

COMPORTEMENT DE PERSÉVÉRATION DANS UNE TÂCHE DE VIGILANCE AVEC CONNAISSANCE DES RÉSULTATS

Y. BAUMSTIMLER

*Laboratoire de Physiologie appliquée
au Travail,
Faculté de Médecins de Strasbourg, Strasbourg
(Reçu le 3. Novembre 1964)*

Le présent travail a deux objectifs:

- étudier l'effet de la nature correcte ou incorrecte d'une réponse à un signal rare et aléatoire dans le temps et dans l'espace sur la réponse au signal rare et aléatoire suivant;
- étudier dans quelle mesure l'effet précédent peut être modifié par l'état physiologique d'un individu.

Le dispositif expérimental comprend une tâche centrale répétitive de cinq choix à laquelle on a superposé des signaux périphériques rares pouvant apparaître à des moments imprévus. Selon leur coïncidence ou non avec signal déterminé de la tâche de choix, ces signaux constituent des signaux critiques ou non critiques.

La consigne du sujet est d'arrêter l'exécution de la tâche de choix lors d'un signal critique, mais de poursuivre celle-ci lors de la présentation d'un signal non critique.

Nous avons pu constater qu'une réponse incorrecte à un signal critique n'était pas due à la difficulté à percevoir les signaux visuels, mais à la difficulté d'intégration de deux signaux: le signal périphérique et le signal de la tâche de choix ainsi qu'à la difficulté à inhiber soudainement une tâche centrale dont l'exécution est devenue très automatique.

C'est pourquoi les expressions de «signal critique respecté» et de «signal critique violé», au lieu de signal critique détecté et de signal critique non détecté qui sont souvent utilisées, nous ont semblé plus adéquates pour exprimer les comportements impliqués dans notre tâche de vigilance.

Le sujet obtenait automatiquement une connaissance immédiate de sa bonne ou de sa mauvaise réponse. Cela nous permet l'étude de la probabilité conditionnelle d'un signal critique d'être violé sachant que le signal critique précédent était violé, aussi bien que de la probabilité conditionnelle d'un signal d'être violé sachant que le signal critique précédent était respecté. Lorsque la première de ces probabilités est plus élevée que la seconde nous parlons d'un «comportement de persévération». Un tel comportement est atténué par l'apprentissage et peut être influencé par des boissons. Par exemple l'alcool éthylique exagère un tel comportement de persévération en augmentant la probabilité conditionnelle d'un signal

critique d'être violé sachant que le signal critique précédent était violé, alors que la probabilité conditionnelle d'un signal d'être violé sachant que le signal critique précédent était respecté, ne varie pas.

Le premier objectif du présent exposé est d'étudier l'effet de la nature correcte ou incorrecte d'une réponse, dans le cadre d'une tâche de vigilance, sur la réponse au signal suivant. La loi de l'effet de *Thorndike* (1913) énonce que la récompense consolide les réponses alors que la punition les inhibe. *Thorndike* était amené en 1929 à rejeter le rôle négatif de la punition pour ne retenir que le rôle positif de la récompense; selon ce nouveau point de vue, si la récompense renforce la connexion entre un signal et une réponse, la punition ne l'affaiblit que peu ou pas.

Le deuxième objectif du présent exposé est d'étudier dans quelle mesure l'effet d'une réponse correcte ou incorrecte sur la conduite au signal suivant peut évoluer avec l'état physiologique d'un individu, lorsque celui-ci est modifié par l'action d'agents pharmacologiques.

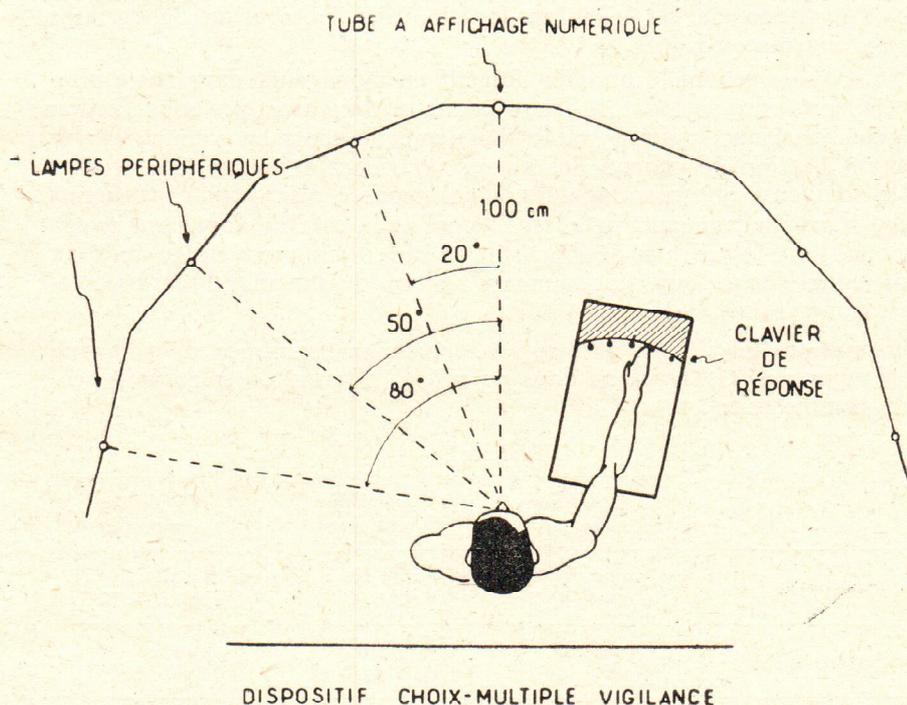
LE DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL UTILISÉ

La tâche effectuée par le sujet est la combinaison de deux tâches: une tâche centrale de choix et une tâche périphérique de vigilance (voir figure).

La tâche centrale de choix consiste dans la réponse à des chiffres (chiffres 1, 2, 3, 4, 5) apparaissant dans un ordre aléatoire sur un voyant lumineux situé en face du sujet. A chacun de ces 5 signaux-chiffres correspond un levier de réponse qui, actionné fait disparaître le signal-chiffre. La consigne donnée au sujet est de répondre «aussi vite que possible au signal-chiffre en essayant de faire le moins possible d'erreurs». La cadence de présentation des chiffres est uniquement déterminée par la rapidité de réponse du sujet.

La tâche de vigilance porte sur l'observation de signaux visuels périphériques situés à 20°, 50° et 80° de l'axe de vision du sujet. Un signal périphérique apparaît toujours en même temps qu'un signal-chiffre, il ne dure cependant que 0,4 seconde. La consigne donnée au sujet est de négliger ces signaux périphériques lorsqu'ils coïncident avec les chiffres 1, 2, 4 ou 5 mais par contre d'interrompre l'exécution de la tâche centrale lorsque les signaux périphériques coïncident avec le chiffre 3. Dans ce dernier cas, le chiffre 3 reste présenté pendant six secondes et est ensuite remplacé automatiquement par un nouveau chiffre-signal donnant ainsi au sujet l'ordre de reprendre l'exécution de la tâche de choix. La présentation d'un chiffre 3 concomitamment avec un signal périphérique constitue un *signal critique*. Ces signaux se présentent de façon aléatoire dans le temps; leur nombre varie autour d'une moyenne de 30 signaux critiques par séquence de travail d'une heure et demie.

Dans une expérience préliminaire, nous avons pu montrer qu'une réponse incorrecte au signal critique n'était pas due à la mauvaise perception des signaux périphériques; mais la réponse incorrecte semble due d'une part à la difficulté d'intégration des deux signaux constitutifs du signal critique, le signal-chiffre et le signal périphérique, et, d'autre part sur le plan moteur à la difficulté d'inhiber une tâche très automatique lors de l'apparition d'un signal rare. C'est pourquoi les expressions de »signaux critiques respectés« et de »signaux critiques violés« au lieu de »signaux critiques détectés« ou »non détectés« nous ont semblé traduire plus exactement les mécanismes en jeu dans notre tâche de vigilance.



Le sujet a une connaissance immédiate de sa bonne ou de sa mauvaise réponse au signal critique:

- lorsqu'il a violé un signal critique, sa réponse n'a pas fait disparaître le chiffre 3: il sait qu'il a commis une erreur.
- lorsqu'il a respecté un signal critique, une confirmation de sa bonne réaction lui est donnée par la présentation automatique d'un nouveau chiffre après le détail d'attente de 6 secondes.

Pour simplifier notre langage, nous utiliserons les expressions de signaux violés et de signaux respectés au lieu de signaux critiques violés et de signaux critiques respectés.

LE PLAN EXPÉRIMENTAL

Le plan expérimental a été conçu en fonction des deux objectifs que nous poursuivions:

a) l'étude de la nature correcte ou incorrecte d'une réponse sur la réponse au signal suivant.

b) l'évolution de cet effet en fonction de l'absorption de certains agents pharmacologiques.

Nous avons atteint le premier objectif en ménageant dans notre plan expérimental des périodes où les sujets ne se trouvaient pas sous l'action d'agents pharmacologiques, et le deuxième objectif en soumettant les sujets à l'action de chacun des agents pharmacologiques. Pour étudier l'effet d'agents pharmacologiques, nous avons choisi deux constituants de boissons couramment ingérées; l'alcool et la caféine dont nous avons comparé les effets à ceux de l'ingestion d'eau. Nous avons utilisé un plan dans lequel chaque sujet est soumis à l'action de chacune des trois boissons: eau, caféine, alcool.

Portant sur un effectif de 9 sujets répartis en 3 groupes, dont chacun a été soumis aux 3 boissons dans un ordre différent, ce plan se représente comme suit:

Tableau 1

	Condition «eau»	Condition «caféine»	Condition «alcool»
1 ^{re} passation	Groupe A Sujets 1, 4, 7	Groupe C Sujets 3, 6, 9	Groupe B Sujets 2, 5, 8
2 ^{ème} passation	Groupe C Sujets 3, 6, 9	Groupe B Sujets 2, 5, 8	Groupe A Sujets 1, 4, 7
3 ^{ème} passation	Groupe B Sujets 2, 5, 8	Groupe A Sujets 1, 4, 7	Groupe C Sujets 3, 6, 9

Pour la condition «alcool» nous avons réalisé une alcoolémie ne dépassant 0,5 g d'alcool par litre de sang, les ingestions qui étaient réparties sur 6 heures pour maintenir une alcoolémie suffisamment stable, correspondaient à une absorption d'un litre de vin à 11 degrés.

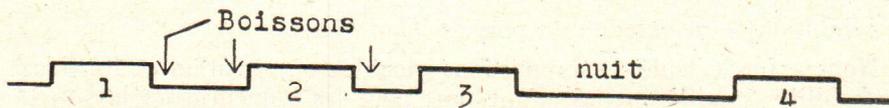
Pour la condition «caféine» l'ingestion totale était de 6 mg de caféine par kg de poids du corps réparti sur 6 heures, ce qui correspondait à

une absorption de 4 tasses de 100 cm³ de café de force moyenne. Les heures d'absorption étaient les mêmes que pour l'absorption de l'alcool.

ORGANISATION DES EXPÉRIENCES

Chaque expérience ou passation comportait 4 séquences d'exécution simultanée de la tâche de choix et de vigilance et d'une durée de 90 minutes.

La première séquence avait lieu avant l'absorption des boissons et la quatrième séquence après une nuit de récupération alors que les boissons n'agissaient plus.



Ces deux séquences nous permettent de connaître le niveau de performance indépendamment de l'effet des boissons. Pour les deuxième et troisième séquences, les sujets étaient sous l'effet des boissons.

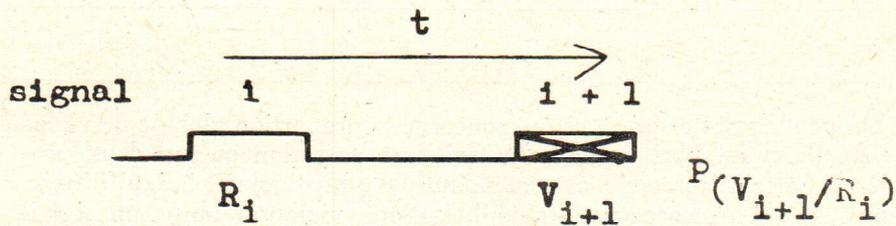
RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

Nous avons exprimé les résultats sous deux formes:

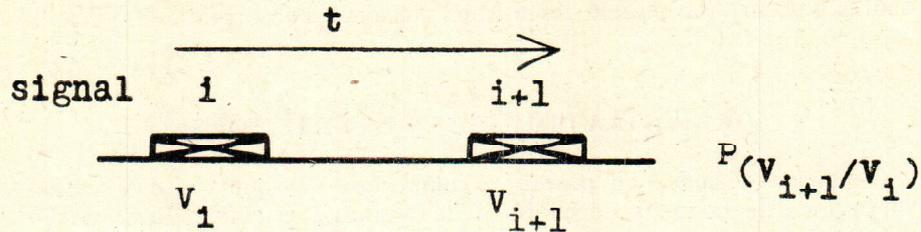
- a) sous la forme de proportions globales de violation.
- b) sous la forme de probabilités conditionnelles où l'on tient compte de la nature correcte ou incorrecte de la réponse au signal critique précédent.

Nous nous sommes intéressés à deux probabilités conditionnelles:

- a) la probabilité d'une violation lorsque le signal précédent était respecté:



b) la probabilité d'une violation lorsque le signal précédent était violé:



La première probabilité conditionnelle $P(V_{i+2}/R_i)$ estime le renforcement de la bonne réponse (R_i), et la deuxième probabilité conditionnelle $P(V_{i+1}/V_i)$ estime l'inhibition de la mauvaise réponse (V_i): renforcement et inhibition étant entendu au sens de *Thorndike*.

Nous avons calculé les proportions globales de violation et les deux probabilités conditionnelles, d'une part pour les séquences où les sujets n'étaient pas sous l'effet des boissons et, d'autre part pour les séquences où les sujets étaient sous l'effet des boissons. Nous présenterons successivement l'évolution de la proportion globale de violation et des probabilités conditionnelles au cours des passations successives et d'autre part l'influence des boissons sur la proportion globale de violation et sur les deux probabilités conditionnelles.

Nous avons représenté les résultats dans le tableau 2:

Tableau 2

Évolution de la proportion globale de violation et des probabilités conditionnelles au cours des passations successives

	P globale de violation	$P(V_{i+1}/R_i)$	$P(V_{i+1}/V_i)$
Passation 1	0,31	0,30	0,38
Passation 2	0,34	0,31	0,36
Passation 3	0,27	0,27	0,22

On peut constater qu'en ce qui concerne la proportion globale de violation celle-ci est plus faible à la troisième passation qu'aux deux premières. Cette différence n'est cependant pas statistiquement significative.

En ce qui concerne la probabilité d'une violation après un signal respecté, les différences apparaissent très faibles entre les trois passa-

tions comparés aux différences qui existent quand on considère la probabilité d'une violation après un signal violé. Cette probabilité conditionnelle diminue au cours des passations et ceci de manière significative entre la première et la troisième et entre la deuxième et la troisième. On peut donc conclure que l'effet de renforcement de la bonne réponse évalué par $P(v_{i+1}/R_i)$ se modifie peu au cours des expériences successives alors que l'effet d'inhibition de la réponse incorrecte, évalué par $P(v_{i+1}/v_i)$ augmente beaucoup.

Si maintenant on compare les deux probabilités conditionnelles pour une même passation, on constate qu'à la première et deuxième passations la probabilité d'une violation après un signal précédent violé est plus élevée que la probabilité d'une violation après un signal précédent respecté: il n'y a donc pas inhibition de la mauvaise réponse mais au contraire persévération de cette mauvaise réponse. Pour la troisième passation on peut constater que la probabilité d'une violation après un signal précédent respecté: il existe alors un effet d'inhibition de la mauvaise réponse.

Si les tests statistiques ne nous ont pas permis d'affirmer qu'il existe une différence statistiquement significative entre les deux probabilités conditionnelles, nous ne pouvons pas non plus conclure à l'existence d'effets de renforcement de la bonne réponse et d'inhibition de l'erreur; il semblerait plutôt que nous nous trouvions en présence d'un mécanisme évolutif où les erreurs auraient, en début d'apprentissage, un effet de renforcement propre qui diminuerait pour disparaître en cours d'apprentissage.

Nous avons représenté les résultats dans le tableau 3:

Tableau 3
Influence des boissons sur la proportion globale de violation et sur les deux probabilités conditionnelles

	P globale de violation	$P(v_{i+1}/v_i)$	$P(v_{i+1}/R_i)$
Eau	0,30	0,30	0,25
Caféine	0,31	0,31	0,35
Alcool	0,38	0,33	0,45

En ce qui concerne les proportions globales de violation, on peut constater que pour la boisson «alcool» la proportion est plus élevée que pour les deux autres boissons, cette différence n'est cependant pas statistiquement significative.

En ce qui concerne la probabilité d'une violation après un signal respecté on peut constater que les différences entre les trois boissons apparaissent très faibles comparées différences entre les probabilités d'une violation après un signal violé. On peut constater que la probabilité d'une violation après un signal violé est plus élevée lorsque les sujets avaient absorbé de l'alcool ou de la caféine que lorsqu'ils avaient absorbé de l'eau; ces différences sont statistiquement significatives.

Si maintenant on compare les deux probabilités conditionnelles pour une même boisson, on peut constater que la probabilité d'une violation après un signal violé est plus élevée que la probabilité d'une violation après un signal respecté lorsque les sujets avaient absorbé de la caféine ou de l'alcool. Au test statistique seule la différence entre les deux probabilités conditionnelles dans le cas de l'alcool est apparue significative. Il existe donc dans le cas de l'alcool un important effet de persévération de l'erreur.

CONCLUSION

Aussi bien pour l'effet d'apprentissage que pour l'effet des boissons, nous avons pu constater que la probabilité d'une violation après une violation est un critère plus sensible que la probabilité d'une violation après un signal respecté ou que la proportion globale de violation.

Dans notre tâche de vigilance, une violation correspond à l'assimilation de la situation nouvelle et rare constituée par l'apparition du signal critique, à la situation habituelle et fréquente. Au départ, nous avons fait l'hypothèse que toute violation signalerait aux sujets la nécessité d'intégrer davantage cet événement rare et imprévisible qu'est un signal critique, dans le comportement global d'exécution de la tâche. Il apparaît que cet effet de la violation sur la réponse au signal suivant est un facteur qui évolue beaucoup au cours de l'apprentissage et est modifié sous l'effet d'agents pharmacologiques.

Sadržaj

PERSEVERATIVNO PONAŠANJE U JEDNOM ZADATKU DETEKCIJE RIJETKIH SIGNALA (VIGILANCE) UZ POZNAVANJE REZULTATA

Ovaj rad ima dva cilja:

- proučiti utjecaj ispravne ili pogrešne reakcije na signal, koji je rijedak i nepredvidiv u prostoru i vremenu, na reakciju na idući signal, koji je rijedak i nepredvidiv,
- proučiti koliko fiziološko stanje ispitanika može modificirati prethodni efekt.

Ekperimentalni uređaj uključuje osnovni repetitivni zadatak od pet izbora. Na taj zadatak superponirani su periferni signali, koji su rijetki, a mogu se pojavljivati u nepredvidivo vrijeme.

Zadatak je ispitanika da prekine izvršavanje izbornog zadatka u času kad se javlja kritični signal, a da ga nastavi kad se pojavi nekritični signal.

Mogli smo ustanoviti da do pogrešne reakcije na značajan signal ne dolazi zbog teškoća u percipiranju vizuelnih signala već zbog teškoća u integraciji obiju signala: perifernog signala i signala izbornog zadatka, kao i zbog teškoća naglog inhibiranja osnovnog zadatka kojega se izvršavanje veoma automatiziralo.

Zbog toga nam se činilo da izrazi »odgovorni kritični signal« i »neodgovorni kritički signal« umjesto otkrivenog kritičnog signala i neotkrivenog kritičnog signala, koji se često upotrebljavaju, bolje odgovaraju ponašanju koje je uključeno u naše zadatke detekcije rijetkih signala (vigilance).

Ispitanik je odmah automatski dobivao informaciju da li je njegova reakcija ispravna ili nije. To nam omogućuje da odredimo potencijalnu vjerojatnost da se na jedan značajan signal neće reagirati ako se na prethodni nije reagiralo, kao i da odredimo potencijalnu vjerojatnost da se na jedan signal neće reagirati ako se prethodni značajni signal respektirao. Budući da je prva vjerojatnost veća od druge, govorimo o perseverativnom ponašanju. Vježbom se perseveracija smanjuje, a i piće može na nju djelovati. Tako npr. etilni alkohol povećava perseveraciju povećavajući potencijalnu vjerojatnost da se na jedan značajni signal neće reagirati ako znamo da se na prethodni kritični signal nije reagiralo, dok se potencijalna vjerojatnost da se na kritični signal neće reagirati ako znamo da je prethodni kritični signal bio respektiran, ne mijenja.

*Laboratorij za fiziologiju rada
Medicinskog fakulteta, Strasbourg*

Primljeno 3. XI 1964.