



HAL
open science

Étude électrophysiologie des processus attentionnels complexes chez les contrôleurs de la circulation aérienne pendant une tâche de détection auditive et visuelle complexe

Marie-Christine Dubroca, Bernard Claverie, Jacques Paty, Albert Ripon

► To cite this version:

Marie-Christine Dubroca, Bernard Claverie, Jacques Paty, Albert Ripon. Étude électrophysiologie des processus attentionnels complexes chez les contrôleurs de la circulation aérienne pendant une tâche de détection auditive et visuelle complexe. Pierre Goguelin. Psychologie du travail et société post-industrielle, Editions d'Application Psychotechnique; EAP, pp.465-471, 1984, ASIN : B000X9X1MC. hal-04527713

HAL Id: hal-04527713

<https://hal.science/hal-04527713v1>

Submitted on 30 Mar 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Association de Psychologie du travail de langue française

psychologie
du travail
et société
post-industrielle



ETUDE ÉLECTROCORTICALE DES PROCESSUS ATTENTIONNELS CHEZ LES CONTROLEURS DE LA CIRCULATION AÉRIENNE PENDANT UNE TACHE DE DÉTECTION AUDITIVE ET VISUELLE COMPLEXE

Marie-Christine DUBROCA (1-2), Bernard CLAVERIE (1), Jacques PATY (1) et Albert RIPON (2), BORDEAUX.

1 - INTRODUCTION

Le contrôle de la circulation aérienne est une tâche de surveillance qui demande au spécialiste de pouvoir détecter sur un écran un signal dont il ignore le moment et le lieu d'apparition. Il oblige le sujet à maintenir un niveau de performance élevé en faisant abstraction des principales sources de distraction. Les capacités d'attention et de vigilance sont sollicitées de manière importante, et les défaillances peuvent avoir des conséquences graves. Les contrôleurs de la circulation aérienne ont donc l'habitude, de par leur travail, d'être confrontés à des tâches attentionnelles visuelles ou auditives complexes.

Soumis à une importante masse d'informations, on admet classiquement qu'ils mettent en place des stratégies particulières de traitement de l'information. On peut alors formuler une hypothèse d'élaboration, chez ces sujets, de stratégies cognitives particulières, les différenciant d'autres sujets non entraînés dans ce type de tâches attentionnelles.

On sait, d'autre part, qu'il existe une capacité limite du traitement de l'information, relative à des étapes de ce traitement, et que modélise de manière assez satisfaisante la théorie de la «refractorite psychologique» (SMITH, 1967 ; SANDERS, 1980) sous forme de stades successifs de plus ou moins longue durée.

Les potentiels évoqués cérébraux tardifs liés aux événements (ERPs) en fournissent une «chronométrie» (RENAULT et al., 1982). Ils correspondent à des réponses bioélectriques à des modifications de l'environnement ou de l'état du sujet, et que l'on peut recueillir au niveau du scalp humain pour les amplifier et les enregistrer.

Dans cette étude, nous avons testé l'influence d'une tâche à complexité croissante visuelle sur une tâche de décision auditive ou visuelle pouvant simuler des conditions ergonomiques de détection sensorielle. Le protocole utilisé permet une approche simultanée des performances et des concomitants électrocorticaux des opérations mentales.

2 - MÉTHODES

Deux groupes mixtes de sujets jeunes (environ 35 ans) ont été constitués : l'un de 8 spécialistes entraînés (OCCA), l'autre constitué de manière comparable par des sujets non entraînés.

- (1) Groupe Psychophysologie Cognitive, Laboratoire de Médecine Expérimentale, Université de Bordeaux II, Domaine de Carreire, F. 33076 - Bordeaux cedex.
- (2) Section de Psychologie du Travail, Institut de Psychologie, Université de Bordeaux II, Esplanade des Antilles, F. 33405 - Talence cedex.

Chaque sujet a été soumis, de manière monotone, à une épreuve conditionnelle de type V.C.N. (variation contingente négative) avec temps de réaction (WALTER et al., 1964), selon un protocole de double tâche à cinq niveaux de complexité croissante (PATY et al., 1983 ; VIDAL, 1982). La tâche principale (VCN) correspond à une tâche de temps de réaction conditionné. La seconde consiste à identifier, selon les consignes, un puis plusieurs items dans une bande de stimulation visuelle comportant 27 types de figures géométriques (carrés, cercles ou triangles) de couleur (bleu, rouge ou vert) et de surface (petit, moyen ou grand) différentes, apparaissant 13 fois dans un ordre aléatoire, à un rythme rapide.

On enregistre durant l'épreuve l'activité électroencéphalographique des individus afin d'en extraire les potentiels lents pendant la tâche V.C.N.. Les dérivations utilisées sont respectivement en regard des aires frontales pour Fz, pariétales gauches et droites pour P3 et P4, et du vertex pour Cz. Un électro-oculogramme et un électrodermogramme sont enregistrés pour une rejection automatique des séquences artefactées. On mesure de même les temps de réaction et les taux de détection.

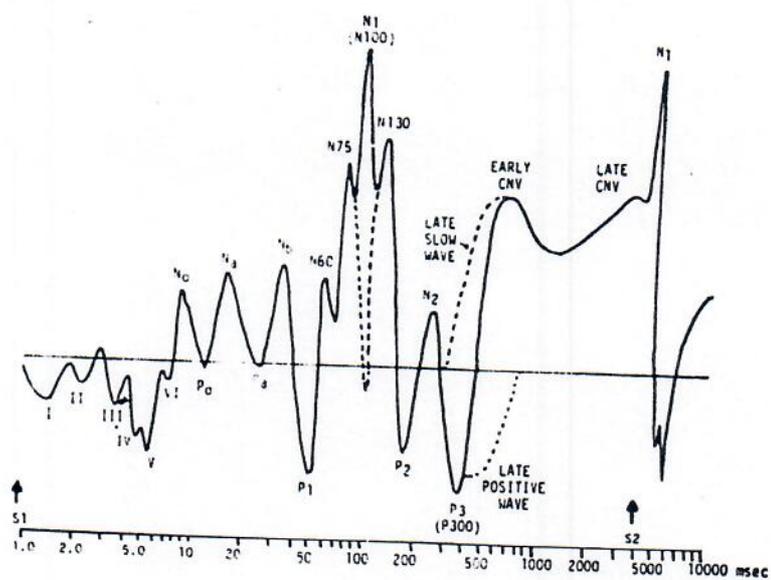


FIGURE 1

Potentiels évoqués corticaux (d'après Picton, 1978)

Nous avons plus particulièrement étudié les ondes N100, P200 et P300 évoquées à chaque stimulation (S1-S2) de la V.C.N. ainsi que divers paramètres de mesure de l'onde variation contingente négative (Na, Nb, Pb, Pc).

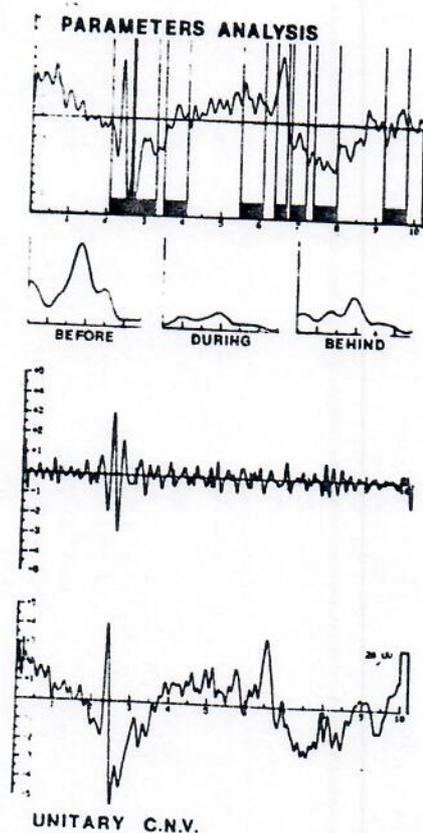


FIGURE 2

Méthode d'analyse des potentiels lents

On rappellera que l'onde variation contingente négative correspond à une modification du potentiel continu cérébral survenant dans les situations d'attente et interrompu par une réponse motrice. Le complexe N100-P200 est une composante du potentiel évoqué correspondant au début de l'analyse corticale de la stimulation. L'onde P300 est un potentiel endogène, postérieur à la prise de décision et révélateur d'une autoévaluation de la réponse à la stimulation.

3 - RÉSULTATS

Les résultats obtenus différencient les deux échantillons étudiés.

Le tableau suivant indique les paramètres significatifs ($p < 0.01$) obtenus à partir de la comparaison des groupes par le test non paramétrique C1 de Fisher-Yates-Terry.

TABEAU DES DIFFÉRENCES SIGNIFICATIVES ENTRE OCCA ET TÉMOINS

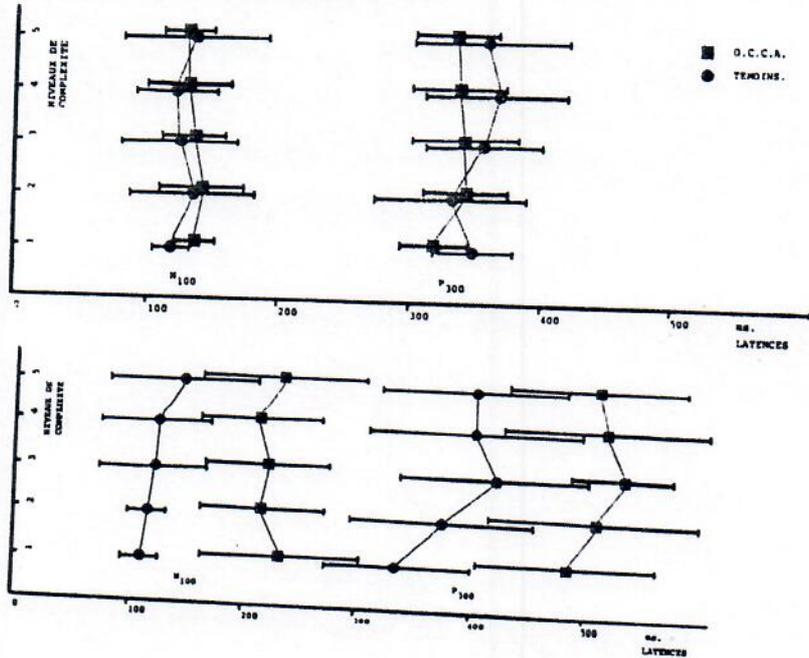
A = modalité auditive
V = modalité visuelle

> = supérieur chez les OCCA
< = inférieur chez les OCCA

Blanc = différence non significative entre OCCA et témoins

	Ondes	niveau 0	niveau 1	niveau 2	niveau 3	niveau 4
Latences	N1/S1	A >	A >	A >		
	P 300	A <				
	N1/S2	>V A >				
	P 300	>V A >				
Amplitudes	N1/S1	A >				
	P 300		<V A >	>V		A >
	N1/S2		<V A <			A >
	P 300	<V				A >
	NA NB PB PC		<V		<V <V	A >

Les latences de N1-P2 et P300 fournissent les données les plus discriminantes. On peut repérer un ralentissement des réponses à la seconde stimulation (S2) (situation d'expectative) dans le groupe des O.C.C.A..



FIGURES 3 et 4

Latence des potentiels N1 et P3 à la première stimulation et à la seconde stimulation de la VCN

Quelques indices de la V.C.N. présentent de même un intérêt. On observe une prépondérance à droite des amplitudes en modalité visuelle. Il existe une amplification à gauche chez les sujets entraînés en modalité auditive. Dans la même situation, les positivités post-impératives vont dans le sens d'une facilitation à gauche. En outre, ces sujets font preuve d'un comportement différent des zones pariétales, allant dans le sens d'une indépendance de la zone droite par rapport au stress engendré par la situation expérimentale. (CLAVERIE et al., 1982).

Ainsi en situation d'expectative, ces travailleurs présentent un décalage temporel correspondant à un double retard au niveau du complexe N1-P2 ainsi que dans l'émission de P300, alors qu'en situation spontanée, on ne note aucune différence significative.

Malgré ce retard, les temps de réaction ne sont pas affectés et correspondent à ceux de l'échantillon tout venant.

Nous avons ici affaire à un effet de l'entraînement, du moins de l'habitude du traitement perceptif dans des situations d'attention complexes. Cet effet n'est pas sensiblement différent pour les tâches auditives ou visuelles.

4 - DISCUSSION

Deux interprétations peuvent être envisagées :

- ces sujets savent mobiliser des stratégies cognitives supplémentaires antérieures à N1-P2 et occupant les canaux de traitement de l'information, l'analyse perceptive en étant d'autant retardée ; la simultanéité des T.R. correspondrait alors à une meilleure performance au niveau du traitement post P300 ;
- ou bien ils savent préprogrammer une étape habituellement postérieure à P300 ; hypothèse d'un décalage chronométrique.

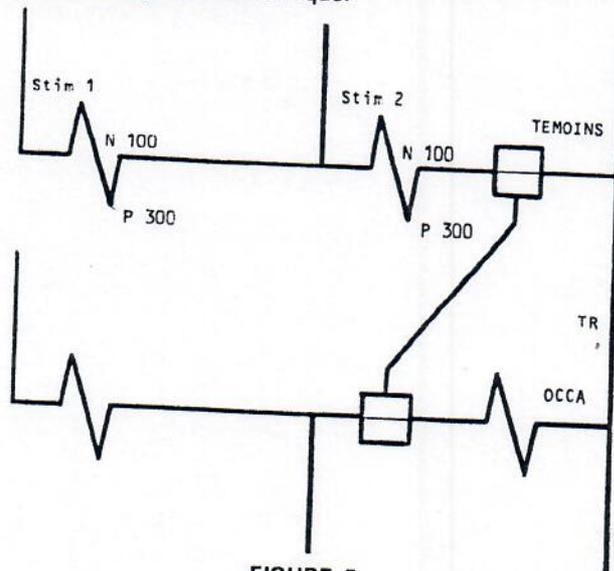


FIGURE 5

Modèle explicatif de la préprogrammation chronométrique des opérations mentales

La synchronisation des temps de réaction nous amène à privilégier cette dernière hypothèse. Il est en effet peu probable que le décalage additionnel puisse être parfaitement rattrapé par une meilleure performance.

En ce sens, il nous faut admettre la possibilité d'une «inversion cognitive» dans la succession des étapes du traitement. Nous serions confrontés à un cas de plasticité, d'adaptation des processus. Quoi qu'il en soit, cette mobilisation sélective d'une partie des processus attentionnels dans les situations complexes tend à montrer l'importance de l'entraînement au niveau des processus attentionnels complexes.

5 - BIBLIOGRAPHIE

- 1 - ANGIBOUST R., MARTIN A., DRIMANN R.K.L., NOLLAND R., COBY J. (1974) : Study of air traffic controllers, physiological reactions to mental effort, emotion and stress, Ass. Prof. Circulation Aérienne ed.
- 2 - BISSERET A. (1970) : Mémoire opérationnelle et structure du travail, Bulletin de Psychologie, 24, 281-294.
- 3 - CLAVERIE B., DUBROCA M.C., BERTHOMIEU J. (1983) : Effect of training on controllers during a dual decision task of increasing complexity, 7th. Int. Conf. on Event-Related Potentials of the Brain, Firenze : 4-10 Septembre 1983, Abstracts, 9-10.
- 4 - CLAVERIE B., PATY J., LAFON J.J., REMOND P., TEBEC J.L., SENICOURT J.M. (1982) : Effets psychophysiologiques des bruits impulsionnels sur les potentiels lents cérébraux, in P. GOGUELIN (Ed.) Psychologie du Travail : perspective 1990, Editions E.A.P., Paris, 575-582.
- 5 - DONCHIN E., RITTER W., MC CALLUM W.C. (1978) : Cognitive Psychology, the endogenous components of the E.R.P. in E. CALLAWAY, P. TUETING, S.H. KOSLOW (Eds.) Event-related brain potentials in man, Academic Press, New-York, 349-441.
- 6 - LEPLAT J., BISSERET A. (1965) : Analyse des processus de traitement de l'information chez le contrôleur de la navigation aérienne, Bulletin du C.E.R.P., 14, 1, 51-67.
- 7 - NAATANEN R., GAILLARD A., MANTYSALO S. (1978) : The N100 effect of selective attention reinterpreted, Acta Psychologica, 42, 313-329.
- 8 - PATY J., CLAVERIE B., BRUN A., DELIAC P., GIOUX M., BENSCH C. (1979) : Interférences émotionnelles et attentives et potentiels lents cérébraux, E.E.G. Neurophysiol., 9, IV, 408-417.
- 9 - PICTON T.W., CAMPBELL K.B., BARIBEAU-BRAUN J., PROULX G.B. (1978) : The neurophysiology of human attention : a tutorial review, in J. REQUIN (Ed.) Attention and Performance VII, Lawrence Erlbaum Ed., Hillsdale, 429-467.
- 10 - RENAULT B., RAGOT R., LESEVRE N., REMOND A. (1982) : Onset and offset of brain events as indices of mental chronometry, Science, 215, 1413-1415.
- 11 - RICHARD J.F. (1980) : L'attention, Presses Universitaires de France, Paris, 240 pages.
- 12 - SANDERS A.F. (1980) : Stage analysis of reaction processes, in G.E. STELMACH, J. REQUIN (Eds.) Tutorials in Motor Behavior, North-Holland, Amsterdam.
- 13 - SMITH M.C. (1967) : Theories of the psychological refractory, Psychol. Bull., 67.
- 14 - SNYDER E., HILLYARD S.A., GALAMBOS R. (1980) : Similarities and differences among the P3 waves to detected signals in three modalities, Psychophysiology, 17, 2, 112-122.
- 15 - SPERANDIO J.C. (1980) : La psychologie en ergonomie, Presses Universitaires de France, Paris, 238 pages.
- 16 - STERNBERG S. (1969) : Mental chronometry in human, in W.G. KOSTER (Ed.) Attention and performance, II, North-Holland, Amsterdam.
- 17 - TREISMAN A.M., DAVIES A. (1973) : Divided attention to ear and eye, in S. KORNBLUM, Attention and Performance, IV, Academic Press, New-York, 101-117.
- 18 - VIDAL F. (1982) : Influences des interactions audio-visuelles sur l'attention chez l'homme, Bordeaux : Thèse de médecine.
- 19 - WALTER W.G., ALDRIDGE V.J., COOPER R., McCALLUM C., COHEN J. (1964) : L'origine et la signification de l'onde d'expectative, Revue Neurologique, 111, 257-273.

6 - MOTS-CLEFS

Attention - Circulation aérienne - Electrophysiologie - Ergonomie - Homme - Potentiels évoqués - Potentiels lents - Processus cognitifs - Psychologie cognitive - Psychologie du travail - Psychophysiology, VCN.

7 - REMERCIEMENTS

Nous remercions de leur aimable participation les Officiers Contrôleurs de la Circulation Aérienne du C.R.N.A. Sud-Ouest, et plus particulièrement MM. M. LE-MERRER et P. JAQUARD.

Ce travail a été réalisé avec l'aide du Ministère de l'environnement (Action Bruit et Santé - contrat No 82-186).