21	0.69
A (contingence)	0.32	0.67	4.28*	2.77	2.67
B (nature du feedback)	0.03	2.68	0.20	3.50	0.21
A x B	0.91	0.04	0.07	0.69	0.05

* $p < .05$

Tableau 11

Résultats (test de Dunnett) de la comparaison de chaque moyenne des quatre groupes expérimentaux à la moyenne du groupe contrôle lors des analyses du questionnaire au post-test

Groupe	Questions				
	1a	1b	2	3a	3b
A	-0.40	-2.02	-1.78	-0.58	-1.32
B	-0.94	-0.72	-2.29*	-0.14	-1.15
C	-0.67	-1.30	-0.50	0.00	-0.33
D	0.13	-0.28	-0.63	1.91	0.16

* $p < .05$

A la question 2 (i.e. croyez-vous être capable de contrôler volontairement vos ondes alpha maintenant?) l'analyse de variance révèle une différence significative au niveau de la variable "contingence" ($F = 4.28$). De plus, seule la moyenne du groupe B ($t = 2.29$) se distingue significativement de celle du groupe E (voir le tableau 11). La signification de ces différences sera abordée à la partie interprétation des résultats du présent chapitre.

Interprétation des résultats

Afin de respecter l'ordre de présentation adopté lors de l'exposé des résultats, l'interprétation des résultats s'effectuera en s'attardant, dans une première partie, aux analyses des mesures psychophysiologiques ci-haut mentionnées et, en seconde partie, à celles concernant les mesures subjectives révélées par les questionnaires. L'interprétation des analyses psychophysiologiques portera, pour sa part, sur les trois moments privilégiés lors de l'analyse des résultats: le prétest, la rétroaction biologique (post-test) et la progression des résultats. Puis, une interprétation théorique des résultats obtenus sera exposée en fonction du modèle opérant, de même que leurs implications cliniques.

Prétest

L'analyse de variance des résultats obtenus au niveau de base effectué dans des conditions optimales (i.e yeux fermés, aucun feedback et après une période de familiarisation) révèle qu'il n'existe aucune différence de production initiale alpha (mesurée par l'intégration de l'amplitude) entre les groupes expérimentaux et le groupe contrôle lors du prétest.

La comparaison individuelle des moyennes des quatre groupes expérimentaux à la moyenne du groupe contrôle confirme cette allégation: aucune différence n'est significative au test de Dunnett.

La technique de répartition contrôlée des sujets s'avère, par conséquent, une procédure de contrôle indispensable pour s'assurer l'équivalence des groupes de sujets en ce qui concerne leur production initiale alpha avant de procéder à l'entraînement par rétroaction biologique de ce rythme. De plus, l'accroissement du gradient de généralisation augmente d'autant la valeur heuristique de la présente recherche. En effet, cette technique de répartition contrôlée a permis de conserver dans notre échantillon tous les sujets qui désiraient participer à l'expérience et ce, quelque soit leur niveau initial alpha.

Rétroaction biologique

Le premier facteur à l'étude s'avère significatif indiquant ainsi que la première hypothèse est confirmée. La présence d'un stimulus sonore contingent lors des sessions d'entraînement par rétroaction biologique permet d'augmenter la production alpha (mesurée par l'intégration de l'amplitude) lors du post-test au-delà du niveau de production initiale atteint par les sujets ayant bénéficié d'un feedback sonore aléatoire. Ces résultats sont conformes aux extrapolations effectuées à partir du modèle théorique opérant. Toutefois, seulement deux études (Travis et al., 1974c; Strayer et al., 1973) ont manipulé, à ce jour, la variable contingence à la condition "yeux fermés" d'une façon similaire à la procédure utilisée dans la présente recherche.

Les résultats de la première étude (Travis et al., 1974c) vont dans le même sens que ceux actuellement obtenus tandis que la seconde recherche (Strayer et al., 1973) présente des résultats opposés. Ces positions, apparemment contradictoires, s'expliquent à partir de certains déficits méthodologiques. En effet, ces deux études consacrent seulement deux minutes à l'enregistrement du niveau de base ce qui entraîne une sous-estimation de la production initiale réelle (Plotkin, 1978). Et surtout, la durée de la période d'entraînement est beaucoup trop brève (50 minutes pour Travis et al., 1974c; 22 minutes pour Strayer et al., 1973): ces résultats constituent une simple traduction des fluctuations inhérentes à la première heure d'entraînement. En effet, la croissance plus ou moins régulière de la production alpha au cours de la première heure d'entraînement à la rétroaction biologique permettrait d'expliquer ces résultats d'apparences contradictoires (Hardt, 1974, 1975a, 1975b, 1975c).

L'analyse des résultats au post-test révèle, de plus, que le recours à un feedback sonore contingent lors de l'entraînement occasionne non seulement une augmentation de la production alpha au-delà de celle des autres sujets affectés à la condition de feedback aléatoire, mais aussi une augmentation supérieure à celle du groupe sans stimulation (contrôle). Par conséquent, cette supériorité de production est réellement liée à la présence du son contingent puisque seulement l'absence de cette variable distingue la condition du groupe contrôle de celle des groupes expérimentaux. La possibilité d'expliquer les augmentations de production alpha en terme de desinhibition se trouve définitivement écartée.

Ces résultats sont cohérents avec le modèle théorique opérant et conformes aux conclusions des six études (Fath et al., 1976; Kuhlman et Klieger, 1975; Nowlis et Kamiya, 1970; Strayer et al., 1973; Travis et al., 1974c) rapportant, à ce jour, une augmentation significative au-delà du niveau de base établi à la condition "yeux fermés". Tel que mentionné précédemment, ces six recherches n'avaient toutefois pas eu recours à une mesure adéquate du niveau de base.

Seul Plotkin (1978) s'est servi intégralement de la méthodologie recommandée par Hardt et Kamiya (1976a) pour contrôler, comme dans l'actuelle étude d'ailleurs, l'effet des paramètres de l'activité alpha (i.e. plus de 2 heures d'entraînement, une mesure de l'alpha par l'intégration de l'amplitude, un feedback proportionnel, les yeux fermés et communication verbale des résultats obtenus à tous les essais). Les résultats indiquent une augmentation de l'alpha au cours des sessions mais celle-ci ne dépasse jamais significativement le niveau atteint lors de l'enregistrement de la production initiale aux conditions optimales.

L'écart entre ces résultats et ceux obtenus lors de la présente expérience peut être attribué aux deux différences majeures qui distinguent les méthodologies impliquées. L'utilisation d'un nombre très restreint de sujets (trois sujets pour chacune des quatre conditions expérimentales) amenuise considérablement la généralisation que Plotkin (1978) applique à sa conclusion principale suggérant qu'un entraînement prolongé par rétroaction biologique alpha n'entraîne pas de rehaussement significatif de l'amplitude alpha au-delà du niveau de base optimal les "yeux fermés".

De plus, Plotkin n'a pas recours à la procédure de façonnement pour présenter le feedback sonore. Contrairement à l'actuelle étude, il n'a pas éliminer la possibilité pour le sujet d'être en présence continue du feedback sonore au cours de l'essai (ou, du moins, pendant de longues périodes) et ainsi provoquer une saturation du stimulus. Cependant, l'évaluation du rôle de la procédure de façonnement dépasse les limites de la présente recherche puisqu'elle ne fut pas soumise à une manipulation expérimentale.

L'analyse de variance des résultats obtenus au post-test infirme la seconde hypothèse suggérant que le recours à un son de 300 cps modulé à 10 cps au cours de l'entraînement augmenterait la production alpha. Ces résultats diffèrent de ceux de l'étude de Selzer et Fehmi (1975). Des facteurs méthodologiques semblent être à l'origine de ces résultats distincts.

La procédure de Selzer et Fehmi impliquait une alternance de périodes de stimulations (400 cps modulés à 10 cps ou 5 cps) et de niveaux de base (sans stimulation). Ceux-ci notent aucun effet d'apprentissage au cours des niveaux de base mais une augmentation significative lors des périodes de stimulation. Or, dans la présente recherche, aucune augmentation de la production alpha n'est liée à la présence de feedback modulé. La raison semble résider dans le fait suivant: au cours de l'entraînement alpha, le sujet est mis en présence du son (300 cps modulés à 10 cps) environ 65% du temps total de l'essai de 10 minutes (minimum 50% et maximum 75%) tandis que Selzer et Fehmi présente continuellement le feedback modulé lors des sessions de stimulation. Il semble que cette dernière si-

tuation soit propice et indispensable pour amener un rehaussement de l'activité alpha.

Somme toute, ces résultats indiquent que cette modalité d'emploi du feedback sonore ne permet pas, contrairement aux prédictions, d'induire un rehaussement alpha. Toutefois, l'examen de la variable "nature du feedback sonore" n'apparaît pas pour autant compléter. Ainsi, par exemple, une manipulation de la procédure dans le sens d'avoir recours à un feedback sonore proportionnel en fréquence au rythme alpha dominant du sujet pourrait davantage faciliter un entraînement de type sensoriel. Du moins, de telles indications d'exploration sont actuellement suggérées par des travaux en cours concernant les effets de stimulations visuelles modulées sur l'activité alpha (Dupuis)¹.

La comparaison de chaque moyenne des quatre groupes expérimentaux à la moyenne du groupe contrôle lors de la septième séance (post-test) infirme, en partie, l'hypothèse 3. En effet, le groupe C (feedback "bruit blanc" aléatoire) présente une production alpha plus élevée que celle du groupe contrôle E.

Il est important de noter que cette performance du groupe C ne peut, en aucun temps, être attribuée au phénomène d'habituation. En effet, l'introduction d'un groupe contrôle (sans stimulation) au niveau du schème expérimental a permis de contrôler ce facteur: seul la présence d'un feedback sonore aléatoire distingue la condition du groupe C de celle du

¹Communication personnelle.

groupe E. La différence de performance entre les deux groupes serait donc liée à cette variable. Une interprétation théorique de ce phénomène en fonction du modèle opérant sera abordée dans les pages qui suivent.

Et enfin, l'hypothèse 4 - suggérant que l'abondance de l'activité alpha (mesurée par l'intégration de l'amplitude et par le % d'alpha critère) au post-test sera supérieure à celle enregistrée au prétest pour chacune des cinq comparaisons intragroupes - s'avère infirmée, du moins en grande partie, par les résultats obtenus.

En ce qui concerne l'intégration de l'amplitude, seul le groupe contrôle (aucune stimulation) ne montrent aucune différence intragroupe (pré-test vs post-test), permettant ainsi de dégager deux conclusions. D'abord, l'effet d'habituation n'a pas affecté la production alpha au cours des séances d'entraînement ce qui est, par ailleurs, conforme aux résultats exposés par d'autres auteurs (Fath et al., 1976). Puis, les différences observées au post-test entre les groupes expérimentaux et le groupe contrôle doivent être interprétées exclusivement en terme d'augmentation réelle de la production alpha car seul un affaïssement significatif de la production alpha du groupe contrôle aurait pu en modifier la signification. De plus, la procédure dont se sert la présente étude pour établir le niveau de base optimal (période d'explication du fonctionnement des appareils et 7 minutes de familiarisation les yeux ouverts précédant l'enregistrement du niveau de base) apparaît suffisante pour éliminer les réponses de blocage alpha auxquelles plusieurs auteurs attribuent la responsabilité de donner l'illusion d'un apprentissage lorsqu'elles s'atténuent progres-

sivement (voir la division "niveau de base" au chapitre 1 pour la liste de ces auteurs).

Et enfin , uniquement le groupe A (FSA) exhibe une abondance de l'onde alpha, mesurée par le % de temps de production (alpha critère) au post-test, supérieure à celle du prétest. Ces résultats indiquent que les deux méthodes de mesures (intégration de l'amplitude et % alpha critère) expriment des aspects quantitatifs différents de l'activité alpha (Lansky et al., 1979); toutefois, l'intégration de l'amplitude s'avère une mesure plus sensible à l'activité EEG étudiée (Hardt et Kamiya, 1976b).

Questionnaire

L'examen des mesures subjectives (questionnaires) révèle peu de signification. Une seule question présente un résultat significatif sur le facteur A (contingence) et concerne seulement un groupe. Selon ce résultat, les sujets du groupe expérimental B (FSMA), bénéficiant d'un feedback contingent, se croient capables de contrôler volontairement leurs ondes alpha.

Ce résultat est de peu d'importance compte tenu de la probabilité qu'une question devienne significative sur le nombre posé, par simple effet du hasard. Cet artéfact pouvant être simplement le fruit d'une erreur statistique de type alpha.

Interprétation théorique en fonction du modèle opérant

L'interprétation théorique des résultats obtenus lors de la présente étude concerne le facteur "contingence" étant donné que le second

facteur (nature du feedback sonore) s'est avéré non significatif. L'inefficacité de ce dernier a déjà été traitée précédemment, à partir des expériences portant sur l'entraînement par stimulations modulées.

La connaissance des résultats au cours des séances d'entraînement est traduite par les stimuli (sons) contingents au déploiement de la réponse (onde alpha). Ces stimuli détiennent deux fonctions: celle de diffuseur d'information et celle de renforçateur. Du point de vue opérant, cette connaissance des résultats s'insère dans le cadre d'une chaîne stimulus-réponse où elle sert à la fois de renforcement pour maintenir le comportement qui la précède et de stimulus discriminatif pour la réponse suivante. Cette position théorique rend très bien compte des résultats obtenus par les groupes soumis à un feedback contingent (groupes A et B). Toutefois, il n'en va pas de même pour les groupes affectés à un feedback aléatoire (groupe C et D). Alors que la théorie prévoyait une similitude de performance entre ces derniers et le groupe contrôle (aucune stimulation), les résultats infirment cette conjecture. Les groupes bénéficiant d'un feedback aléatoire affichent une production alpha significativement supérieure à celle du groupe témoin (E). Comment de tels résultats s'expliquent-ils? Le modèle opérant peut-il fournir les explications du phénomène? Pour répondre à ces questions, il s'avère judicieux de revoir d'abord la notion d'aléatoire à travers le modèle des mathématiques.

Il est généralement convenu qu'une suite de nombres n'est gouvernée par aucun ordre, qu'elle est aléatoire si aucun chiffre ou groupe de chiffres ne nous semble apparaître plus fréquemment - ou plus rarement -

qu'un autre. Or, la plupart des mathématiciens s'accordent aujourd'hui pour affirmer qu'une telle suite n'existe pas ni ne peut exister (Watzlawick, 1978).

Le raisonnement de ces derniers est le suivant: supposons qu'un ordinateur - programmé pour produire du hasard - imprime de longues chaînes de nombres d'un chiffre et supposons, en plus, qu'en un endroit d'une des chaînes apparemment sans ordre, apparaisse la séquence 0123456789. L'impression première de l'observateur sera que le programme comporte des faiblesses car ces dix chiffres sont parfaitement ordonnés et de toute évidence non aléatoires. Mais, c'est là l'erreur: la séquence 0123456789 est tout aussi ordonnée ou aussi aléatoire que n'importe quelle autre séquence de dix chiffres, mathématiquement parlant.

Ainsi, l'essence du hasard - écrit Spencer G. Brown dans son livre intitulé "Probability and scientific inference" publié en 1957:

A été prise pour l'absence de modèle. Mais ce qu'on n'a pas envisagé jusqu'ici, c'est que l'absence d'un modèle exige logiquement la présence d'un autre. Dire qu'une suite n'a pas de modèle est une contradiction mathématique: on peut tout au plus dire qu'elle n'a aucun modèle susceptible d'être recherché. Le concept du hasard ne fait sens qu'en rapport à l'observateur: si deux observateurs ont l'habitude de rechercher chacun différentes sortes de modèle, ils ne manqueront pas d'être en désaccord sur les suites qu'ils attribuent au hasard (p.105).

Ces considérations mathématiques obligent une revision en profondeur de la signification du second niveau de la variable contingence appelée

"aléatoire" au cours de la présente recherche.

Comme dans les autres recherches de ce type, la présentation aléatoire du feedback sonore fut assurée par l'utilisation d'un enregistrement d'un sujet du groupe expérimental (feedback contingent). De plus, dans la présente étude, le son distribué à ce sujet était en concordance avec la procédure de façonnement: au cours d'un essai de 10 minutes, le son enregistré apparaît donc en moyenne 62.5% du temps (minimum de 50% et maximum de 75%). Or, les groupes C et D (feedback aléatoire) produisent déjà en moyenne 79.9% d'alpha critère (15 μ V) lors du prétest. Cela signifie alors qu'au cours des essais de 10 minutes, les ondes alpha sont renforcées au moins pendant 4 minutes et 54 secondes ($.799 \times .625 \times 600$ sec.); les autres ondes (bêta et thêta) sont renforcées pendant 1 minute et 15 secondes ($.201 \times .625 \times 600$ sec.); alors qu'aucune stimulation n'est présente au cours du reste de l'essai (soit 3 minutes, 51 secondes).

A partir de ces réflexions, il devient plausible d'affirmer que le modèle opérant peut effectivement permettre d'expliquer l'augmentation de production alpha observée chez les groupes soumis à la condition de feedback aléatoire au niveau de la présente étude. En effet, chacun des comportements (ondes alpha, bêta, thêta) sont renforcés à intervalle variable selon un programme à critère ajusté. L'ensemble du spectre EEG est soumis, au cours d'un essai de 10 minutes, à un programme concomitant de renforcement: plusieurs comportements indépendants (ondes cérébrales) sont placés en même temps sous des contingences de renforcement selon plusieurs programmes ajustés et différents à intervalle variable (Ferster

et Skinner, 1957). Une telle méthodologie expérimentale entraîne évidemment une augmentation du rythme alpha qui demeurera toutefois moindre que celle observée chez les sujets bénéficiant d'un feedback contingent. Dans cette dernière condition, en effet, le rythme alpha est soumis à un programme de renforcement à proportion variable tandis que les autres ondes ne sont jamais renforcées.

De telles explications fournissent, à leur tour, une indication méthodologique importante pour les recherches ultérieures. En effet, il apparaît que la manipulation de la variable "contingence" par le biais de la comparaison de divers programmes de renforcement constituerait une procédure originale et plus appropriée que la méthode actuellement en cours en rétroaction biologique alpha, consistant à comparer l'effet d'un feedback sonore contingent à un feedback aléatoire. L'emploi d'une telle méthodologie procurerait des informations essentielles lors de l'examen des différentes courbes de performance alpha produites par les divers programmes de renforcement. Ces informations nous apparaissent indispensables dans l'optique de l'évaluation de la pertinence d'utiliser le modèle opérant pour rendre compte de l'apprentissage par rétroaction biologique alpha.

Le principal problème de l'approche opérante (et de beaucoup d'autres) réside dans le fait qu'il n'existe actuellement pas de théorie des mécanismes neurophysiologiques impliqués lors de l'établissement du contrôle d'une réponse. Ceci s'applique d'ailleurs tout aussi bien pour les réponses squelettiques que les réponses liées aux systèmes nerveux, autonome et central. De l'avis de Black et al. (1977), le problème de la

médiation impliquée dans la plupart des théories concernant le biofeedback origine en grande partie de l'absence d'une telle théorie neurophysiologique. De plus, en ce qui concerne les théories mentalistes du biofeedback, le phénomène "d'autovalidation" est davantage susceptible de jouer: comme le démontre Bavelas (1978, voir Watzlawick, 1978) une fois "notre esprit emporté par une explication séduisante, une information le contredisant, loin d'engendrer une correction, provoquera une élaboration de l'explication" (p. 56).

Quoiqu'il en soit et, malgré toutes les difficultés posées, le modèle opérant semble, à notre avis et en conformité avec la position de Black et al. (1977), le modèle théorique le plus fécond pour analyser le domaine de la rétroaction biologique et ce, même s'il n'existait aucune autre raison que le fait qu'il n'y a pas, actuellement, d'alternative couramment acceptée qui offre une méthodologie et des concepts aussi empiriquement rigoureux et un potentiel théorique aussi riche. La proposition ci-haut mentionnée suggérant le recours à la manipulation des programmes de renforcement pour étudier l'effet de la contingence en rétroaction biologique alpha plutôt que la méthode traditionnelle, constitue une proposition originale d'investigation ultérieure et traduit une fois de plus, la richesse que procure une analyse effectuée à l'aide de ce cadre théorique.

Implications cliniques

L'entraînement à la rétroaction biologique alpha en clinique peut avoir deux objectifs: soit d'apprendre au sujet à éliminer les réponses inhibitrices d'alpha, c'est-à-dire, produire un niveau d'activité

alpha égal à celui enregistré lors d'un niveau de base établi à des conditions optimales (yeux fermés, aucun feedback et après une période de familiarisation) lors de situations qui bloquent habituellement ce rythme, ou encore, - et peut-être en plus du premier objectif - apprendre au sujet à augmenter sa production alpha au-delà du niveau de base naturel et optimal. Les résultats de la présente recherche suggérant, pour la première fois à ce jour, qu'il est possible d'augmenter l'activité alpha au-delà du niveau de base optimal établi selon les prescriptions de Plotkin (1978), affectent les études cliniques préoccupées par le second objectif mentionné précédemment.

Au domaine des corrélations établies entre la production EEG alpha et les traits de personnalité, l'étude de Montgomery (1975) illustre bien cette distinction des objectifs. Ce dernier rapporte, après avoir enregistré la fréquence et l'amplitude alpha pendant quatre périodes d'une minute, que les résultats confirment son hypothèse voulant que les personnes hystériques présentent une production alpha différentes des personnes obsessives. De telles allégations concernent plutôt la facilité des individus diagnostiqués hystériques à éliminer des réponses de blocage alpha (premier objectif) mais n'indiquent pas la capacité de ces individus à augmenter significativement leur activité alpha au-delà du niveau de base optimal (second objectif) par rapport aux patients obsessifs, par exemple. Cette dernière possibilité peut toutefois être évaluée, comme l'indique d'ailleurs les résultats de la présente recherche, en utilisant des paramètres alpha (niveau de base, durée de l'entraînement, type de feedback ... etc) fort différents de ceux privilégiés. Qui plus est, il

n'existe actuellement aucune étude qui permet d'établir une relation entre les traits de personnalité et la capacité d'apprendre à augmenter sa production alpha au-delà du niveau de base optimal.

Au domaine de l'utilisation de la rétroaction biologique alpha comme moyen thérapeutique, les interprétations des résultats obtenus dans notre étude permettent de suggérer quelques recommandations concernant les quatre éléments toujours impliqués dans une telle procédure clinique (cf. la partie introduction du présent travail): a) une mesure continue de la fonction physiologique; b) un feedback immédiat de la fonction déterminée; c) la transformation de l'activité électrique captée en un signal perceptible et interprétable par le sujet et; d) un moyen de varier le feedback-signal pour façonner la réponse dans la direction désirée.

En ce qui a trait au premier élément (i.e. une mesure continue de la fonction physiologique) les résultats de l'actuelle recherche, en conformité avec l'étude de Hardt et Kamiya (1976b), indiquent qu'il est préférable d'avoir recours à l'intégration de l'amplitude plutôt qu'à une mesure de pourcentage d'alpha critère. Cette première mesure s'avère, en effet, plus sensible aux variations de la densité alpha et élimine l'obligation de fixer un critère arbitraire comme c'est le cas avec l'alpha critère. De plus, l'intégration de l'amplitude ne possède pas, théoriquement, l'effet de plafonnement inhérent aux autres types de mesures.

La nécessité de donner un feedback immédiat de la fonction déterminée (second élément) n'est pas supportée par les résultats de l'actuelle recherche. Des considérations d'ordre théorique (cf. modèle opérant

au chapitre 1) de même que les interprétations des résultats semblent soutenir, contrairement aux prétentions de Kuhlman et Klierger (1975), que la présence intermittente d'un feedback sonore contingent à la présence d'ondes alpha maximise la probabilité d'induire une augmentation de production alpha au-delà du niveau de base optimal. En octroyant les feedback sonores contingents de façon intermittente, la procédure de façonnement élimine la possibilité théorique d'une saturation du stimulus discriminatif et semble responsable de l'augmentation de production alpha observée. L'évaluation objective de l'effet de la procédure de façonnement se situe toutefois en dehors des limites de la présente étude étant donné qu'elle ne fut pas soumise à aucune manipulation expérimentale. Cette remarque concerne aussi l'effet du "feedback verbal" appliqué précisément aux groupes, qui ont bénéficié de la procédure de façonnement.

Quant aux deux derniers éléments que comporte une procédure clinique de rétroaction biologique alpha, l'efficacité apportée par la combinaison des paramètres de la présente étude élague certaines coutumes et en privilégie d'autres. Ainsi, l'utilisation d'un feedback sonore analogue appert plus efficace qu'un signal binaire étant donné sa richesse informationnelle (i.e. présence de l'onde et ses variations d'amplitude). L'ajout de la communication verbale des résultats à chaque essai correspond aux recommandations de Ancoli et Kamiya (1977) et semble favoriser chez le sujet une perception subjective globale de l'évolution de ses progrès en s'ajoutant aux informations continuellement instantanées qu'occasionne la présence du son.

Finalement, la rétroaction biologique alpha puise son importance dans la dimension écologique dont semble se soucier de plus en plus les cliniciens progressistes de l'heure. Alors que la tendance orthodoxe -issue du modèle médical - visait à répondre aux demandes de l'individu en instaurant un lien de dépendance soit à travers la thérapeutique prescrite (cf. la médication) soit par l'attente cognitive créée (cf. le thérapeute qui s'approprie le "pouvoir" de guérir), beaucoup d'efforts sont actuellement déployés pour modifier cette conjoncture. Tant au niveau de l'intervention communautaire qu'au niveau de l'individu, on tente maintenant de rendre ce groupe ou cet individu responsable de son "traitement". De même, les procédures d'auto-contrôle et d'auto-régulation visent à remettre à l'individu (ou au groupe) concerné le pouvoir de son propre changement et ainsi démystifier les processus qui le sous-tendent. Dans cet optique, la rétroaction biologique alpha et le contrôle qui en découle s'avère un outil thérapeutique valable à remettre aux individus virtuellement susceptibles d'en bénéficier.

Résumé et conclusion

Le but principal de la présente recherche était de vérifier si des sujets entraînés à la rétroaction biologique alpha parviennent à dépasser - dans une situation où le signal de rétroaction n'est plus disponible - leur niveau de base naturel établi dans des conditions optimales (i.e. yeux fermés, aucun feedback, suite à une période de familiarisation). L'étude s'inscrivait dans un cadre théorique: celui de la vérification du modèle opérant appliqué à la rétroaction biologique alpha et l'application d'une procédure issue du modèle, le façonnement. Et enfin, l'expérience se proposait de déboucher sur des recommandations précises quant aux quatre éléments inclus dans toutes procédures de rétroaction biologique en clinique.

Deux variables sont manipulées expérimentalement: la contingence du feedback (contingent vs aléatoire) et la nature du feedback sonore (bruit blanc vs feedback sonore modulé). A la combinaison de ces deux facteurs à deux niveaux correspondent quatre groupes expérimentaux auxquels un groupe contrôle (aucune stimulation) a été ajouté pour permettre de discerner les effets dûs au phénomène d'habituation.

La première variable s'avère significative tandis que la seconde ne l'est pas. Ainsi, les sujets affectés à une condition impliquant la présentation contingente d'un feedback augmentent leur activité alpha au-delà de leur production initiale lors du post-test. Toutefois, les sujets

soumis à la condition feedback aléatoire augmentent aussi de façon significative leur production alpha: celle-ci se situant à mi-chemin entre le groupe contrôle (sans stimulation) et les groupes avec feedback contingent (qui présentent le niveau de production le plus élevé). A noter que ces écarts sont aussi significatifs. L'explication théorique de ce phénomène est élaborée à partir du modèle opérant.

Au domaine de la clinique, les résultats obtenus confirment, d'une part, la plus grande sensibilité de l'intégration de l'amplitude (vs alpha critère) pour mesurer la densité alpha et, d'autre part, ils ne supportent pas le second élément impliqué dans une procédure clinique de rétroaction biologique suggérant la nécessité de donner un feedback immédiat et continu de la fonction déterminée puisque l'emploi d'un feedback intermittent (via la procédure de façonnement) s'est avéré effectif.

Il n'est toutefois pas possible d'évaluer objectivement l'effet de la procédure de façonnement étant donné qu'elle ne fut pas l'objet d'une manipulation expérimentale au cours du présent travail. Et enfin, compte tenu des explications théoriques de la performance des groupes affectés à la condition feedback aléatoire, il est suggéré, pour les recherches ultérieures, d'abandonner la procédure traditionnellement favorisée pour évaluer l'effet de la contingence et d'utiliser plutôt une manipulation expérimentale des programmes de renforcement.

Appendice A

Systeme 10-20 pour l'EEG de surface

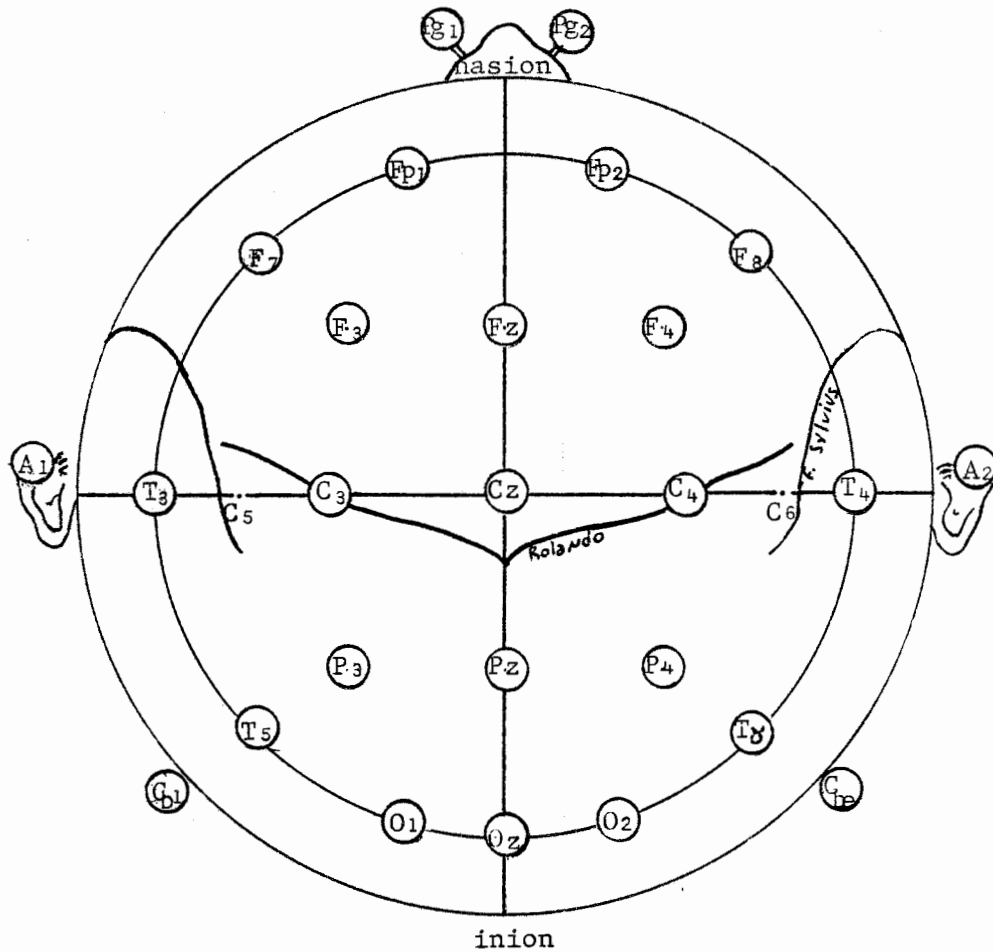


Fig. 5 Localisation des électrodes selon le système international 10-20

La disposition des électrodes selon ce système repose sur un calcul de proportion. Il faut tout d'abord mesurer la distance entre la nasion et l'inion. C_z est alors à 50% de cette distance, O_z à 10%, P_z à 20% de la distance restante, etc. Il faut aussi mesurer la distance entre les deux oreilles, en passant par C_z . Par la suite, T_3 est à 10% de la distance, C_3 à 20%, etc. Pour trouver les points latéraux, il faut mesurer la distance

entre F_z et O_z . Ainsi, O_1 est à 10% de cette distance, T_5 à 20% de la distance restante, etc.

La présente expérience utilise un montage monopolaire $O_z - A_1$ avec mise à la terre en A_2 . Dans un montage bipolaire, chaque électrode est référée à une autre active (ex: $O_z - P_3$ constitue un montage bipolaire).

Pour plus de détails sur le système 10-20, voir l'étude de Jasper (1958). Pour de plus amples explications sur les différents montages d'électrodes possibles, voir Goff (1974) et Walter (1963).

Appendice B

Déroulement, matériel expérimental et consignes

Tableau 12

Déroulement détaillé de l'expérience pour les
groupes expérimentaux et contrôle ¹

Etape du pré-test	1. Première phase: condition "yeux ouverts"	
	a) Environ 2 min.: installation dans la salle de Faraday et explications du fonctionnement des appareils	
	b) 2 min.: aucun enregistrement, aucun signal: vérification des appareils	
	c) 5 min.: enregistrement du niveau de base, aucun signal	8 - 13 Hz, 15 μ V
	2. Seconde phase: condition "yeux fermés"	8 - 13 Hz, 15 μ V
	a) 10 min.: enregistrement du niveau de base naturel et optimal, aucun signal	
Etape de rétroaction biologique	a) Séance 1: 43 min., soit 4 périodes de 10 min. de rétroaction et 3 périodes de 1 min. de repos intercallées	8 - 13 Hz, réajustement du seuil d'amplitude à chaque 2 min.
	b) Séance 2: idem et 24 heures après a)	

¹ Même si le groupe contrôle "E" ne reçoit aucune stimulation à l'étape de la rétroaction biologique, il passe, toutefois, par les mêmes étapes que les quatre autres groupes.

Tableau 12
(suite)

Déroulement détaillé de l'expérience pour les
groupes expérimentaux et contrôle

Etape de rétro-
action biologique

- c) Séance 3: idem et 24 heures après b)
- d) Séance 4: idem et 24 heures après c)
- e) Séance 5: idem et 24 heures après d)

Etape du post-
test

1. Première phase: condition "yeux ouverts", 24 heures après e) de l'étape de rétroaction
 - a) 2 min.: installation dans la salle de Faraday
 - b) 2 min.: idem à b) de l'étape du prétest 8 - 13 Hz,
15 μ V
 - c) 5 min.: idem à c) de l'étape du prétest

 2. Seconde phase: condition "yeux fermés"
 - a) 10 min.: idem à la seconde phase de l'étape prétest 8 - 13 Hz
15 μ V
-

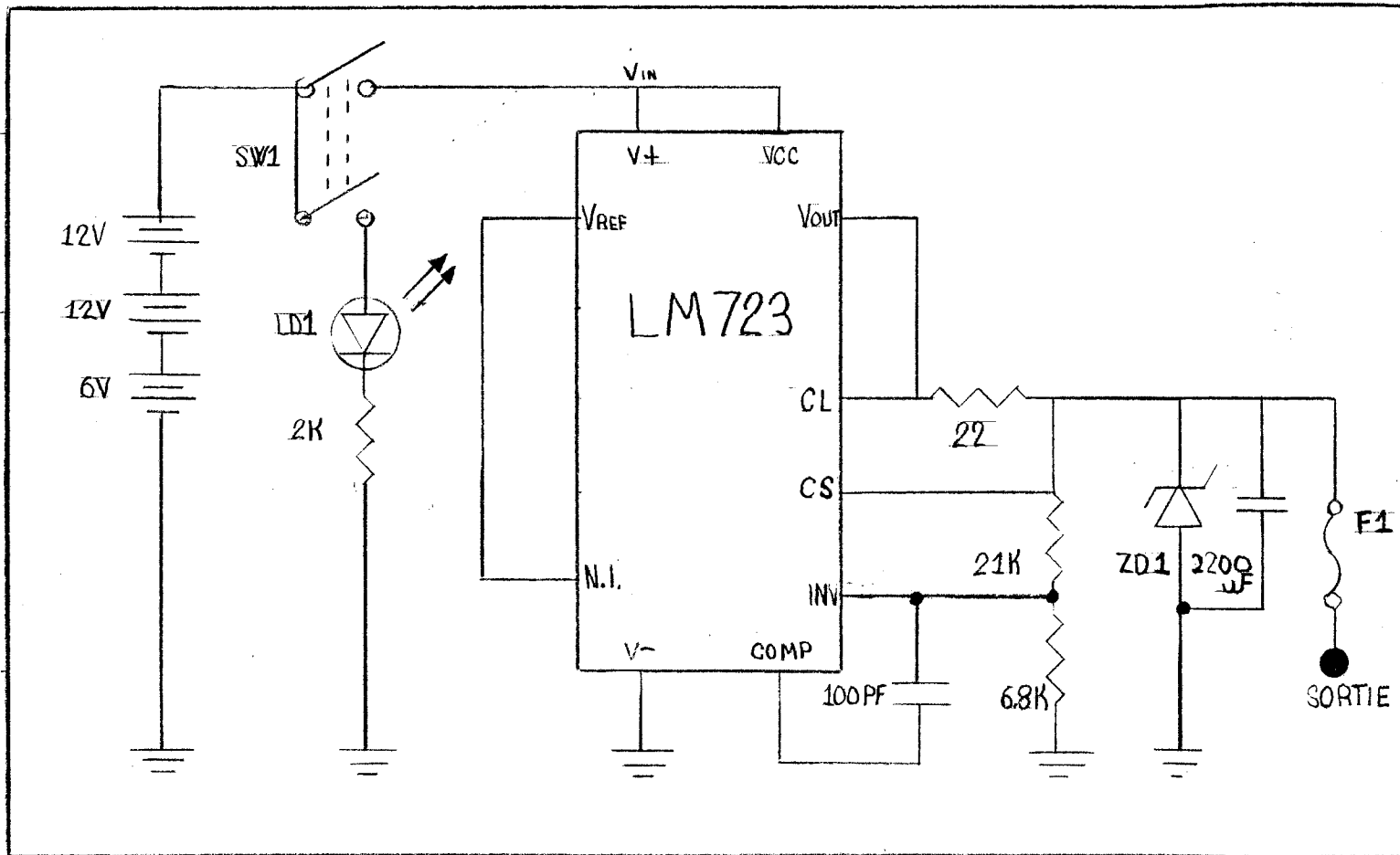


Fig. 6 - Diagramme électronique du régulateur de voltage

VOLTAGE REGULARISE DE BASE 27 V

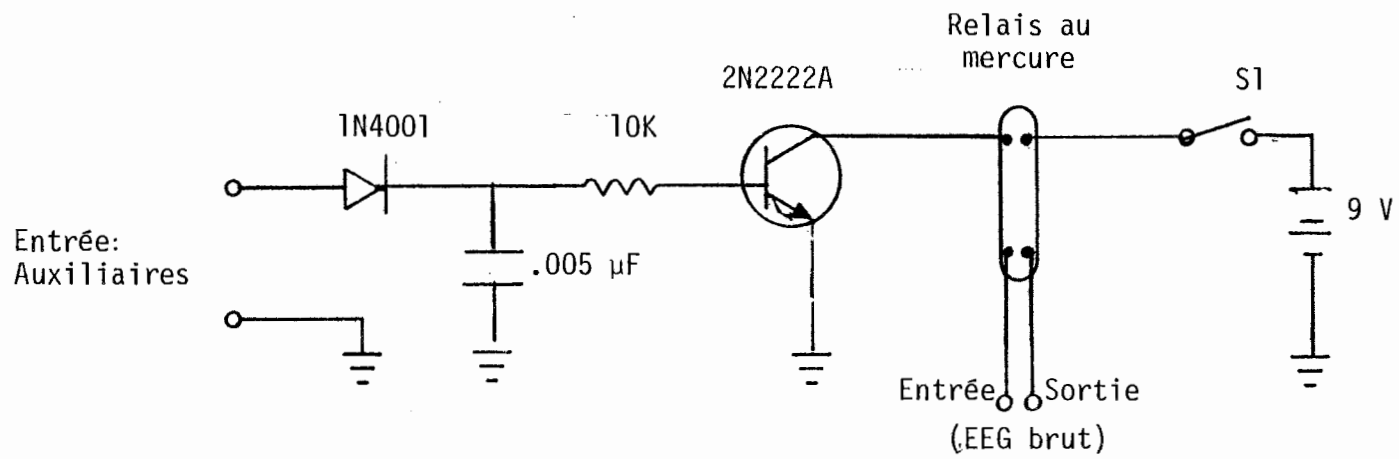


Fig. 7 Diagramme électronique du détecteur alpha

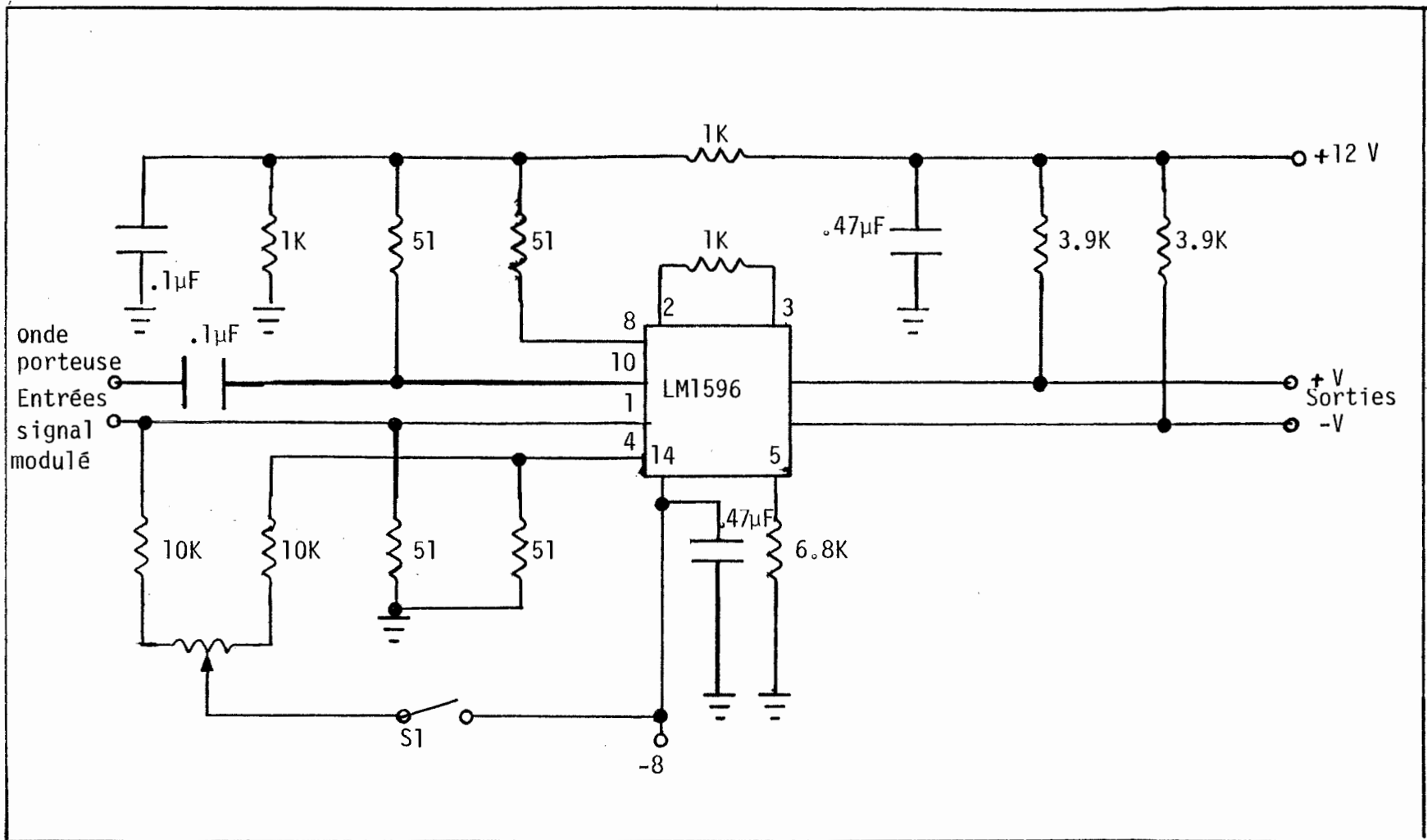


Fig.8- Diagramme électronique du modulateur balancé

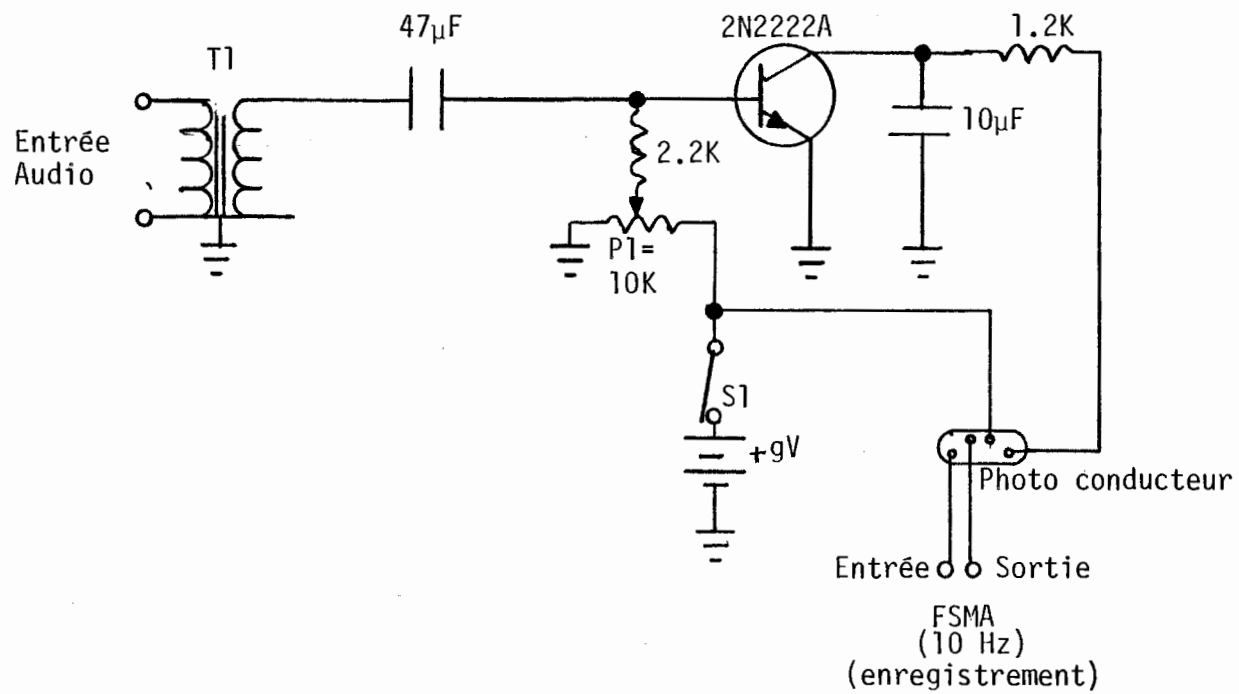


Fig. 9 - Diagramme électronique de la double porte active

Feuille de compilation des données brutes

Nom : _____

Date: _____

Identification de la session:

Pré-test 1 2 3 4 5 Post-test

Intervalle de temps (de 2 minutes), pourcentage alpha

1-	_____	Min. amp. μV	()	8-	_____	Min. amp. μV	()	15-	_____	Min. amp. μV	()
2-	_____	()		9-	_____	()		16-	_____	()	
3-	_____	()		10-	_____	()		17-	_____	()	
4-	_____	()		11-	_____	()		18-	_____	()	
5-	_____	()		12-	_____	()		19-	_____	()	
6-	_____	()		13-	_____	()		20-	_____	()	
7-	_____	()		14-	_____	()					

Intégration de l'amplitude
pour une session

Pré-test (5 et 10 minutes) _____
 1ère phase (10 minutes) _____
 2e phase (10 minutes) _____
 3e phase (10 minutes) _____
 4e phase (10 minutes) _____
 Post-test (5 et 10 minutes) _____

Total: _____

A. Questionnaire concernant l'expérience
de rétroaction biologique alpha

Nom : _____

Date: _____

Nota Bene: Lorsque mentionné, utilisez la cote 1, 2, 3, 4, 5, 6 ou 7 en encerclant le chiffre approprié à la valeur de l'échelle suivante:

1 = Pas du tout;

4 = Moyennement;

7 = Enormément.

1. Vous sentiez-vous anxieux,

a) Avant que l'expérience ne commence?

1 2 3 4 5 6 7

b) Pendant le déroulement de cette étape?

1 2 3 4 5 6 7

2. Croyez-vous être capable de contrôler volontairement vos ondes alpha maintenant?

1 2 3 4 5 6 7

3. a) Est-ce qu'il y a eu des bruits ambiants?

1 2 3 4 5 6 7

b) Est-ce qu'il vous ont dérangé?

1 2 3 4 5 6 7

4. Quelles sont vos impressions de cette étape de rétroaction biologique alpha?

B. Questionnaire concernant l'expérience
de rétroaction biologique alpha
avec feedback sonore

Nom : _____

Date: _____

Nota Bene: Lorsque mentionné, utilisez la cote 1, 2, 3, 4, 5, 6 ou 7 en encerclant le chiffre approprié à la valeur de l'échelle suivante:

- 1 = Pas du tout;
- 4 = Moyennement;
- 7 = Enormément.

1. Vous sentiez-vous anxieux,

a) Avant que l'expérience ne commence?

1 2 3 4 5 6 7

b) Pendant le déroulement de cette étape?

1 2 3 4 5 6 7

2. Avez-vous trouvé plaisant l'étape alpha?

1 2 3 4 5 6 7

3. Quelles stratégies ou, que faisiez-vous pour maintenir le "son" présent?

4. Est-ce que le fait d'entendre le "son" vous a dérangé d'une façon quelconque?

1 2 3 4 5 6 7

En quoi? _____

5. a) Est-ce qu'il y a eu d'autres bruits ambiants?

1 2 3 4 5 6 7

b) Est-ce qu'ils vous ont dérangé?

1 2 3 4 5 6 7

6. Quelles sont vos impressions de cette étape de rétroaction biologique alpha? _____

7. Croyez-vous être capable de contrôler volontairement vos ondes alpha maintenant?

1 2 3 4 5 6 7

C. Questionnaire du post-testQuestion 1

- Quelle importance avait pour vous, au niveau de votre performance, la présentation du feedback verbal (c'est-à-dire lorsqu'on vous communiquait vos résultats à la fin de chaque période de dix minutes)?

Pas du toutEnormément

1 2 3 4 5 6 7

En quoi?

Question 2

- Quelles sont vos impressions de l'expérience à laquelle vous avez participé?

INFORMATIONS GÉNÉRALES CONCERNANT LES ONDES ALPHA

Les recherches antérieures démontrent que l'évaluation subjective des gens participant à ce type d'étude - comme vous le faites actuellement - varie considérablement d'un individu à un autre. Ainsi, par exemple, certaines personnes décrivent l'état "expérientiel" vécu lors de l'émission d'ondes alpha comme étant identique à un état de rêve, de somnolence tandis que d'autres le décrivent comme un moment de lucidité et d'éveil. D'autres participants l'associent à la présence abondante d'idées tandis que certains avouent ne penser à rien. Et enfin, quelques-uns rapportent avoir vécu des expériences plaisantes alors que d'autres parlent de sentiment de frustration et d'anxiété. Toutefois, la majorité des gens trouvent relaxant de participer à ces sessions d'émission d'ondes alpha. Certains sujets oublient la présence de leur corps tandis que d'autres trouvent qu'ils progressent davantage s'ils se concentrent sur une partie spécifique de leur corps (comme le battement cardiaque) ou sur tout leur corps, en général. Les expériences vécues lors de ces sessions de rétroaction biologique peuvent varier selon d'autres dimensions. Une partie ou toutes les sensations mentionnées ci-haut peuvent, en définitive, se produire. De plus, il est possible que vous sentiez quelques-uns de ces états à différents moments d'une même session ou d'une session à l'autre.

CONSIGNES CONCERNANT L'ENTRAÎNEMENT
A LA RETROACTION BIOLOGIQUE ALPHA

La session de rétroaction à laquelle vous participerez sera composée de 4 périodes de 10 minutes d'entraînement proprement dit entrecoupée de brèves périodes de repos (1 minute). A chaque fois que vous émettrez des ondes alpha, vous entendrez un "son". Ce "son" permet de vous signaler instantanément la présence d'ondes alpha. De plus, l'intensité de ce son variera proportionnellement à l'amplitude de vos ondes alpha, c'est-à-dire plus vous émettrez fortement, plus le volume du son sera élevé. Votre tâche consistera à maintenir présent le son le plus souvent possible à son intensité maximale. Pour y parvenir, évitez de faire des mouvements de motricité globale (tourner le torse, tourner la tête ... etc.), maintenez votre rythme respiratoire normal et gardez les yeux fermés. Un son "grave" signalera la fin de la période de 10 minutes et le début de la période de repos (1 minute): on vous invitera alors à ouvrir les yeux, et on vous communiquera les résultats obtenus (en μV par seconde).

Appendice C
Résultats individuels

Tableau 13

Distribution des sujets selon le groupe,
l'âge, le sexe et le moment des
sessions (am, pm et soir)

Groupe	Sujet	Age	Sexe	Moment
A	1	21	F	pm
A	2	19	F	pm
A	3	23	M	pm
A	4	23	M	pm
A	5	21	F	pm
A	6	19	M	am
A	7	25	M	am
A	8	23	F	pm
A	9	20	F	am
A	10	19	F	pm
B	1	22	M	soir
B	2	33	F	am
B	3	19	F	pm
B	4	23	M	pm
B	5	21	M	am
B	6	19	F	pm
B	7	19	M	am
B	8	26	M	am
B	9	21	F	am
B	10	19	M	am
C	1	20	F	pm
C	2	24	M	pm
C	3	22	F	pm
C	4	19	M	pm
C	5	19	M	pm
C	6	25	F	am
C	7	19	M	pm
C	8	22	F	am
C	9	21	M	am
C	10	19	F	am

Tableau 13
(suite)

Distribution des sujets selon le groupe,
l'âge, le sexe et le moment des
sessions (am, pm et soir)

Groupe	Sujet	Age	Sexe	Moment
D	1	20	F	soir
D	2	25	M	am
D	3	19	M	am
D	4	19	M	pm
D	5	19	F	pm
D	6	17	F	pm
D	7	19	M	pm
D	8	24	M	am
D	9	21	F	am
D	10	22	F	pm
E	1	21	M	pm
E	2	23	F	am
E	3	29	M	pm
E	4	26	M	am
E	5	19	M	am
E	6	17	F	am
E	7	18	F	pm
E	8	25	F	pm
E	9	30	M	soir
E	10	19	F	pm

Tableau 14

Production individuelle alpha mesurée en terme d'intégration de l'amplitude (microvolt.sec) pour chacune des périodes des sept (7) sessions de rétroaction biologique.

Sujet	Sessions												
	1 (pré-test)				2 période 1 à 4	3 période 1 à 4	4 période 1 à 4	5 période 1 à 4	6 période 1 à 4	7 (post-test)			
	Ouverts ¹		Fermés ²							Ouverts ¹		Fermés ²	
μV	%	μV	%	μV	%	μV	%	μV	%	μV	%		
A.1	580	61.7	720	89.4	778	783	775	834	735	589	44.8	759	86.3
					795	796	778	860	741				
					785	809	797	857	767				
					781	826	818	830	808				
A.2	466	27.1	449	50.4	704	622	714	729	846	661	77.6	703	88.8
					692	649	702	727	831				
					698	620	697	660	817				
					683	610	708	659	777				

¹A la session 1 (pré-test) et 7 (post-test), un enregistrement électroencéphalographique à la condition "yeux ouverts" et d'une durée de cinq minutes est ajouté. L'intégration de l'amplitude (μV) et le pourcentage (%) de temps de production alpha sont alors utilisés comme mesure.

²A la session 1 et 7, la période d'enregistrement électroencéphalographique à la condition "yeux fermés" dure 10 minutes comme les périodes des autres sessions sauf qu'une mesure du pourcentage de production alpha est ajouté.

Tableau 14
(suite)

Production individuelle alpha mesurée en terme d'intégration
de l'amplitude (microvolt.sec) pour chacune des périodes
des sept (7) sessions de rétroaction biologique.

Sujet	Sessions													
	1 (pré-test)				2	3	4	5	6	7 (post-test)				
	Ouverts ¹		Fermés ²							période 1 à 4	période 1 à 4	période 1 à 4	période 1 à 4	période 1 à 4
μV	%	μV	%	μV	%	μV	%	μV	%					
A 3	579	56.9	704	76.9	714	799	726	990	880	581	49.7	984	84.2	
					705	699	862	854	940					
					671	790	886	792	900					
					829	731	860	1011	996					
A 4	600	50.0	909	88.5	826	995	889	954	913	597	58.8	1025	97.9	
					765	922	972	898	964					
					895	910	1025	948	998					
					888	966	1003	921	995					
A 5	514	42.5	521	64.5	614	527	583	555	444	490	49.4	588	75.2	
					615	573	576	533	480					
					651	582	558	508	600					
					661	635	654	502	512					

Tableau 14
(suite)

Production individuelle alpha mesurée en terme d'intégration
de l'amplitude (microvolt.sec) pour chacune des périodes
des sept (7) sessions de rétroaction biologique.

Sujet	Sessions												
	1 (pré-test)				2 période 1 à 4	3 période 1 à 4	4 période 1 à 4	5 période 1 à 4	6 période 1 à 4	7 (post-test)			
	Ouverts ¹		Fermés ²							Ouverts ¹		Fermés ²	
μV	%	μV	%						μV	%	μV	%	
A 6	685	82.9	1200	98.8	1102	1307	1381	1366	1283	942	88.9	1280	90.3
					1054	1215	1189	1250	1290				
					995	1159	1212	1258	1215				
					1136	1161	1203	1126	1217				
A 7	723	61.8	1098	74.1	1305	1362	1473	1397	1517	843	69.5	1301	96.8
					1277	1314	1199	1453	1413				
					1344	1211	1328	1508	1389				
					1283	1428	1503	1467	1523				
A 8	820	64.1	1122	94.3	1325	1415	1497	1479	1440	911	71.2	1249	99.8
					1271	1297	1396	1401	1427				
					1198	1303	1407	1305	1296				
					1403	1342	1508	1397	1322				

Tableau 14
(suite)

Production individuelle alpha mesurée en terme d'intégration
de l'amplitude (microvolt.sec) pour chacune des périodes
des sept (7) sessions de rétroaction biologique.

Sujet	Sessions												
	1 (pré-test)				2 période 1 à 4	3 période 1 à 4	4 période 1 à 4	5 période 1 à 4	6 période 1 à 4	7 (post-test)			
	Ouverts ¹		Fermés ²							Ouverts ¹		Fermés ²	
μV	%	μV	%						μV	%	μV	%	
A 9	663	60.4	998	0.6	1227	1304	1347	1325	1349	705	65.1	1239	91.2
					1023	1116	1269	1359	1291				
					1101	1124	1225	1297	1323				
					1296	1298	1356	1301	1404				
A10	644	60.4	694	65.0	842	956	872	845	950	645	49.6	951	76.3
					856	840	926	849	878				
					758	868	893	858	883				
					772	885	957	861	985				
B 1	667	41.9	671	39.1	967	765	874	1052	997	609	58.9	1080	99.4
					955	646	810	930	913				
					804	486	848	840	951				
					949	757	886	910	1078				

Tableau 14
(suite)

Production individuelle alpha mesurée en terme d'intégration
de l'amplitude (microvolt.sec) pour chacune des périodes
des sept (7) sessions de rétroaction biologique.

Sujet	Sessions													
	1 (pré-test)				2 période 1 à 4	3 période 1 à 4	4 période 1 à 4	5 période 1 à 4	6 période 1 à 4	7 (post-test)				
	Ouverts ¹		Fermés ²							Ouverts ¹		Fermés ²		
μV	%	μV	%						μV	%	μV	%		
B 2	581	12.8	630	23.9	643	733	760	701	721	615	57.5	792	88.6	
					667	765	762	690	741					
					690	741	796	762	774					
					719	782	781	737	773					
B 3	843	91.2	1071	90.6	1108	1378	1062	1205	1239	681	87.0	1236	96.5	
					1093	1094	951	1138	1060					
					988	1104	906	1027	1134					
					1171	1144	931	1084	1067					
B 4	537	36.4	714	91.7	714	757	784	815	794	514	64.2	764	90.3	
					793	741	808	742	733					
					770	719	807	652	803					
					753	736	831	812	733					

Tableau 14
(suite)

Production individuelle alpha mesurée en terme d'intégration
de l'amplitude (microvolt.sec) pour chacune des périodes
des sept (7) session de rétroaction biologique.

Sujet	Sessions													
	1 (pré-test)				2	3	4	5	6	7 (post-test)				
	Ouverts ¹		Fermés ²							période 1 à 4	période 1 à 4	période 1 à 4	période 1 à 4	période 1 à 4
μV	%	μV	%	μV	%	μV	%	μV	%					
B 5	554	82.3	578	83.3	686	666	670	684	679	463	52.3	700	84.1	
					683	687	667	699	685					
					735	683	664	737	673					
					728	684	647	730	673					
B 6	429	78.5	711	86.6	791	775	737	750	781	681	84.0	934	95.1	
					669	702	763	734	712					
					797	840	748	684	814					
					766	841	740	744	859					
B 7	706	89.9	915	98.8	1249	1348	1251	1249	993	646	67.4	1084	98.3	
					1106	1387	1005	1296	1067					
					1148	1410	970	1307	1582					
					890	1422	1299	1211	1555					

Tableau 14
(suite)

Production individuelle alpha mesurée en terme d'intégration
de l'amplitude (microvolt.sec) pour chacune des périodes
des sept (7) sessions de rétroaction biologique.

Sujet	Sessions												
	1 (pré-test)				2 période 1 à 4	3 période 1 à 4	4 période 1 à 4	5 période 1 à 4	6 période 1 à 4	7 (post-test)			
	Ouverts ¹		Fermés ²							Ouverts ¹		Fermés ²	
μV	%	μV	%						μV	%	μV	%	
B 8	607	48.6	1098	87.3	1404	1409	1448	1399	1477	665	56.1	1307	96.6
					1329	1235	1207	1427	1398				
					1231	1201	1297	1198	1327				
					1467	1477	1319	1352	1409				
B 9	603	52.1	1010	89.9	1113	1211	1110	1301	1288	621	50.6	1281	92.5
					912	1027	994	1227	1235				
					1105	961	1197	1199	1123				
					1137	997	1277	1291	1377				
B10	615	68.1	822	84.4	824	901	1017	1107	905	737	78.0	1036	84.6
					1009	894	970	920	1079				
					885	815	856	882	1022				
					887	968	911	999	1062				

Tableau 14
(suite)

Production individuelle alpha mesurée en terme d'intégration
de l'amplitude (microvolt.sec) pour chacune des périodes
des sept (7) sessions de rétroaction biologique.

Sujet	Sessions												
	1 (pré-test)				2 période 1 à 4	3 période 1 à 4	4 période 1 à 4	5 période 1 à 4	6 période 1 à 4	7 (post-test)			
	Ouverts ¹		Fermés ²							Ouverts ¹		Fermés ²	
μV	%	μV	%						μV	%	μV	%	
C 1	469	61.3	536	68.9	491	551	538	545	447	650	83.0	599	74.7
					494	555	544	563	463				
					494	625	523	585	558				
					499	570	576	550	450				
C 2	427	58.6	703	68.8	809	917	1013	1037	960	492	60.1	945	80.4
					831	881	1043	967	935				
					999	801	987	953	898				
					771	1052	1004	1032	1036				
C 3	774	79.6	1042	95.2	1179	1131	1078	1142	1117	623	73.5	1077	95.7
					1300	1274	1193	1201	1142				
					1388	1230	1253	1238	1305				
					1373	1287	1218	1231	1308				

Tableau 14
(suite)

Production individuelle alpha mesurée en terme d'intégration
de l'amplitude (microvolt.sec) pour chacune des périodes
des sept (7) sessions de rétroaction biologique.

Sujet	Sessions												
	1 (pré-test)				2	3	4	5	6	7 (post-test)			
	Ouverts ¹		Fermés ²							période 1 à 4	période 1 à 4	période 1 à 4	période 1 à 4
μV	%	μV	%	μV	%	μV	%	μV	%				
C 4	681	80.8	964	90.3	1038	1010	860	1005	816	655	78.3	951	85.0
					976	879	914	640	761				
					666	702	649	662	596				
					1265	1191	613	1212	922				
C 5	657	87.9	1081	97.8	1317	1110	1190	1179	1253	676	86.9	1185	97.6
					1294	1008	1036	1320	1243				
					1414	1120	1412	1341	1410				
					1429	1036	1461	1329	1384				
C 6	559	69.6	1000	87.7	691	1043	950	964	1027	637	79.9	1123	88.3
					916	920	916	971	989				
					864	904	828	910	1004				
					1175	1501	1450	1320	1103				

Tableau 14
(suite)

Production individuelle alpha mesurée en terme d'intégration
de l'amplitude (microvolt.sec) pour chacune des périodes
des sept (7) sessions de rétroaction biologique.

Sujet	Sessions												
	1 (pré-test)				2 période 1 à 4	3 période 1 à 4	4 période 1 à 4	5 période 1 à 4	6 période 1 à 4	7 (post-test)			
	Ouverts ¹		Fermés ²							Ouverts ¹		Fermés ²	
μV	%	μV	%						μV	%	μV	%	
C 7	522	50.1	724	83.4	834	954	837	967	842	543	65.6	907	91.5
					797	821	805	834	801				
					721	711	717	801	727				
					941	909	949	903	945				
C 8	495	48.2	789	74.6	925	917	927	938	929	507	53.5	896	89.8
					801	824	781	781	800				
					909	898	907	911	891				
					943	933	932	938	913				
C 9	511	43.2	611	71.3	761	771	699	781	705	509	46.6	754	86.7
					735	724	738	755	733				
					743	739	743	700	750				
					787	783	798	785	788				

Tableau 14
(suite)

Production individuelle alpha mesurée en terme d'intégration
de l'amplitude (microvolt.sec) pour chacune des périodes
des sept (7) sessions de rétroaction biologique.

Sujet	Sessions												
	1 (pré-test)				2 période 1 à 4	3 période 1 à 4	4 période 1 à 4	5 période 1 à 4	6 période 1 à 4	7 (post-test)			
	Ouverts ¹		Fermés ²							Ouverts ¹		Fermés ²	
μV	%	μV	%						μV	%	μV	%	
C10	785	88.0	1104	96.8	1054	1045	1174	1094	1070	834	61.2	1210	95.7
					1088	931	1261	1035	1066				
					1068	1079	1265	1057	1007				
					1025	1052	1204	1062	1067				
D 1	503	17.5	608	40.6	694	756	800	748	776	596	32.3	725	77.6
					710	766	788	727	775				
					525	746	720	736	811				
					643	747	778	732	723				
D 2	1032	95.3	1181	98.5	1458	1429	1390	1442	1391	1180	97.8	1354	98.0
					1346	1436	1325	1394	1350				
					1402	1443	1378	1472	1374				
					1393	1375	1308	1493	1400				

Tableau 14
(suite)

Production individuelle alpha mesurée en terme d'intégration
de l'amplitude (microvolt.sec) pour chacune des périodes
des sept (7) sessions de rétroaction biologique.

Sujet	Sessions												
	1 (pré-test)				2	3	4	5	6	7 (post-test)			
	Ouverts ¹		Fermés ²							période 1 à 4	période 1 à 4	période 1 à 4	période 1 à 4
μV	%	μV	%	μV	%	μV	%	μV	%				
D 3	642	78.5	717	88.5	765	763	837	699	757	646	81.3	783	86.2
					727	714	762	652	714				
					726	741	779	670	714				
					736	704	746	703	774				
D 4	580	43.0	589	40.7	607	572	602	580	567	551	23.8	601	53.7
					579	448	532	534	533				
					561	452	500	466	561				
					605	596	499	602	512				
D 5	565	64.4	1192	91.9	1304	1253	1046	1098	1180	706	58.2	1254	95.2
					1272	888	943	909	1135				
					1344	1226	1052	1331	1235				
					1170	1217	1051	1365	1157				

Tableau 14
(suite)

Production individuelle alpha mesurée en terme d'intégration
de l'amplitude (microvolt.sec) pour chacune des périodes
des sept (7) sessions de rétroaction biologique.

Sujet	Sessions												
	1 (pré-test)				2 période 1 à 4	3 période 1 à 4	4 période 1 à 4	5 période 1 à 4	6 période 1 à 4	7 (post-test)			
	Ouverts ¹		Fermés ²							Ouverts ¹		Fermés ²	
μV	%	μV	%						μV	%	μV	%	
D 6	544	48.1	605	77.1	892	888	902	874	877	631	66.4	849	75.3
					782	787	884	863	860				
					762	794	783	775	756				
					835	893	865	882	834				
D 7	577	52.0	580	69.2	628	622	579	665	641	627	52.5	750	82.6
					588	603	633	583	542				
					607	619	599	647	528				
					689	600	543	621	663				
D 8	801	67.4	1203	93.7	1304	1401	1431	1477	1448	813	65.6	1361	95.8
					1237	1427	1195	1255	1312				
					1297	1302	1297	1296	1297				
					1423	1288	1328	1322	1421				

Tableau 14
(suite)

Production individuelle alpha mesurée en terme d'intégration
de l'amplitude (microvolt.sec) pour chacune des périodes
des sept (7) sessions de rétroaction biologique.

Sujet	Sessions												
	1 (pré-test)				2 période 1 à 4	3 période 1 à 4	4 période 1 à 4	5 période 1 à 4	6 période 1 à 4	7 (post-test)			
	Ouverts ¹		Fermés ²							Ouverts ¹		Fermés ²	
μV	%	μV	%	μV	%	μV	%	μV	%	μV	%		
D 9	602	58.1	918	92.4	1177	1198	1205	1197	1223	617	60.2	1077	91.8
					1064	901	912	1114	934				
					915	983	991	945	1053				
					1168	1057	1027	1223	1002				
D10	513	53.4	603	72.1	753	764	767	769	793	541	56.9	771	87.2
					699	701	597	688	764				
					713	700	725	792	660				
					783	766	721	774	769				
E 1	587	29.4	662	45.2	631	728	681	763	633	587	33.5	624	38.7
					633	734	658	649	654				
					658	608	637	564	612				
					641	752	648	446	641				

Tableau 14
(suite)

Production individuelle alpha mesurée en terme d'intégration
de l'amplitude (microvolt.sec) pour chacune des périodes
des sept (7) sessions de rétroaction biologique.

Sujet	Sessions												
	1 (pré-test)				2	3	4	5	6	7 (post-test)			
	Ouverts ¹		Fermés ²		période	période	période	période	période	Ouverts ¹		Fermés ²	
	μV	%	μV	%	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1 à 4	1 à 4	μV	%	μV	%
E 2	681	86.6	699	86.1	515	553	561	715	687	569	55.1	570	71.2
					532	600	603	729	664				
					526	600	586	710	671				
					510	538	606	685	695				
E 3	690	85.1	580	80.3	591	707	688	828	720	617	80.4	689	94.3
					585	549	544	837	635				
					494	442	531	719	470				
					512	511	756	618	450				
E 4	702	86.8	945	97.5	944	911	892	925	834	689	79.3	809	87.9
					883	831	845	841	829				
					747	842	790	899	845				
					921	875	895	946	803				

Tableau 14
(suite)

Production individuelle alpha mesurée en terme d'intégration
de l'amplitude (microvolt.sec) pour chacune des périodes
des sept (7) sessions de rétroaction biologique.

Sujet	Sessions												
	1 (pré-test)				2 période 1 à 4	3 période 1 à 4	4 période 1 à 4	5 période 1 à 4	6 période 1 à 4	7 (post-test)			
	Ouverts ¹		Fermés ²							Ouverts ¹		Fermés ²	
μV	%	μV	%	μV	%	μV	%	μV	%	μV	%		
E 5	669	81.1	1113	86.0	1267	1358	809	1380	1385	743	89.0	1025	98.3
					1056	1150	1427	1113	1150				
					1369	1275	1283	921	1233				
					1390	1420	1349	1105	1276				
E 6	574	74.7	1281	97.1	1352	1435	1428	1316	1237	668	79.6	1309	96.2
					1394	1328	1356	1331	1233				
					1248	1396	1439	1395	1316				
					1414	1610	1384	1396	1285				
E 7	820	93.4	1016	96.9	915	915	862	826	898	711	90.1	941	97.1
					894	931	843	875	787				
					911	838	885	863	894				
					897	873	910	791	892				

Tableau 14
(suite)

Production individuelle alpha mesurée en terme d'intégration
de l'amplitude (microvolt.sec) pour chacune des périodes
des sept (7) sessions de rétroaction biologique.

Sujet	Sessions												
	1 (pré-test)				2 période 1 à 4	3 période 1 à 4	4 période 1 à 4	5 période 1 à 4	6 période 1 à 4	7 (post-test)			
	Ouverts ¹		Fermés ²							Ouverts ¹		Fermés ²	
μV	%	μV	%						μV	%	μV	%	
E 8	591	69.7	692	85.8	652	618	737	766	737	580	66.4	685	76.2
					611	571	710	700	686				
					605	585	739	683	684				
					624	569	726	726	662				
E 9	460	58.9	600	51.0	653	593	630	652	627	628	53.7	604	69.4
					591	544	626	618	638				
					580	600	627	623	618				
					579	633	544	697	565				
E10	541	51.0	694	83.6	758	855	776	830	745	560	54.2	710	82.5
					699	777	609	768	688				
					736	690	611	714	635				
					800	829	691	729	721				

Tableau 15

Résultats individuels obtenus aux questionnaires¹ d'évaluation subjective lors des trois étapes de l'expérimentation: le pré-test (session 1), la rétroaction biologique (sessions 2 à 6) et le post-test (session 7)

Sujets	Groupe	Sessions	Questionnaire A ²					Questionnaire B ³					Questionnaire C ⁴			
			1a	1b	2	3a	3b	1a	1b	2	4	5a	5b	7	1	
1	A	1	1	1	2	7	6									
		2							1	1	4	3	3	2	1	
		3							1	1	4	2	1	1	1	
		4							1	1	4	1	4	4	2	
		5							1	1	4	1	3	2	2	
		6							3	3	2	1	2	2	4	
		7														7

¹Les questions 1a, 1b, 2, 3a et 3b du questionnaire A sont identiques et correspondent respectivement aux questions 1a, 1b, 7, 5a et 5b du questionnaire B.

²Tous les sujets, aux étapes pré-test et post-test, remplissent le questionnaire A.

³Tous les sujets remplissent le questionnaire B à l'étape de rétroaction biologique sauf le groupe soumis à aucune stimulation (groupe E) qui utilisent toujours le questionnaire A.

⁴Tous les sujets répondent au questionnaire C à l'étape du post-test sauf le groupe "E" qui n'a pas bénéficié de feedback verbale de sa performance.

Tableau 15
(suite)

Résultats individuels obtenus aux questionnaires d'évaluation subjective lors des trois étapes de l'expérimentation: le pré-test (session 1), la rétroaction biologique (sessions 2 à 6) et le post-test (session 7)

Sujets	Groupe	Sessions	Questionnaire A					Questionnaire B							Questionnaire C			
			1a	1b	2	3a	3b	1a	1b	2	4	5a	5b	7	1			
2	A	1	2	4	5	4	4											
		2						5	4	5	4	3	4	5				
		3						2	4	4	4	5	4	4				
		4						1	2	4	4	3	2	3				
		5						1	3	4	2	5	3	5				
		6						1	2	5	2	4	2	5				
		7			3	2	5	2	2									
3	A	1	2	4	1	2	2											
		2						1	2	7	3	3	4	4				
		3						1	3	6	3	2	2	3				
		4						3	4	4	1	6	7	4				
		5						1	1	6	1	2	2	4				
		6						1	2	5	1	2	2	5				
		7			2	2	4	2	2									

Tableau 15
(suite)

Résultats individuels obtenus aux questionnaires d'évaluation subjective lors des trois étapes de l'expérimentation: le pré-test (session 1), la rétroaction biologique (sessions 2 à 6) et le post-test (session 7)

Sujets	Groupe	Sessions	Questionnaire A					Questionnaire B							Questionnaire C			
			1a	1b	2	3a	3b	1a	1b	2	4	5a	5b	7	1			
4	A	1	3	5	3	2	1											
		2						2	1	4	4	3	2	2				
		3						2	2	6	2	3	5	3				
		4						1	1	6	2	2	1	4				
		5						1	1	4	5	2	1	4				
		6						1	1	3	1	2	1	4				
		7			2	1	5	2	1									
5	A	1	7	4	1	4	4											
		2						4	2	5	2	5	6	4				
		3						4	5	5	3	5	5	4				
		4						3	5	4	6	5	4	4				
		5						6	5	3	2	5	5	2				
		6						5	4	4	2	5	4	2				
		7			2	4	2	2	3									

Tableau 15
(suite)

Résultats individuels obtenus aux questionnaires d'évaluation subjective lors des trois étapes de l'expérimentation: le pré-test (session 1), la rétroaction biologique (sessions 2 à 6) et le post-test (session 7)

Sujets	Groupe	Sessions	Questionnaire A					Questionnaire B							Questionnaire C				
			1a	1b	2	3a	3b	1a	1b	2	4	5a	5b	7	1				
6	A	1	5	6	3	7	4												
		2						7	7	7	4	3	4	2					
		3						7	7	7	4	5	1	5					
		4						7	7	7	2	7	2	2					
		5						7	7	7	4	7	2	6					
		6							7	7	7	2	7	1	2				
		7			7	7	4	2	1										7
7	A	1	7	4	3	4	1												
		2						3	2	5	2	5	6	4					
		3						3	3	4	2	4	3	2					
		4						2	1	4	2	3	3	2					
		5						3	2	3	3	1	1	1					
		6							2	3	4	2	2	1	4				
		7			3	2	5	2	1										6

Tableau 15
(suite)

Résultats individuels obtenus aux questionnaires d'évaluation subjective lors des trois étapes de l'expérimentation: le pré-test (session 1), la rétroaction biologique (sessions 2 à 6) et le post-test (session 7)

Sujets	Groupe	Sessions	Questionnaire A					Questionnaire B							Questionnaire C			
			1a	1b	2	3a	3b	1a	1b	2	4	5a	5b	7	1			
8	A	1	5	4	1	4	4											
		2						4	2	4	3	5	3	2				
		3						3	2	4	3	4	2	1				
		4						2	3	3	2	5	1	1				
		5						3	1	6	1	3	1	3				
		6						1	2	7	2	2	2	5				
		7			3	1	6	2	1									
9	A	1	5	4	1	4	3											
		2						5	4	1	1	3	2	2				
		3						5	1	3	2	3	1	2				
		4						3	1	3	1	2	1	3				
		5						2	1	5	1	2	1	4				
		6						2	1	4	1	2	1	6				
		7			3	1	5	2	1									

Tableau 15
(suite)

Résultats individuels obtenus aux questionnaires d'évaluation subjective lors des trois étapes de l'expérimentation: le pré-test (session 1), la rétroaction biologique (sessions 2 à 6) et le post-test (session 7)

Sujets	Groupe	Sessions	Questionnaire A					Questionnaire B					Questionnaire C				
			1a	1b	2	3a	3b	1a	1b	2	4	5a	5b	7	1		
10	A	1	1	1	1	5	4										
		2						4	4	5	1	3	1	3			
		3							1	3	5	1	5	1	4		
		4							1	5	3	2	6	6	5		
		5							1	4	7	1	4	4	4		
		6							1	1	6	1	4	3	5		
		7			1	4	5	5	4								7
1	B	1	3	3	1	2	1										
		2							1	3	5	2	1	1	1		
		3							1	2	6	1	1	1	3		
		4							1	1	6	1	1	1	4		
		5							1	1	6	1	1	1	3		
		6							1	1	6	1	1	1	6		
		7			1	4	5	1	1								7

Tableau 15
(suite)

Résultats individuels obtenus aux questionnaires d'évaluation subjective lors des trois étapes de l'expérimentation: le pré-test (session 1), la rétroaction biologique (sessions 2 à 6) et le post-test (session 7)

Sujets	Groupe	Sessions	Questionnaire A					Questionnaire B							Questionnaire C				
			1a	1b	2	3a	3b	1a	1b	2	4	5a	5b	7	1				
2	B	1	1	2	1	3	4												
		2						1	1	5	2	1	1	4					
		3						1	1	4	1	1	1	4					
		4						1	1	4	4	1	1	4					
		5						1	2	5	5	1	1	4					
		6							3	3	3	2	2	2	3				
		7			1	1	4	1	1										7
3	B	1	1	1	2	5	5												
		2						1	2	7	2	2	2	4					
		3						1	1	7	1	2	1	4					
		4						1	1	7	1	6	6	4					
		5						1	1	7	2	2	4	5					
		6							1	1	7	1	2	2	5				
		7			1	1	6	1	1										7

Tableau 15
(suite)

Résultats individuels obtenus aux questionnaires d'évaluation subjective lors des trois étapes de l'expérimentation: le pré-test (session 1), la rétroaction biologique (sessions 2 à 6) et le post-test (session 7)

Sujets	Groupe	Sessions	Questionnaire A					Questionnaire B					Questionnaire C			
			1a	1b	2	3a	3b	1a	1b	2	4	5a	5b	7	1	
4	B	1	4	4	4	1	1									
		2						4	4	4	3	4	4	3		
		3						2	2	5	2	3	2	3		
		4						2	2	5	1	1	1	4		
		5						2	1	5	1	2	1	3		
		6						1	1	6	1	1	1	3		
		7			2	1	3	1	1							
5	B	1	1	1	1	1	1									
		2						1	1	7	1	4	4	4		
		3						1	4	7	1	7	7	4		
		4						4	7	7	1	1	1	4		
		5						1	1	7	1	4	1	4		
		6						1	1	7	1	1	1	4		
		7			1	1	4	1	1							

Tableau 15
(suite)

Résultats individuels obtenus aux questionnaires d'évaluation subjective lors des trois étapes de l'expérimentation: le pré-test (session 1), la rétroaction biologique (sessions 2 à 6) et le post-test (session 7)

Sujets	Groupe	Sessions	Questionnaire A					Questionnaire B					Questionnaire C			
			1a	1b	2	3a	3b	1a	1b	2	4	5a	5b	7	1	
6	B	1	1	1	4	2	2									
		2						1	1	6	1	4	2	3		
		3						1	1	7	1	1	1	4		
		4						1	1	6	1	1	1	3		
		5						1	1	5	1	1	1	4		
		6						1	1	6	4	1	1	3		
		7			1	1	4	1	1							6
7	B	1	4	2	1	3	2									
		2						1	1	7	1	2	1	5		
		3						1	1	7	1	2	2	6		
		4						1	1	1	1	2	2	6		
		5						1	1	1	3	1	1	2		
		6						1	1	1	1	1	1	7		
		7			3	2	7	2	1							7

Tableau 15
(suite)

Résultats individuels obtenus aux questionnaires d'évaluation subjective lors des trois étapes de l'expérimentation: le pré-test (session 1), la rétroaction biologique (sessions 2 à 6) et le post-test (session 7)

Sujets	Groupe	Sessions	Questionnaire A					Questionnaire B					Questionnaire C			
			1a	1b	2	3a	3b	1a	1b	2	4	5a	5b	7	1	
8	B	1	3	2	3	3	3									
		2						3	3	6	2	3	3	2		
		3						3	2	5	1	3	2	3		
		4						2	2	6	2	3	1	4		
		5						1	1	6	3	2	1	4		
		6						2	1	6	2	2	1	4		
		7			3	1	6	1	1							
9	B	1	4	3	3	4	4									
		2						2	1	5	1	1	1	3		
		3						2	1	5	2	1	1	6		
		4						3	1	6	3	1	1	6		
		5						2	1	6	2	1	1	6		
		6						1	1	6	2	1	1	6		
		7			3	2	5	2	1							

Tableau 15
(suite)

Résultats individuels obtenus aux questionnaires d'évaluation subjective lors des trois étapes de l'expérimentation: le pré-test (session 1), la rétroaction biologique (sessions 2 à 6) et le post-test (session 7)

Sujets	Groupe	Sessions	Questionnaire A					Questionnaire B					Questionnaire C			
			1a	1b	2	3a	3b	1a	1b	2	4	5a	5b	7	1	
10	B	1	2	5	1	2	1									
		2						3	4	5	3	4	5	2		
		3						1	1	5	1	2	2	4		
		4						1	1	5	1	2	1	5		
		5						1	1	4	1	2	1	5		
		6						1	1	5	1	2	1	5		
		7			1	1	5	1	1							6
1	C	1	2	4	2	4	2									
		2						1	2	6	4	2	2	3		
		3						1	1	6	1	3	1	3		
		4						1	1	7	3	2	1	2		
		5						1	1	6	1	3	1	2		
		6						1	3	6	2	1	1	2		
		7			1	1	4	1	1							6

Tableau 15
(suite)

Résultats individuels obtenus aux questionnaires d'évaluation subjective lors des trois étapes de l'expérimentation: le pré-test (session 1), la rétroaction biologique (sessions 2 à 6) et le post-test (session 7)

Sujets	Groupe	Sessions	Questionnaire A					Questionnaire B							Questionnaire C			
			1a	1b	2	3a	3b	1a	1b	2	4	5a	5b	7	1			
2	C	1	2	1	1	4	4											
		2						2	1	6	1	1	1	3				
		3						2	2	6	3	2	2	3				
		4						2	1	6	4	1	1	3				
		5						1	1	6	2	2	1	3				
		6						1	1	6	1	1	1	3				
		7			1	2	3	2	2									
3	C	1	3	1	1	2	1											
		2						1	1	3	3	1	1	1				
		3						1	1	4	3	1	1	1				
		4						1	1	6	1	1	1	3				
		5						1	1	5	1	1	1	2				
		6						1	1	3	1	1	1	2				
		7			1	1	1	1	1									

Tableau 15
(suite)

Résultats individuels obtenus aux questionnaires d'évaluation subjective lors des trois étapes de l'expérimentation: le pré-test (session 1), la rétroaction biologique (sessions 2 à 6) et le post-test (session 7)

Sujets	Groupe	Sessions	Questionnaire A					Questionnaire B					Questionnaire C			
			1a	1b	2	3a	3b	1a	1b	2	4	5a	5b	7	1	
4	C	1	1	1	6	1	1									
		2						1	1	4	1	1	1	4		
		3						1	1	5	1	1	1	5		
		4						1	1	6	1	1	1	4		
		5						2	3	6	1	1	1	5		
		6						2	2	5	1	1	-1	4		
		7			2	1	4	1	1							
5	C	1	4	5	1	3	2									
		2						3	2	5	3	3	3	2		
		3						3	2	4	2	3	2	2		
		4						2	2	4	2	3	2	2		
		5						1	2	4	2	3	2	2		
		6						1	2	4	2	4	2	2		
		7			2	3	2	2	1							

Tableau 15
(suite)

Résultats individuels obtenus aux questionnaires d'évaluation subjective lors des trois étapes de l'expérimentation: le pré-test (session 1), la rétroaction biologique (sessions 2 à 6) et le post-test (session 7)

Sujets	Groupe	Sessions	Questionnaire A					Questionnaire B					Questionnaire C			
			1a	1b	2	3a	3b	1a	1b	2	4	5a	5b	7	1	
6	C	1	3	2	1	2	2									
		2						2	2	6	4	2	1	4		
		3						1	1	6	2	3	3	4		
		4						1	2	6	2	3	2	4		
		5						1	1	6	1	2	2	4		
		6						1	1	6	2	2	2	4		
		7			1	1	4	2	2							
7	C	1	2	3	1	4	3									
		2						2	2	5	5	3	3	3		
		3						2	1	5	3	2	1	4		
		4						2	1	5	3	2	1	4		
		5						1	2	5	2	2	1	6		
		6						1	1	5	3	1	1	6		
		7			1	1	5	1	1							

Tableau 15
(suite)

Résultats individuels obtenus aux questionnaires d'évaluation subjective lors des trois étapes de l'expérimentation: le pré-test (session 1), la rétroaction biologique (sessions 2 à 6) et le post-test (session 7)

Sujets	Groupe	Sessions	Questionnaire A					Questionnaire B					Questionnaire C			
			1a	1b	2	3a	3b	1a	1b	2	4	5a	5b	7	1	
8	C	1	5	4	1	3	3									
		2						4	3	5	2	1	1	4		
		3						3	3	5	2	1	1	5		
		4						3	3	5	2	1	1	5		
		5						3	3	5	2	2	1	5		
		6						3	3	5	2	1	1	5		
		7			5	4	2	1	1							
9	C	1	2	4	1	4	3									
		2						3	2	4	5	2	2	4		
		3						2	1	5	4	2	1	4		
		4						2	2	4	4	2	1	4		
		5						2	1	4	3	4	1	5		
		6						2	1	4	3	2	1	4		
		7			2	2	4	2	2							

Tableau 15
(suite)

Résultats individuels obtenus aux questionnaires d'évaluation subjective lors des trois étapes de l'expérimentation: le pré-test (session 1), la rétroaction biologique (sessions 2 à 6) et le post-test (session 7)

Sujets	Groupe	Sessions	<u>Questionnaire A</u>					<u>Questionnaire B</u>							<u>Questionnaire C</u>				
			1a	1b	2	3a	3b	1a	1b	2	4	5a	5b	7	1				
10	C	1	2	2	5	2	1												
		2						2	3	6	3	2	1	3					
		3						1	1	6	2	7	7	5					
		4						1	1	2	3	1	1	6					
		5						1	1	6	1	2	1	4					
		6							1	1	5	5	2	1	4				
		7			1	1	5	1	1										6
1	D	1	1	1	4	4	2												
		2						1	1	6	4	2	1	4					
		3						3	1	7	1	4	1	4					
		4						1	1	7	1	6	2	5					
		5						2	1	6	1	2	1	6					
		6							1	1	7	1	2	1	4				
		7			1	1	4	2	3										6

Tableau 15
(suite)

Résultats individuels obtenus aux questionnaires d'évaluation subjective lors des trois étapes de l'expérimentation: le pré-test (session 1), la rétroaction biologique (sessions 2 à 6) et le post-test (session 7)

Sujets	Groupe	Sessions	Questionnaire A					Questionnaire B					Questionnaire C			
			1a	1b	2	3a	3b	1a	1b	2	4	5a	5b	7	1	
2	D	1	4	1	3	4	3									
		2						2	3	5	4	3	2	4		
		3						2	5	3	2	3	4	4		
		4						6	5	5	5	7	7	6		
		5						2	1	6	2	2	1	3		
		6						5	4	3	4	3	2	4		
		7			2	1	2	2	1							
3	D	1	4	3	1	3	4									
		2						5	4	6	5	5	5	3		
		3						5	3	5	4	5	4	3		
		4						6	5	6	3	3	4	5		
		5						4	4	5	4	2	5	6		
		6						3	3	6	3	3	2	6		
		7			5	5	6	2	4							

Tableau 15
(suite)

Résultats individuels obtenus aux questionnaires d'évaluation subjective lors des trois étapes de l'expérimentation: le pré-test (session 1), la rétroaction biologique (sessions 2 à 6) et le post-test (session 7)

Sujets	Groupe	Sessions	Questionnaire A					Questionnaire B					Questionnaire C			
			1a	1b	2	3a	3b	1a	1b	2	4	5a	5b	7	1	
4	D	1	4	4	3	3	1									
		2						5	6	5	1	2	2	5		
		3						3	5	5	1	2	3	6		
		4						2	2	5	1	1	1	4		
		5						6	6	6	2	4	5	4		
		6						6	6	4	1	2	1	5		
		7			1	1	5	6	2							
5	D	1	4	1	1	4	3									
		2						2	5	5	4	2	2	1		
		3						1	1	5	1	3	3	1		
		4						1	1	3	1	2	2	1		
		5						1	1	5	1	3	3	1		
		6						1	1	5	1	3	3	1		
		7			1	1	1	2	2							

Tableau 15
(suite)

Résultats individuels obtenus aux questionnaires d'évaluation subjective lors des trois étapes de l'expérimentation: le pré-test (session 1), la rétroaction biologique (sessions 2 à 6) et le post-test (session 7)

Sujets	Groupe	Sessions	Questionnaire A					Questionnaire B					Questionnaire C			
			1a	1b	2	3a	3b	1a	1b	2	4	5a	5b	7	1	
6	D	1	5	3	1	1	1									
		2						3	2	1	2	1	1	1		
		3						1	1	2	2	3	2	1		
		4						1	1	5	1	2	2	2		
		5						1	1	5	1	2	1	1		
		6						3	5	5	1	2	1	1		
		7			1	1	2	1	1							
7	D	1	2	2	1	3	4									
		2						1	4	5	2	2	4	1		
		3						1	2	2	2	2	1	1		
		4						1	1	5	5	2	1	2		
		5						1	1	2	1	2	1	2		
		6						1	1	1	1	2	2	1		
		7			3	2	1	1	1							

Tableau 15
(suite)

Résultats individuels obtenus aux questionnaires d'évaluation subjective lors des trois étapes de l'expérimentation: le pré-test (session 1), la rétroaction biologique (sessions 2 à 6) et le post-test (session 7)

Sujets	Groupe	Sessions	Questionnaire A					Questionnaire B					Questionnaire C			
			1a	1b	2	3a	3b	1a	1b	2	4	5a	5b	7	1	
8	D	1	4	2	1	3	1									
		2						3	2	2	3	2	1	1		
		3						3	2	1	2	2	2	2		
		4						2	2	1	3	1	1	1		
		5						3	2	1	3	2	3	1		
		6						2	2	1	3	2	2	1		
		7			1	1	5	1	1							
9	D	1	3	2	1	2	2									
		2						3	1	4	3	2	1	1		
		3						2	1	5	2	2	1	1		
		4						2	1	5	2	1	1	2		
		5						1	1	5	3	1	1	1		
		6						1	1	5	2	1	1	1		
		7			2	2	2	1	1							

Tableau 15
(suite)

Résultats individuels obtenus aux questionnaires d'évaluation subjective lors des trois étapes de l'expérimentation: le pré-test (session 1), la rétroaction biologique (sessions 2 à 6) et le post-test (session 7)

Sujets	Groupe	Sessions	Questionnaire A					Questionnaire B					Questionnaire C			
			1a	1b	2	3a	3b	1a	1b	2	4	5a	5b	7	1	
10	D	1	4	3	1	2	2									
		2						2	1	5	3	3	1	3		
		3						3	1	4	2	2	1	4		
		4						2	1	4	2	2	1	4		
		5						1	1	5	2	2	1	4		
		6						1	1	5	2	4	1	4		
		7		3	1	4	1	1								4
1	E	1	4	1	3	2	1									
		2	1	1	3	3	2									
		3	1	1	3	2	2									
		4	4	3	2	2	2									
		5	1	1	2	4	3									
		6	1	1	2	2	1									
		7	1	1	2	2	2									

Tableau 15
(suite)

Résultats individuels obtenus aux questionnaires d'évaluation subjective lors des trois étapes de l'expérimentation: le pré-test (session 1), la rétroaction biologique (sessions 2 à 6) et le post-test (session 7)

Sujets	Groupe	Sessions	<u>Questionnaire A</u>					<u>Questionnaire B</u>					<u>Questionnaire C</u>	
			1a	1b	2	3a	3b	1a	1b	2	4	5a	5b	7
2	E	1	1	4	4	4	4							
		2	1	1	5	1	1							
		3	1	1	7	1	1							
		4	1	1	7	4	4							
		5	1	1	7	4	1							
		6	1	1	7	1	1							
		7	1	1	7	1	1							
3	E	1	2	1	1	3	3							
		2	1	1	2	2	1							
		3	1	1	2	2	1							
		4	1	1	4	2	1							
		5	1	1	3	1	1							
		6	1	1	1	1	1							
		7	1	1	3	1	1							

Tableau 15
(suite)

Résultats individuels obtenus aux questionnaires d'évaluation subjective lors des trois étapes de l'expérimentation: le pré-test (session 1), la rétroaction biologique (sessions 2 à 6) et le post-test (session 7)

Sujets	Groupe	Sessions	Questionnaire A					Questionnaire B					Questionnaire C		
			1a	1b	2	3a	3b	1a	1b	2	4	5a	5b	7	1
4	E	1	3	2	3	1	1								
		2	1	2	4	4	4								
		3	1	1	4	4	3								
		4	1	1	4	3	3								
		5	1	1	4	3	3								
		6	1	3	4	4	4								
		7	1	1	4	2	2								
5	E	1	3	2	4	3	3								
		2	1	1	3	2	2								
		3	1	1	3	2	2								
		4	1	2	3	2	2								
		5	1	1	3	2	2								
		6	1	1	3	1	1								
		7	1	1	3	1	1								

Tableau 15
(suite)

Résultats individuels obtenus aux questionnaires d'évaluation subjective lors des trois étapes de l'expérimentation: le pré-test (session 1), la rétroaction biologique (sessions 2 à 6) et le post-test (session 7)

Sujets	Groupe	Sessions	Questionnaire A					Questionnaire B					Questionnaire C		
			1a	1b	2	3a	3b	1a	1b	2	4	5a	5b	7	
6	E	1	5	4	3	1	1								
		2	2	2	3	1	1								
		3	1	2	4	4	3								
		4	2	2	5	2	1								
		5	1	1	5	2	1								
		6	1	1	6	1	1								
		7	1	1	5	1	1								
7	E	1	3	1	2	1	1								
		2	3	1	2	1	1								
		3	2	1	3	1	1								
		4	2	1	2	1	1								
		5	1	1	4	1	1								
		6	1	1	4	1	1								
		7	1	1	4	5	1								

Tableau 15
(suite)

Résultats individuels obtenus aux questionnaires d'évaluation subjective lors des trois étapes de l'expérimentation: le pré-test (session 1), la rétroaction biologique (sessions 2 à 6) et le post-test (session 7)

Sujets	Groupe	Sessions	Questionnaire A					Questionnaire B					Questionnaire C		
			1a	1b	2	3a	3b	1a	1b	2	4	5a	5b	7	1
8	E	1	2	2	4	4	4								
		2	3	2	4	4	3								
		3	2	1	3	5	4								
		4	2	2	4	3	5								
		5	5	3	5	4	4								
		6	2	4	5	3	3								
		7	5	5	5	3	2								
9	E	1	1	1	1	5	3								
		2	1	1	1	5	3								
		3	1	1	2	4	2								
		4	1	1	1	5	2								
		5	1	1	1	5	2								
		6	1	1	1	5	2								
		7	1	1	2	5	2								

Tableau 15
(suite)

Résultats individuels obtenus aux questionnaires d'évaluation subjective lors des trois étapes de l'expérimentation: le pré-test (session 1), la rétroaction biologique (sessions 2 à 6) et le post-test (session 7)

Sujets	Groupe	Sessions	<u>Questionnaire A</u>					<u>Questionnaire B</u>					<u>Questionnaire C</u>		
			1a	1b	2	3a	3b	1a	1b	2	4	5a	5b	7	1
10	E	1	5	2	2	4	3								
		2	3	2	4	5	4								
		3	4	3	3	6	2								
		4	5	2	3	6	4								
		5	2	2	2	5	5								
		6	2	2	3	6	4								
		7	2	3	2	5	4								

Remerciement

L'auteur désire remercier son directeur de thèse, monsieur Franco Leporé, Ph.D. pour son aide et son encouragement au cours de cette recherche. La collaboration quotidienne de l'assistante de recherche, madame Agnès Champagne, de l'exceptionnelle disponibilité du technicien en électronique, monsieur Serge Daigle de même que l'affabilité de l'accueil et la pertinence des remarques de monsieur Gilles Dupuis, M.A., ont constitué, sans aucun doute, le support vital indispensable à la réalisation d'un travail d'une telle ampleur. Et enfin, nous désirons remercier particulièrement monsieur Frank Vitaro, M.A. et monsieur Louis Laurencelle, Ph.D. pour leurs conseils lors de l'analyse statistique.

Références

- ADRIAN, E.D., MATTHEWS, B.H.C. (1934). The Berger rhythm; potentiel changes from occipital lobes in man. Brain, 57, 355-384.
- ALBERT, Ib.b., SIMMONS, J., WALKER, J. (1974). Massed and spaced practice in alpha enhancement. Perceptual and Motor Skills, 39, 1039-1042.
- ANCOLI, S., GREEN, K.F. (1977). Authoritarianism, intropection and alpha wave biofeedback training. Psychophysiology, 14, no. 1, 40-44.
- ANCOLI, S., KAMIYA, J. (1977). Methodological issues in alpha biofeedback training. Presented at biofeedback society of America. Orlando, Florida.
- BANQUET, J.D. (1973). Spectral analysis of EEG in meditation. Electroencephalography and clinical neurophysiology, 35, no. 2, 143-151.
- BEATTY, J. (1971). Effects of initial alpha wave abundance and operant training procedures on occipital alpha and beta wave activity. Biofeedback and self-control, 165-170, Aldine Annual.
- BEATTY, J. (1972). Similar effects of feedback signals and instructional information on EEG activity. Physiology and Behavior, 9, 151-154.
- BEATTY, J., KORNFELD, C. (1972). Relative independance of conditioned EEG changes from cardiac and respiratory activity. Physiology and Behavior, 9, 733-736.
- BENJAMINS, J.K. (1976). The effects of progressive muscle relaxation and alpha feedback procedures on high and low make phobic college students: an analogue systematic desinsitization study. Dissertation abstracts international, 37, no. 9-B.
- BERLYNE, D.E. (1975). Behaviorism? Cognitive Theory? Humanistic psychology? - To Hull with them all! Canadian Psychological Review, 16, 69-80.
- BERTALANFFY, L.V. (1968). General system theory: foundation, development, applications. New York: G. Braziller.
- BLACK, A.H., COTT, A., PAVLOSKI, R. (1977). The operant learning theory approach to biofeedback training in G.E. Schwartz et J. Beatty (Eds): Biofeedback: Theory and Research, (pp. 89-128). New York: Academic Press.

- BOUDROT, R. (1972). An alpha detection and feedback control system. Psychophysiology, 9, 461-466.
- BRIDGWATER, G., SHERRY, C.J., MARCZYNSKI, T.J. (1975). Alpha activity: the influence of unpatterned light input and auditory feedback. Life Sciences, 16, 729-739.
- BROLUND, J.W., SCHALLOW, J.R. (1976). The effects of reward on occipital alpha facilitation by biofeedback. Psychophysiology, 13, no. 3, 236-241.
- BROWN, B. (1970). Recognition of aspects of consciousness through association with EEG alpha activity represented by a light signal. Psychophysiology, 6, 442-452.
- BROWN, B. (1971). Awareness of EEG subjective activity relationships detected within a closed feedback system. Psychophysiology, 7, 451-464.
- BROWN, G.S. (1957). Probability and Scientific Inference. New York: Longmans.
- CHATRIAN, G.E., PATERSEN, M.C., LAZARTE, J.A. (1960). Responses to clicks from the human brain: some depth electrographic observations. Electroencephalography and clinical neurophysiology, 12, 479-489.
- CIGANEK, L. (1958a). Potentiels corticaux chez l'homme évoqués par les stimuli photiques. Revue neurologique, 99, 194-196.
- CIGANEK, L. (1958b). Postdécharge rythmique corticale chez l'homme évoquée par les stimuli photique. Revue neurologique, 99, 196-198.
- CIGANEK, L. (1958c). L'influence de la fréquence de la stimulation photique sur le potentiel évoqué chez l'homme. Revue neurologique, 99, 198-201.
- CIGANEK, L. (1961). The EEG response (evoked potential) to light stimulus in man. Electroencephalography and clinical neurophysiology, 13, 165-172.
- CLEELAND, C.S., BOOKER, H.E., HOSOKAWA, K. (1971). Alpha enhancement: due to feedback or the nature of the task? Psychophysiology, 8, 262-263. (Abstract)
- CONTAMIN, F., CATHALA, F. (1961). Réponses électro-corticales de l'homme normal éveillé à des éclairs lumineux. Résultats obtenus à partir d'enregistrement sur le cuir chevelu à l'aide d'un dispositif d'intégration. Electroencephalography and clinical neurophysiology, 13, 674, 694.

- COOKE, E.C., LIPPOLD, O.C.J. (1973). Axial movement of the eye, in response to a flash of light, related to the occipital evoked response. Journal of physiology, 232, 15P-16P.
- DEESE, J., HULSE, S.H. (1967). The psychology of learning. New York: McGraw-Hill.
- DUPUIS, G. (1976). Vérification du modèle de Brener (1974) avec la rétroaction biologique alpha chez les sujets faiblement et fortement susceptibles à l'hypnose. Thèse de maîtrise inédite. Université de Montréal.
- EBERLIN, P., MULHOLLAND, T.B. (1976). Belateral differences in parieto-occipital EEG induced by contingent visual feedback. Psychophysiology, 13, 212-218.
- ELLINGSON, R.J., LATHROP, G.H. (1973). Intelligence and the alpha rhythm. American journal of deficiency, 78, no. 3, 334-338.
- FATH, S.J., WALLACE, A., WORSHAM, R.W. (1976). The effect of intermittent auditory stimulation on the occipital alpha rhythm. Physiological Psychology, 4, 185-188.
- FEHMI, L.G. (1974). Biofeedback training of middle management executives. Paper presented at the annual meeting of the Biofeedback Research Society at Colorado Springs, Colorado.
- FEHMI, L.G. (1978). EEG biofeedback multichannel synchrony training and attention. In A.A. Sugarman et R.A. Tarter (Eds): Expanding dimensions of consciousness, New York: Springer Publishing Company, 1978, pp. 155-182.
- FERSTER, C.B., SKINNER, B.F. (1957). Schedules of reinforcement. New York: Appleton-Century-Crofts.
- FESSARD, M.A., GASTAUT, H., LEONTIEV, A.N., MONPELLIER, G. de, PIERON, H. (1956). Le conditionnement et l'apprentissage. Symposium de l'association psychologique scientifique de langue française. Paris: Presse Universitaire de France.
- FINLEY, W. (1977). Operant conditioning of the EEG in two patients with epilepsy: methodologic and clinical considerations. Pavlovian journal of biological science, 12, no.2, 93-111.
- FRUHSTORFER, H., SOVERI, P., JARVILEHTO, T. (1970). Short-term habituation of the auditory evoked response in man. Electroencephalography and clinical neurophysiology, 28, 153-161.

- FULLER, G. (1978). Current status of biofeedback in clinical practice. American psychologist, 33, 39-48.
- FULLER, P.W. (1977). Computer estimated alpha attenuation during problem solving in children with learning disabilities. Electroencephalography and clinical neurophysiology, 42, 149-156.
- FURNON, B., VILLARD, D., BOUVARD, C., COURJON, J. (1975). Quelques aspects de l'activité cognitive chez l'enfant et l'adolescent épileptiques. Revue de Neuropsychiatrie infantile, 23, no. 8-9, 577-590.
- GALIN, D., ORNSTEIN, R. (1972). Lateral specialization of cognitive mode: an EEG study. Psychophysiology, 9, 412-418.
- GANNON, L., STERNBACH, R.A. (1971). Alpha enhancement as a treatment for pain: a case study. Journal behavior therapy and experimental psychiatry, 2, 209-213.
- GASTAUT, H. (1949). Enregistrement sous-cortical de l'activité électrique spontanée et provoquée du lobe occipital humain. Electroencephalography and clinical neurophysiology, 1, 205-219.
- GIANNITRAPANI, D. (1974). Spectral analysis of the EEG. Conférences présentées à la Conference on computerized EEG analysis, Kronberg.
- GIBSON, E.J. (1970). The development of perception as an adaptive process. American Scientist, 58, 98-107.
- GOESLING, W.J., MAY, C., LAVOND, D., BARNES, T., CARREIRA, C. (1974). Relationship between internal and external locus of control and the operant conditioning of alpha through biofeedback training. Perceptual and motor skills, 39, 1339-1343.
- GOLDBERG, R.J., GREENWOOD, J.C., TAINTOR, Z. (1977). Alpha conditioning as an adjunct treatment for drug dependence: part II, International journal of the addictions, 12, no. 1, 195-204.
- GRAZIANI, L.J., KATZ, L., CRACCO, R.W., CRACCO, J.B., WEITZMAN, E.D. (1974). The maturation and interrelationship of EEG patterns and auditory evoked responses in premature infants. Electroencephalography and clinical neurophysiology, 36, 367-375.
- GROSSMAN, S.P. (1967). Electrophysiological correlates of learning. A textbook of physiological psychology, 621-698, New York: Wiley.
- GRUNEWALD-ZUBERBIER, E., GRUNEWALD, G., NETZ, J. (1978). Contingent negative variation and alpha attenuation responses in children with different abilities to concentrate. Electroencephalography and clinical neurophysiology, 44, 37-47.

- HARDT, J.V. (1968). Autocontrol of EEG alpha. Psychophysiology, 4, 506. (abstract)
- HARDT, J.V. (1974). Alpha EEG responses of low and high anxiety males to respiration and relaxation training and to auditory feedback of occipital alpha. Dissertation abstracts international. 35, no. 4, 74-19309.
- HARDT, J.V. (1975a). Relaxation during breathing feedback, yogic breathing and alpha feedback: effects on alpha EEG activity in low and high anxiety males. Proceedings of the biofeedback research society, 72. 6th Annual Congress.
- HARDT, J.V. (1975b). Discussion of EEG alpha learning: state of the art. Rapport présenté au sixième congrès annuel de la Biofeedback Research Society, Monterey, Californie.
- HARDT, J.V. (1975c). The ups and downs of learning alpha feedback. Rapport présenté au sixième congrès annuel de la Biofeedback Research Society, Monterey, Californie.
- HARDT, J.V., KAMIYA, J. (1976a). Some comments on Plotkin's self-regulation of EEG alpha. Journal of experimental psychology: general, 105, 100-108.
- HARDT, J.V., KAMIYA, J. (1976b). Conflicting results in EEG alpha feedback studies: Why amplitude integration should replace percent time. Biofeedback and self-regulation, 1, 63-75.
- HUTT, S.J., NEWTON, J., FRIRWEATHER, H. (1977). Choice reaction time and EEG activity in children with epilepsy. Neuropsychologia, 15, 257-267.
- JACKSON, G.M. (1977). Facilitation of performance on an arithmetic task with the mentally retarded as a result of the application of a biofeedback procedure to decrease alpha wave activity. Dissertation Abstracts International, 38, no. 2-B, 933.
- JASPER, H.H. (1958). The ten twenty electrode system of the international federation. Electroencephalography and clinical neurophysiology, 10, 371-375.
- JOHNSON, R.K., MEYER, R.G. (1974). The locus of control construct in EEG alpha rhythm feedback. Journal of consulting and clinical psychology, 42, no. 6, 913-914.
- JONES, F.W., HOLMES, D.S. (1976). Alcoholism, alpha production and biofeedback. Journal of consulting and clinical psychology, 44, no. 6, 224-228.

- KAMIYA, J. (1968). Conscious control of brain waves. Psychology today, 1, 57-60.
- KAMIYA, J. (1969). Operant control of the EEG alpha rhythm and some of its reported effects on consciousness in C.T. Tart (Eds) Altered states of consciousness (pp. 507-517). New York: Wiley.
- KIMMEL, H.D. (1974). Instrumental conditioning of autonomically mediated responses in human beings. American Psychologist, 29, 325-335.
- KONDO, C.Y., TRAVIS, T.A., KNOTT, J.R. (1973). Initial abundance and amplitude of alpha as determinant of performance in an enhancement paradigm. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 34, 106. (Abstract)
- KONDO, C.Y., TRAVIS, T.A., KNOTT, J.R. (1975). The effects of changes in motivation on alpha enhancement. Psychophysiology, 12, 388-389.
- KONDO, C.Y., TRAVIS, T.A., KNOTT, J.R., BEAN, J.A. (1979). Effects of true and inverted feedback on integrated occipital alpha. The Journal of Psychology, 102, 101-106.
- KUHLMAN, W.N., ALLISON, T. (1977). EEG feedback training in the treatment of epilepsy: some questions and some answers. Pavlovian journal of biological science, 12, no. 2, 112-122.
- KUHLMAN, W.N., KAPLAN, B.J. (1979). Clinical applications of EEG feedback training in Gatchel, R.J., Price, K.P. (Eds), Clinical applications of biofeedback: Appraisal and status (pp. 65-96). New York: Pergamon Press
- KUHLMAN, W.N., KLIEGER, D.M. (1975). Alpha enhancement: effectiveness of two feedback contingencies relative to a resting baseline. Psychophysiology, 12, no. 4, 456-460.
- LAMONTAGNE, Y., HAND, I., ANNABLE, L., GAGNON, M.A. (1975). Physiological and psychological effects of alpha and EMG feedback training with college drug users: a pilot study. Canadian Psychiatric Association Journal, 20, 337-349.
- LAMONTAGNE, Y., BEAUSEJOUR, R., ANNABLE, L., TETREAU, L. (1977). Alpha and EMG feedback training in the prevention of drug abuse. Canadian psychiatric association journal, 22, no. 6, 301-310.
- LANSKY, P., BOHDANECKY, Z., INDRA, M., RADIL-WEISS, T. (1979). Alpha detection: Some comments on Hardt and Kamiya "Conflicting results in EEG alpha feedback studies", Biofeedback and Self-Regulation, 4, 127-131.

- LAVOIE, G. (1978). Méthodes quantitatives en psychologie: Plans d'expérience. Montréal: Librairie de l'Université de Montréal.
- LEHTONEN, J.B., LEHTINEN, I. (1972). Alphas rhythm and uniform visual field in man. Electroencephalography and clinical neurophysiology, 32, 139-147.
- LEIB, W., TRYON, W.W., STROCEBEL, C.S. (1976). Alpha biofeedback: fact or artifact? Psychophysiology, 13, 541-545.
- LEMERE, F. (1935). The significance of individual differences in the Berger rhythm. Brain, 59, 366-375.
- LYNCH, J.J., PASKEVITZ, D.A. (1971). On the mechanisms of the feedback control of brain wave activity, in Biofeedback and self control (pp. 198-213). Aldine Annual.
- LYNCH, J.J., PASKEWITZ, D.A., ORNE, M.T. (1974). Some factors in the feedback control of human alpha rhythm. Psychosomatic medicine, 36, no. 5, 399-410.
- MCLAUGHLIN, T.J., LEWIS, C.N. (1975). Feedback EEG reactivity and the social responsivity of psychiatric patients. Journal of Nervous and Mental Disease, 161, 336-342.
- MALCUIT, G., POMMERLEAU, A. (1977). Terminologie en conditionnement et apprentissage. Montréal: Les Presses de l'Université du Québec.
- MARTINIUS, J.W., HOOVEY, Z.B. (1972). Bilateral synchrony of occipital alpha waves, oculomotor activity and "attention" in children. Electroencephalography and clinical neurophysiology, 32, 349-356.
- MILLER, N.E. (1969). Learning of visual and glandular responses. Science, 163, 434-445.
- MILLER, N.E., BANUAZIZI, A. (1968). Instrumental learning by curarized rats of a specific visceral response, intestinal or cardiac. Journal of Comparative and Physiological Psychology, 65, 1-7.
- MILLS, G., SOLYOM, L. (1974). Biofeedback of EEG alpha in the treatment of obsessive ruminations: an exploration. Journal of behavior therapy and experimental psychiatry, 5, 37-41.
- MONTGOMERY, P.S. (1975). EEG alpha as an index of hysteroid and obsessoid personalities. Psychological reports, 36, 431-436.
- MORREL, F., JASPER, H.H. (1956). Electroencephalic studies of the formation of temporary connection on the brain. Electroencephalographic and clinical neurophysiology, 8, 201-215.

- MULHOLLAND, T.B. (1968). Feedback electroencephalography. Acta nervosa supplements, 10, no. 4, 410-438.
- MULHOLLAND, T.B. (1977). Biofeedback as a scientific method, in G. Schwartz et J. Beatty (Eds) Biofeedback: theory and research (pp. 9-28). New York: Academic Press Inc.
- MULHOLLAND, T.B. (1979). A proposed feedback method for studying the inhibition of EEG responses to visual stimuli. Psychophysiology, 16, no. 1, 61-65.
- MULHOLLAND, T.B., BENSON, F. (1976). Detection of EEG abnormalities with feedback stimulation. Biofeedback and Self-regulation, 1, 47-61.
- MULHOLLAND, T.B., MCLAUGHLIN, T.J., BENSON, F. (1976). Feedback control and quantification of the response of EEG alpha to visual stimulation. Biofeedback and Self-regulation, 1, 411-422.
- NEHER, A. (1961). Auditory driving observed with scalp electrodes in normal subjects. Electroencephalography and clinical neurophysiology, 13, 449-451.
- NOWLIS, D.P., KAMIYA, J. (1970). The control of electroencephalographic alpha rhythms through auditory feedback and the associated mental activity. Psychophysiology, 6, no. 4, 476-484.
- ORENSTEING, H.B., MCWILLIAMS, B. (1976). Variations in electroencephalographic alpha activity under conditions of differential lighting and auditory feedback. Biofeedback and self-regulation, 1, 423-432.
- ORNE, M.T., PASKEWITZ, D.A. (1974). Aversive situational effects on alpha feedback training. Science, 186, 458-460.
- PASKEWITZ, D.A., LYNCH, J.J., ORNE, M.T., COSTELLO, J. (1970). The feedback control of alpha activity: conditioning or disinhibition? Psychophysiology, 6, 637-638. (Abstract)
- PASKEWITZ, D.A., ORNE, M.T. (1973). Visual effects on alpha feedback training, Science, 181, 360-363.
- PASSINI, F.T., WATSON, C.G., DEHNEL, L., HERDER, J. (1977). Alpha waves biofeedback training therapy in alcoholics. Journal of clinical psychology, 33, no. 1, 292-299.
- PELLETIER, K.A. (1977). Developing a biofeedback model: alpha EEG feedback as a means for pain control. The international journal of clinical and experimental hypnosis, 25, no. 4, 361-371.

- PEPER, E. (1970). Feedback regulation of the alpha electroencephalogram activity through control of the internal and external parameters. Kybernetic, 7, 107-112.
- PEPER, E., MULHOLLAND, T.B. (1970). Methodological and theoretical problems in the voluntary control of electroencephalographic occipital alpha by the subject. Kybernetic, 7, 10-13.
- PFURTSCHELLER, G., MARESCH, H., SCHUY, S. (1977). Inter and intra-hemispheric differences in the peak frequency of rhythmic activity within the alpha band. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 46, 77-83.
- PLOTKIN, W.B. (1976). On the self-regulation of the occipital alpha rhythm: control strategies, states of consciousness and the role of physiological feedback. Journal of experimental psychology: general, 106, 109-121.
- PLOTKIN, W.B. (1977). On the social psychology of experiential states associated with EEG alpha biofeedback training, in J. Beatty & H. Legewie (Eds), Biofeedback & behavior (pp. 121-134). New York: Plenum Press.
- PLOTKIN, W.B. (1978). Long term eyes closed alpha enhancement training: effects on alpha amplitudes and on experiential state. Psychophysiology, 15, no. 1, 40-52.
- PLOTKIN, W.B., COHEN, R. (1976). Occipital alpha and the attributes of the "alpha experience". Psychophysiology, 13, no. 1, 16-21.
- PLOTKIN, W.B., MAZER, C., LOEWY, D. (1976). Alpha enhancement and the likelihood of an alpha experience. Psychophysiology, 13, 466-471.
- PODLESNY, J.A., RASKIN, D.C. (1974). Biofeedback: a failure to enhance alpha EEG. Psychophysiology, 11, 227-228. (abstract)
- POWERS, W.T. (1973). Behavior: The control of perception. Chicago: Aldine.
- PRESSNER, J.A., SAVITSKY, J.C. (1977). Effects of contingent and subject expectancies on electroencephalogram biofeedback training. Journal of consulting and clinical psychology, 45, no. 4, 713-714.
- PREWETT, M.J., ADAMS, H.E. (1976). Alpha activity suppression and enhancement as a function of feedback and instruction. Psychophysiology, 13, no. 4, 307-310.
- REGAN, D. (1972). Evoked potentials in psychology, sensory physiology and clinical medicine. London: Chapman and Hall Ltd.

- REGESTEIN, Q.R., PEGRAM, V., COOK, B., BRADLEY, D. (1974). Alpha rhythm percentage maintained during 4 and 12 hours feedback periods, in N.E. Miller, T.X. Barber, L.V. DiCara, J. Kamiya, D. Shapiro & J. Stoyva (Eds). Biofeedback and self-control (pp. 155-162). Chicago: Aldine-Atherton.
- REMOND, A. (Eds)(1976). Handbook of electroencephalography and clinical neurophysiology, vol. 6, part A: The EEG of the waking adult. Amsterdam: Elsevier.
- ROUSSE, L.O., PETERSON, J., SHAPIRO, G. (1975). EEG alpha entrainment reaction within the biofeedback setting and some possible effects of epilepsy. Physiological psychology, 3, no. 2, 113-122.
- ROUSSE, L.O., SOLOMON, G.F. (1977). Baseline procedures for application of EEG alpha biofeedback to the rehabilitation of criminal offenders. Corrective and social psychiatry and journal of behavior technology methods and therapy, 23, no. 2, 56-61.
- SCHMEIDLER, G., LEWIS, L. (1971). Mood changes after alpha feedback training. Perceptual and Motor Skill, 32, 709-710.
- SCHWARTZ, G.E., BEATTY, J. (1977). Biofeedback: Theory and Research. New York: Academic Press Inc.
- SELZER, F.A., FEHMI, L.G. (1975). Effects of rhythmical auditory signals on the electroencephalogram. Proceeding of Biofeedback Research Society at the sixth annual meeting, Monterey, California.
- SKINNER, B.F. (1938). The behavior of organisms: An experimental analysis. New York: Appleton.
- SKINNER, B.F. (1969). Contingences of Reinforcement. New York: Appleton-Century-Crofts.
- SOULAIRAC, A., HOSSARD, H., VIREL, A. (1977). Les effets du rythme alpha provoqué sur l'état clinique et l'électroencéphalogramme dans certains états anxieux. Annales médico-psychologiques, 135, no. 4, 704-711.
- STORM VAN LEEUWAN, W. et al. (1966). Proposal for EEG Terminology committee of the International Federation for Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 20, 293-320.
- STRAYER, F. (1970). Lateral eye movements as an index of alpha enhancement with auditory feedback. Thèse de maîtrise inédite, Université de Simon-Fraser.

- STRAYER, F., SCOTT, W.B., BAKAN, P. (1973). A reexamination of alpha feedback training: operant conditioning or perceptual differentiation? Canadian journal of psychology, 27, 247-253.
- TARLER-BENLOLO, L. (1978). The role of relaxation in biofeedback training: A critical review of the literature. Psychological Bulletin, 85, no. 4 727-755.
- TOWNSEND, R.E., NAITOH, P. (1975). Stabilization of alpha frequency by sinusoidally modulated light. Electroencephalography and clinical neurophysiology, 12, 1389-1391.
- TRAVIS, T.A., KONDO, C.Y., KNOTT, J.R. (1972). Interaction effects of sex of S and experimenter in biofeedback training. Biofeedback Annual, 507-508.
- TRAVIS, T.A., KONDO, C.Y., KNOTT, J.R. (1974a). Personality variables and alpha enhancement: a correlative study. The british journal of psychiatry, 124, 542-544.
- TRAVIS, T.A., KONDO, C.Y., KNOTT, J.R. (1974b). Alpha conditioning: A controlled study. Journal of Nervous and Mental Disease, 158, 163-173.
- TRAVIS, T.A., KONDO, C.Y., KNOTT, J.R. (1974c). Parameters of eyes closed alpha enhancement. Psychophysiology, 11, no. 6, 674-681.
- TWEMLOW, S.W., BOWEN, W.T. (1977). Sociocultural predictors of self-actualization in EEG biofeedback treated alcoholics. Psychological reports, 40, 591-598.
- VALLE, R., CHISHOLM, M., DEGOOD, D. (1975). The relation of state and trait personality factors to alpha controlling ability. Proceedings of the Biofeedback Research Society.
- VALLE, R., LEVINE, J.M. (1975). Expectation effects in alpha wave control. Psychophysiology, 12, 306-309.
- VAN DER TWEEL, L.H., VERDWIN LUNEL, H.F.E. (1965). Human visual responses to sinusoidally modulated light. Electroencephalography and clinical neurophysiology, 18, 587-598.
- WALSH, D.H. (1974). Interactive effects of alpha feedback and instructional set on subjective state. Psychophysiology, 11, 428-435.
- WALTER, V.J., WALTER, W.G. (1949). The central effects of rhythmic sensory stimulation. Electroencephalography and clinical neurophysiology, 1, 57-86.

- WATZLAWICK, D. (1978). La réalité de la réalité: confusion, désinformation, communication. Paris: Editions du Seuil.
- WEBSTER, W.R. (1971). The effects of repetitive stimulation on auditory evoked potentials. Electroencephalography and clinical neurophysiology, 30, 318-330.
- WELFORD, A.T. (1968). Fundamentals of skill. London: Methuen.
- WIENER, N. (1948). Cybernetics or control and communication in the animal and machine. Cambridge: M.I.T. Press.
- ZIRKEL, K., STEWART, R.A.C., PRESTON, C. (1977). Personality and attitudinal correlates of ability to increase alpha production in EEG biofeedback training. Psychologia, 20, no. 2, 107-110.