

L'ANNÉE PSYCHOLOGIQUE

TOME LXXVII (*Fascicule 2*)

MÉMOIRES ORIGINAUX

*Laboratoire de Psychologie expérimentale et comparée¹
Université René-Descartes et E.P.H.E., 3^e section
associé au C.N.R.S.*

LES CANAUX DE FRÉQUENCE SPATIALE SONT-ILS SUSCEPTIBLES DE S'ADAPTER ?

(Etude préliminaire)

par Andrei GOREA

SUMMARY

Observing a given Spatial Frequency elicits temporal threshold elevation for the detection of this same Spatial Frequency. This elevation reaches a maximum for inspection periods which are too short — below one second — to involve an explanation in terms of a neurosensory adaptation process. The duration of these inspection periods depends on the Spatial Frequency. It is also suggested that the temporal threshold for the detection of one grating depends on its Spatial Frequency in a similar manner as the contrast threshold depends on it (modulation transfer function).

La Fréquence Spatiale (F.S.) est définie comme une modulation unidimensionnelle du contraste exprimée en cycles par unité d'angle visuel.

Lorsqu'une certaine F.S. est présentée pendant une certaine durée, un certain nombre de phénomènes s'ensuivent : *a*) le seuil de détection de contraste d'une F.S. égale ou proche de la F.S. d'inspection est augmenté (Blakemore et Campbell, 1969) ; *b*) le contraste apparent d'une trame similaire diminue même si l'aire rétinienne stimulée par celle-ci n'est pas la même que l'aire

stimulée par la trame d'inspection (Weisstein et Bisaha, 1972) ; *c*) les effets de masquage proactif sur des trames de même F.S. et de même orientation augmentent (Gilinsky, 1967, 1968 ; White et Lorber, 1976) ; *d*) le rythme de disparition — *fading* — d'une ligne présentée en technique d'image stabilisée et de même orientation que la trame d'inspection est plus rapide que sans inspection préalable (Brown *et al.*, 1972) ; *e*) l'intervalle interstimulus (ISI) nécessaire pour qu'une trame en papillotement soit perçue comme stable diminue (Meyer *et al.*, 1975) ; *f*) la S.F. apparente d'une trame dont la F.S. objective est plus grande ou plus petite que celle de la trame d'inspection est augmentée ou diminuée respectivement (Blakemore et Sutton, 1969).

Les processus neurophysiologiques sous-jacents aux phénomènes observés (p. ex., adaptation neurosensorielle (ANS), inhibition) sont loin d'être connus, bien que les conclusions théoriques des auteurs y fassent référence et introduisent souvent une ambiguïté interprétative et méthodologique. Sharpe et Tolhurst (1973) montrent par exemple comment les expériences dites d'adaptation sélective (p. ex. Pantle et Sekuler, 1968) font appel à des processus neurophysiologiques dont la signification reste inconnue. Un processus d'ANS semblait plausible dans le domaine de la vision des couleurs où cette technique avait été introduite pour la première fois (Stiles, 1949), mais une fois utilisée dans d'autres domaines, sa signification devient purement heuristique. Il n'en est pas moins vrai que les auteurs se réfèrent à un processus d'ANS pour expliquer certains des phénomènes mentionnés plus haut.

Le présent travail est une approche préliminaire qui se propose de vérifier l'existence d'un processus d'ANS¹ dans le système visuel et responsable de la détection de la F.S.

Blakemore et Sutton (1969) définissent quatre catégories de phénomènes qui devraient être engendrés par une telle adaptation :

1. baisse de la sensibilité au long de la période d'inspection ;
2. augmentation du seuil de détection postinspection d'un sti-

1. On se réfère ici à une ANS comme étant le processus où, pour des temps de stimulation supérieurs aux temps nécessaires à une sommation temporelle complète, l'on observe une décroissance exponentielle de l'intensité de la réponse (p. ex. : décroissance de la sensibilité, diminution du nombre de *spikes/s*, etc.) suivie d'une récupération progressive de l'état antérieur à la stimulation.

mulus identique ou semblable au stimulus d'inspection ; 3. apparition spontanée après inspection d'une sensation de valeur opposée à celle engendrée par l'inspection ; 4. distorsion des stimulus se trouvant dans la même submodalité que le stimulus d'inspection. La manière dont ces phénomènes sont retrouvés — en bloc ou non — dépend de l'attribut étudié, le mouvement étant un exemple où on les retrouve tous les quatre (voir Bonnet, 1976). Quant à la F.S., bien que les arguments 1, 2 et 4 soient retrouvés dans les données mentionnées plus haut, il reste que l'argument 3 est difficilement imaginable pour cet attribut. Aucun auteur n'en fait mention. Il reste enfin à faire la remarque que les quatre phénomènes cités, même s'ils sont pris en bloc, ne sont pas nécessairement spécifiques d'un processus d'ANS bien qu'en tous les cas, un tel processus les engendrerait. Un processus d'inhibition latérale, par exemple, pourrait avoir des conséquences similaires (cf. Blakemore *et al.*, 1970). Il est donc à souligner que la valeur prédictive de ces phénomènes quant à l'existence d'un processus d'ANS sous-jacent est bien faible.

Les constantes temporelles du processus, et en particulier la durée d'inspection nécessaire pour que la sensibilité à une F.S. postinspection arrive à un minimum semble, par contre, être un indice de ANS bien plus fort. Dans le domaine de la vision d'attributs (F.S., mouvement, etc.), les auteurs (Barlow et Hill, 1963 ; Blakemore et Campbell, 1969 ; Blakemore *et al.*, 1970 ; Maffei *et al.*, 1973 ; Marks, 1974 ; Sekuler, 1975 ; Bonnet, 1976) tombent en général d'accord en affirmant que cette constante de temps est plutôt longue : de quelques secondes à quelques minutes. Il reste que les méthodes utilisées pour la mesurer dans le cas de la F.S. n'ont jamais estimé sa grandeur *initiale* (et qui correspond à un « minimum » de sensibilité). Les auteurs (Blakemore et Campbell, *op. cit.* ; Gilinsky, *op. cit.* ; Gilinsky et Cohen, 1972 ; Furchner et Young, 1975) mesuraient en effet la grandeur d'un phénomène se trouvant déjà sur sa pente de décroissance. Or, il a été montré pour l'attribut de taille (Ikeda et Obonai, 1953) que le taux de décroissance d'un effet consécutif diminue avec l'augmentation du temps d'une inspection préalable bien que sa grandeur initiale reste stable au-dessus d'une durée d'inspection qui est relativement brève¹. Il se peut donc

1. Bonnet (1976) souligne l'existence d'une corrélation négative entre le taux de décroissance d'un effet consécutif et son taux initial dans le cas d'un processus d'ANS.

que les longues durées trouvées par les auteurs mentionnés pour la F.S. soient dues au fait qu'ils mesuraient un taux de décroissance plutôt qu'une valeur initiale du phénomène.

L'étude ici présentée se propose de trouver le temps d'inspection nécessaire pour que le taux *initial* d'une éventuelle « adaptation » manifestée par l'élévation du seuil temporel de détection d'une trame postinspection, arrive au plateau. La grandeur de cette constante temporelle pourra offrir un indice quant à l'existence ou non-existence d'une ANS pour la F.S.

Un autre objectif de cette étude est d'examiner les différences éventuelles entre les caractéristiques temporelles des canaux¹ de F.S., suggérées par certains auteurs (p. ex. Kitterle et Rysberg, 1976).

MÉTHODE

SUJETS

Deux hommes et une femme ont pris part à l'expérience. Leur âge s'échelonnait entre 26 et 38 ans. Un des sujets avait une vue corrigée. Ils s'étaient portés volontaires et leur participation était rémunérée.

STIMULUS

Des photographies de trames sinusoidales verticales² générées sur l'écran d'un oscilloscope Tektronix et prises avec un appareil photographique Polaroid. Celles-ci étaient de 3, 5 et 10 cycles/degré. Un quatrième stimulus représenté par un champ homogène a été utilisé comme piège. Un champ identique au piège a été utilisé comme champ de repos. Tous les stimulus étaient collés sur une planche noire qui sous-tendait un champ de 4,50° verticalement et de 6,50° horizontalement. Les stimulus eux-mêmes sous-tendaient un champ rectangulaire de 3,33° verticalement et de 4,23° horizontalement, à une distance de 1,25 m de l'observateur qui les voyait en vision binoculaire.

Le contraste (C) étant défini comme : $C = (\text{lumin. max.} - \text{lumin.})$

1. La notion de canal a été empruntée au domaine de la technique — canal radio, filtre, etc. — et a été développée à l'intérieur de la théorie des systèmes. La découverte de formations de neurones répondant tous d'une manière identique à un certain attribut (ex. F.S.) d'un stimulus, lui a donné un fondement neurophysiologique.

2. On entend par trame sinusoidale une trame dont la variation de contraste est sinusoidale sur l'axe horizontal.

min.) / (lumin. max. + lumin. min.) était de 0,36 pour les stimulus-test et de 0,28 pour les stimulus d'inspection. Les stimulus-test de même que le piège étaient présentés sous une luminance moyenne de 5 cd/m², tandis que la luminance moyenne des stimulus d'inspection était de 22 cd/m². Le champ de repos était présenté sous une luminance de 17 cd/m². La différence de C entre les stimulus-test et les stimulus d'inspection était susceptible, d'une part, de diminuer les effets de persistance rétinienne (Bonnet et Habib, 1974) du stimulus d'inspection dont le contraste était relativement faible bien que largement au-dessus du seuil absolu de contraste (Campbell et Maffei, 1970 ; Franzen et Berkley, 1975) et, d'autre part, de diminuer la probabilité de confusion entre une telle persistance et le stimulus-test qui était plus contrasté. À part les différences mentionnées, le stimulus-test comme le piège était aussi et surtout discriminable du stimulus d'inspection grâce à quatre petites plages homogènes rectangulaires qui marquaient les quatre coins de la planche noire sur laquelle il était fixé. La luminance de ces plages était égale à la luminance moyenne du stimulus-test. Le seuil de détection de celles-ci était inférieur au seuil de détection de la trame-test.

APPAREILLAGE

Les stimulus étaient présentés dans un tachistoscope à trois canaux Scientific Prototype.

PROCÉDURE

Les seuils de détection des trames ont été obtenus en faisant varier le temps d'exposition de celles-ci. Ils ont été mesurés avec et sans inspection préalable. La condition sans inspection consistait à présenter le stimulus-test pour des durées d'exposition variables après que le sujet ait regardé pendant quelques secondes le champ de repos. Pour cette condition, une méthode des limites a été utilisée pour tous les sujets. Le seuil temporel a été défini comme étant la moyenne des deux temps d'exposition entre lesquels le sujet change de réponse pourvu qu'il maintienne sa nouvelle réponse pendant au moins deux essais consécutifs. Quatre mesures de seuil (deux séries ascendantes et deux séries descendantes) par sujet et par F.S. ont été obtenues. La condition avec inspection consistait à présenter le stimulus-test immédiatement après une inspection de durée variable d'une trame de F.S. identique ou différente de celle de la trame-test. Quatre combinaisons inspection-test (I/T) ont été retenues : 3/5, 5/5, 10/10 et 5/3 (où les chiffres représentent les F.S. des trames en cycles par degré). La condition 5/3 servait à vérifier l'éventuelle distorsion introduite par la persistance de la trame d'inspection, celle-ci étant dans ce cas facilement discriminable

de la trame-test. Deux méthodes psychophysiques ont été utilisées pour cette deuxième condition : pour les sujets OP et MG celle des limites, pour le sujet SF une méthode de double escalier psychophysique (Cornsweet, 1962).

Une première estimation du temps d'inspection à partir duquel aucune influence n'est plus constatée sur le seuil de détection de la trame-test a nécessité l'utilisation d'un grand nombre de durées d'exposition du stimulus d'inspection. Elles ont été : 250, 330, 410, 500, 590, 680, 800, 1 000, 2 000, 4 000 et 10 000 ms. Cette première approche a été faite avec le sujet OP et pour la combinaison 5/5. Pour les autres combinaisons expérimentales avec ce sujet, le nombre de durées d'exposition a été réduit à trois (300, 500 et 800), sauf pour la combinaison 3/3 où il a été de 5 (250, 330, 500, 680, 800)¹. Avec les sujets MG et SF, les durées d'inspection ont été de 150, 330, 500, 800 et 1 000 ms. Trois et deux mesures de seuil par combinaison ont été obtenues respectivement.

Quelques sondages ont été faits avec le sujet OP pour vérifier que l'augmentation du seuil n'était pas due à la luminance des trames d'inspection. Dans ce cas, le champ de repos restait le même, tandis que le stimulus d'inspection était un champ identique au champ de repos mais présenté sous une luminance supérieure à celui-ci et égale à la luminance moyenne des trames d'inspection. Les durées de présentation qui ont été testées ont été de 800 ms pour la trame-test 5, 500 pour la 3 et 330 pour la 10, à raison de deux essais par combinaison. Les essais ont eu lieu après le changement de critère.

Le nombre d'essais « piège » représentait approximativement 25 % du nombre des essais nécessaires pour le calcul d'un seuil.

RÉSULTATS

Le nombre de « fausses alarmes » (les essais où les sujets déclaraient avoir vu une trame lorsqu'on leur présentait un piège) a été relativement petit (0,5 %) et il n'en a pas été tenu compte.

1. En passant de la combinaison 5/5 aux autres combinaisons, les seuils du sujet OP ont baissé brusquement. Des observations ultérieures et accidentelles semblent indiquer que cette « chute » aurait été provoquée par un changement de critère et c'est dans ces termes qu'on s'y référera par la suite.

La combinaison 5/5 a dû être refaite afin de pouvoir comparer les résultats pour celle-ci avec ceux obtenus pour les autres combinaisons. Cette répétition a obligé à une diminution du nombre des durées d'exposition, le temps que ce sujet pouvait accorder à l'expérimentation étant limité. Il est pourtant nécessaire d'attirer l'attention sur le fait que, même après le changement de critère, le temps d'inspection critique reste dans la même zone.

Les seuils de détection obtenus sans inspection préalable augmentent avec la F.S. (de 6 ms pour la trame de 3 cycles/degré à 14 ms pour la trame de 10 cycles/degré) (fig. 1).

Une période d'inspection (soit-elle longue ou brève) d'une plage *homogène* et précédant la présentation du stimulus-test,

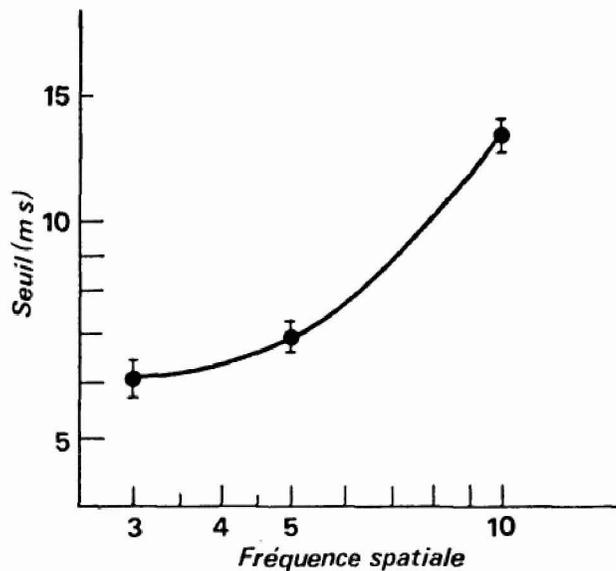


Fig. 1. — Seuils de détection des trames (ms) en fonction de leur F.S. Chaque point représente la moyenne de 12 mesures de seuil, 4 par sujet. Les tirets représentent l'erreur type.

n'induit aucune élévation du seuil de détection de celui-ci (fig. 2). Il conviendra donc de considérer les augmentations des seuils postinspection comme entièrement dues à la F.S. de la trame d'inspection.

Les figures 3 et 4 montrent, pour les sujets OP — avant changement de critère — et MG respectivement (le sujet SF a des résultats très similaires), que ces seuils augmentent avec la durée d'inspection jusqu'à un plateau. L'apparition du plateau a été estimée en ajustant deux fonctions linéaires par une méthode des moindres carrés selon une technique décrite par Bogartz (1968). Cette méthode appliquée aux données des trois sujets donne des points d'inflexion se trouvant aux alentours de 360 ms (tableau I).

Le nombre de mesures faites est insuffisant pour permettre une analyse statistique des différences éventuelles entre les points d'inflexion obtenus. La valeur moyenne de 360 ms reste pourtant importante dans la mesure où elle indique assez clairement que les points d'inflexion obtenus se trouvent *en dessous* d'une seconde.

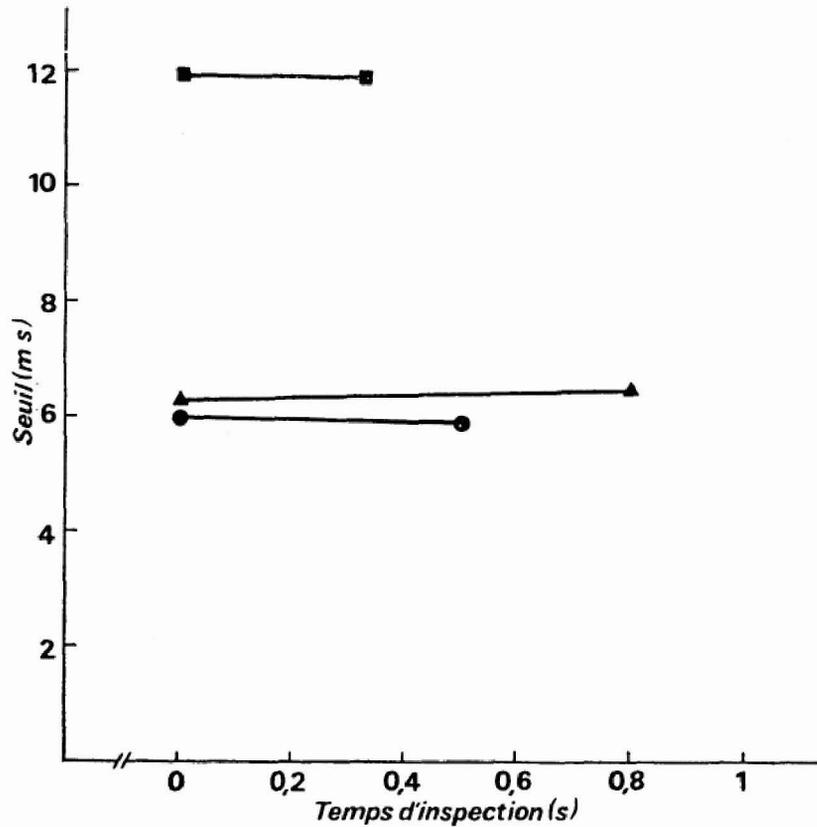


Fig. 2. — Seuils de détection des trames (ms) obtenus après différentes durées d'inspection d'une plage homogène et pour les F.S. : 3 cycles/deg (●), 5 cycles/deg (▲) et 10 cycles/deg (■) (voir texte).

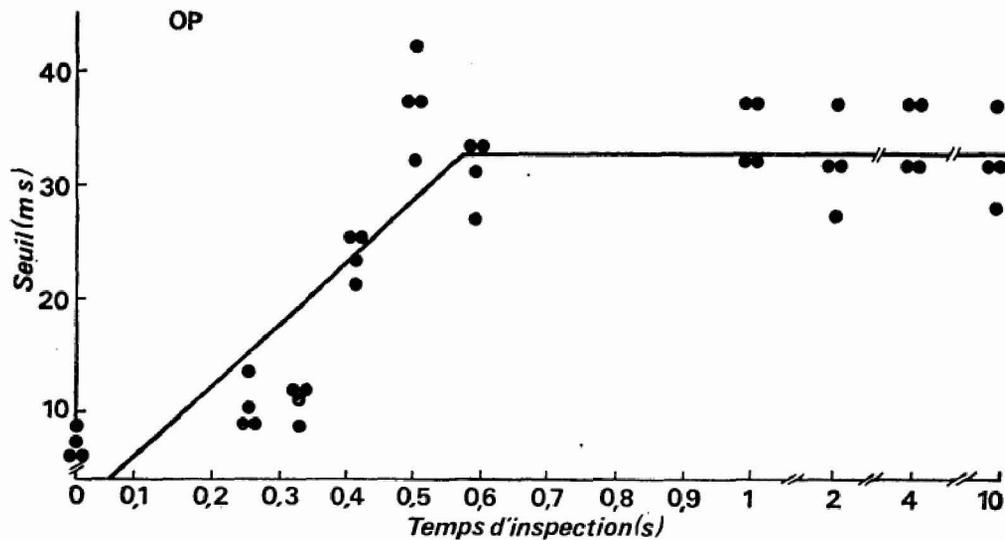


Fig. 3. — Les seuils de détection des trames (ms) en fonction de la durée d'inspection pour la combinaison 5/5 et pour le sujet OP (avant changement de critère). Les courbes ont été ajustées par la méthode de Bogartz (voir texte).

TABLEAU I
Equations et points d'inflexion des courbes ajustées
présentées dans les fig. 2, 3 a et 3 b

| Sujet | Combinaison | 1 ^{re} ligne | 2 ^e ligne | Point d'inflexion (ms) |
|-------|-------------|-----------------------|----------------------|------------------------|
| OP | 5/5 | $Y = 0,054 X + 1,33$ | $Y = 32,85$ | 583 |
| MG | 3/3 | $Y = 0,05 X + 9,0$ | $Y = 28,83$ | 396 |
| | 5/5 | $Y = 0,06 X + 8,1$ | $Y = 33,60$ | 425 |
| SF | 10/10 | $Y = 0,067 X + 14,46$ | $Y = 34,83$ | 304 |
| | 3/3 | $Y = 0,114 X + 5$ | $Y = 30,00$ | 219 |
| | 5/5 | $Y = 0,150 X + 6,23$ | $Y = 40,50$ | 228 |
| | 10/10 | $Y = 0,095 X + 14,25$ | $Y = 48,43$ | 359 |

Pour les résultats dans la combinaison 5/3 (fig. 4, cercles vides) il n'y a pas de courbes ajustées, le point d'origine (seuil sans inspection préalable) d'une telle courbe restant matière à discuter (à choisir entre le seuil pour la trame de 3 ou de 5 cycles/degré).

Le fait que ces résultats sont très similaires à ceux obtenus dans la combinaison 3/3 montre bien que les sensibilités respectives des canaux centrés sur une F.S. de 3 cycles/degré et des canaux centrés sur une F.S. de 5 cycles/degré se chevauchent. Cette constatation semble appuyer les données qui indiquent la

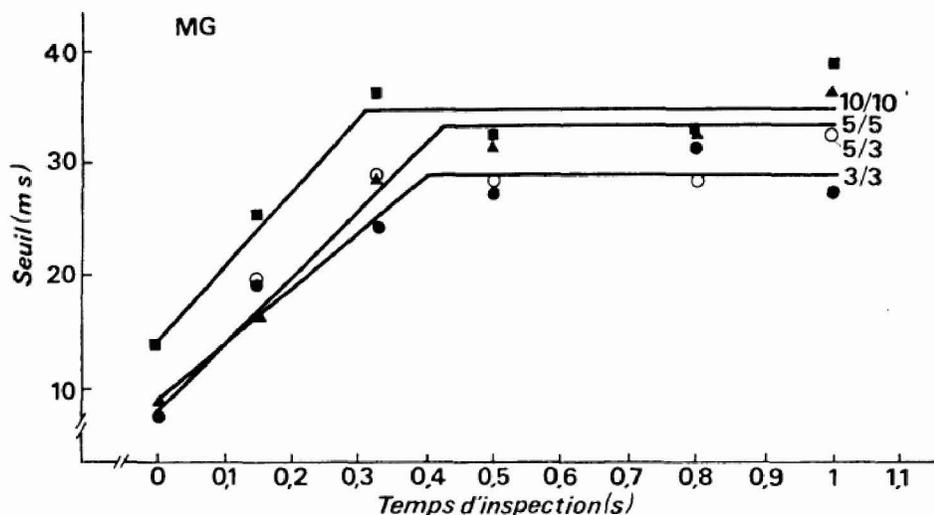


Fig. 4. — Les seuils de détection des trames (ms) en fonction de la période d'inspection pour les combinaisons : 3/3 (●), 5/5 (▲), 10/10 (■), 5/3 (○). Les courbes ont été ajustées par la méthode de Bogartz (sujet MG).

largeur d'un canal comme étant d'une octave (p. ex. Blakemore et Campbell, 1969 ; Pantle et Sekuler, 1968). Par ailleurs, la ressemblance des résultats dans la combinaison 5/3 — où le risque de confusion entre persistance et stimulus-test était pratiquement nul, les plages test et inspection étant différentes — et des résultats dans les autres combinaisons, montre que la persistance rétinienne n'a pas faussé d'une manière significative l'ensemble des résultats.

La figure 5 représente l'*augmentation relative* du seuil de détection pour les combinaisons 3/3, 5/5 et 10/10 et pour le sujet MG. (Les résultats des autres sujets sont analogues). L'augmentation relative a été calculée d'après la formule :

$$\frac{\text{seuil postinspection} - \text{seuil sans inspection}}{\text{seuil sans inspection}},$$

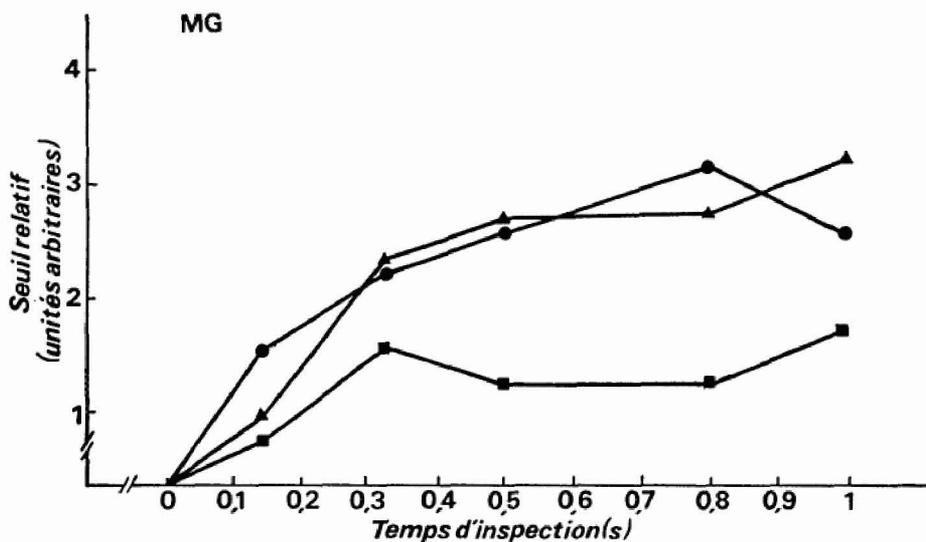


Fig. 5. — Les seuils de détection relatifs en fonction de la durée d'inspection pour les combinaisons : 3/3 (●), 5/5 (▲) et 10/10 (■) (sujet MG)

et elle rend compte de l'abaissement de la sensibilité par rapport à la sensibilité initiale pour une trame donnée.

Les résultats présentés dans la *figure 5* montre que cette augmentation est moindre pour la trame de 10 cycles/degré et pratiquement la même pour les trames de 3 et 5 cycles/degré.

Il reste enfin à signaler que les résultats obtenus avec la technique du double escalier psychophysique (sujet SF) sont très comparables à ceux obtenus par la méthode des limites. Une éventuelle « distorsion » méthodologique semble ainsi exclue.

DISCUSSION

Le temps d'inspection nécessaire pour que le seuil de détection d'une F.S. augmente (et que donc la sensibilité diminue) jusqu'à un plateau est relativement bref, se trouvant en dessous d'une seconde. De ce fait et en tenant compte des observations antérieures (voir l'introduction) il est peu probable que les canaux de F.S. s'adaptent dans le sens neurosensoriel du terme, même si le temps nécessaire pour que le seuil revienne à son état initial (sensibilité optimum) est relativement long (Gilinsky, 1967, 1968 ; Blakemore et Sutton, 1969), le temps de récupération de la sensibilité optimum, contrepartie d'une éventuelle récupération neurophysiologique, n'étant pas une variable pertinente pour inférer l'existence d'une ANS (voir aussi l'introduction).

Les constantes temporelles trouvées dans cette expérience pourraient faire penser aux constantes temporelles spécifiques d'une sommation temporelle complète (Houlihan et Sekuler, 1968 ; Young *et al.*, 1974 ; Kitterle et Rysberg, 1976). L'augmentation du seuil de détection de la trame-test se manifestant conjointement avec cette sommation présumée, pourrait se prêter à une explication en terme d'inhibition latérale. L'hypothèse d'un tel processus n'est certainement pas la seule envisageable. Elle est pourtant avancée par un nombre important d'auteurs : a) Young *et al.* (1974) l'invoquent comme étant le facteur principal induisant une diminution de la sensibilité proportionnelle à la durée d'exposition du stimulus inducteur¹ ; b) Corwin (1971) suppose que la composante inhibitrice de la réponse neuronale à la F.S. se développerait plus tardivement que sa composante excitatrice, fait qui expliquerait la diminution de la sensibilité avec le temps d'exposition ; c) White et Lorber (1976) suggèrent un processus d'inhibition entre plusieurs unités, toutes responsables de la même F.S. ; d) Stecher *et al.* (1973) font des références analogues en parlant d'inhibition entre canaux dont la largeur se trouverait bien en dessous d'une octave.

L'existence virtuelle d'une relation entre l'arrangement en colonnes des neurones sélectivement sensibles à l'orientation et la mise en évidence d'une inhibition latérale entre colonnes adja-

1. Les auteurs travaillent avec une trame unique et utilisent une procédure entièrement différente de celle utilisée ici. De plus, ils mesurent des seuils de luminance.

centes (Blakemore et Tobin, 1972) d'une part, et l'arrangement en lignes des neurones sélectivement sensibles à la F.S. (Maffei, 1976) d'autre part, fait que l'hypothèse d'une inhibition dans le cas de la F.S. n'est pas anatomiquement et physiologiquement déraisonnable.

Bien que cette étude ne permette pas de trancher le problème, les données qu'elle présente sont suffisantes pour mettre en doute une théorisation sur la sensibilité à la F.S. en terme d'ANS.

Les résultats obtenus font penser à des canaux de F.S. qui auraient des caractéristiques temporelles différentes. Celles-ci seraient similaires pour les trames de 3 et 5 cycles/degré (ordre de grandeur des seuils comparables ; points d'inflexion voisins ; augmentation relative du seuil semblable), mais différentes pour la trame de 10 cycles/degré. Ces données semblent donc donner raison aux auteurs qui estiment la largeur d'un canal de F.S. à une octave (voir plus haut).

La figure 1 fait penser à un isomorphisme entre les seuils temporels mesurés ici et les seuils de contraste obtenus par divers auteurs (Schadé, 1956 ; Campbell et Robson, 1968 ; Campbell et Maffei, 1970 ; Franzen et Berkley, 1975) pour ces mêmes F.S. Nous effectuons une étude plus extensive sur ce parallélisme qui confirme l'isomorphisme des fonctions de transfert de modulation obtenues par les deux méthodes (seuils de contraste et seuils temporels) sur toute la gamme de F.S.

On peut enfin supposer que les mêmes effets de diminution de la sensibilité à la F.S. que ceux obtenus dans cette étude pourraient être reproduits en faisant varier le contraste plutôt que le temps d'exposition des trames. L'utilisation du contraste comme variable expérimentale aussi bien que d'autres, comme la luminance, l'orientation, le taux de contour des trames, etc., dans les mêmes conditions expérimentales que celles utilisées dans cette étude préliminaire devrait donner un tableau d'ensemble de l'intégration temporelle de la F.S. et des relations entre ces variables.

RÉSUMÉ

L'observation d'une trame de fréquence spatiale donnée entraîne une élévation du seuil temporel de détection de cette trame. Cette élévation atteint une valeur maximum pour des durées d'inspection trop brèves — en dessous d'une seconde — pour qu'un processus d'adaptation neurosensorielle puisse

être invoqué. Ces durées varient avec la fréquence spatiale. Le seuil temporel de détection d'une trame varie lui aussi en fonction de la fréquence spatiale selon une fonction vraisemblablement similaire à celle du seuil de contraste (fonction de transfert de modulation).

BIBLIOGRAPHIE

- BARLOW (H. B.), HILL (G. S.). — Evidence for a physiological explanation of the waterfall phenomenon and figural after-effects, *Nature*, 1963, 28, 1345-1347.
- BLAKEMORE (C.), CAMPBELL (F. W.). — On the existence of neurons in the human visual system selectively sensitive to the orientation and size of retinal images, *Journal of Physiology*, London, 1969, 203, 257-260.
- BLAKEMORE (C.), CARPENTER (H. S.), GEORGESON (M. A.). — Lateral inhibition between orientation detectors in the human visual system, *Nature*, 1970, 228, 37-39.
- BLAKEMORE (C.), SUTTON (P.). — Size adaptation : a new after-effect, *Science*, 1969, 166, 245-247.
- BLAKEMORE (C.), TOBIN (E. A.). — Lateral inhibition between orientation detectors in cat's visual cortex, *Experimental Brain Research*, 1972, 15, 439-440.
- BOGARTZ (S. R.). — A least square method for fitting intercepting line segments to a set of data points, *Psychological Bulletin*, 1968, 70, 749-755.
- BONNET (C.). — Time factors in the processing of visual movement information, communication au VII^e Symposium « Attention et Performance », Sénanque, 1976 (à paraître).
- BONNET (C.), HABIB (P.). — Les moirés visuels : rôle de la persistance rétinienne, *Année Psychologique*, 1974, 74, 501-506.
- BROWN (D. R.), SCHMIDT (M. J.), COSGROVE (M. P.), ZUBER (J. J.). — Stabilized images : further evidence for central pattern processing, *Psychonomic Science*, 1972, 29, 106-108.
- CAMPBELL (F. W.), MAFFEI (L.). — Electrophysiological evidence for the existence of orientation and size detectors in the human visual system, *Journal of Physiology*, London, 1970, 207, 635-652.
- CAMPBELL (F. W.), ROBSON (J. G.). — Application of Fourier analysis to the visibility of gratings, *Journal of Physiology*, London, 1968, 197, 559-566.
- CORNSWEET (T. N.). — The staircase method in psychophysics, *American Journal of Psychology*, 1962, 75, 485-491.
- CORWIN (T. R.). — Effect of masking by light on the apparent contrast of flashed gratings, *Journal of Optical Society of America*, 1971, 61, 1172-1176.
- FRANZEN (O.), BERKLEY (M.). — Apparent contrast as a function of modulation depth and spatial frequency, *Vision Research*, 1975, 15, 655-660.
- FURCHNER (L. S.), YOUNG (S. J.). — Recovery from adaptation as a function of stimulus orientation, *Perception and Psychophysics*, 1975, 17, 117-124.
- GILINSKY (S.), ALBERTA. — Masking of contour-detectors in human visual system, *Psychonomic Science*, 1967, 8, 395-396.
- GILINSKY (S.), ALBERTA. — Orientation specific effects of patterns of adapting light on visual acuity, *Journal of Optical Society of America*, 1968, 58, 13-18.
- GILINSKY (S.), ALBERTA, COHEN (H. H.). — Reaction time to change in visual orientation, *Perception and Psychophysics*, 1972, 11, 129-134.
- HOULIHAN (K.), SEKULER (R. W.). — Contour interactions in visual masking, *Journal of Experimental Psychology*, 1968, 17, 281-315.

- IKEDA (H.), OBONAI (T.). — The quantitative analysis of figural after-effects, I : The process of growth and decay of figural after-effects, *Japanese Journal of Psychology*, 1953, 23, 246-260 ; 24, 59-66 (résumé en anglais).
- KITTERLE (F. L.), RYSBERG (A. Jane). — The effect of exposure duration on the apparent contrast of gratings, *Perception and Psychophysics*, 1976, 19, 335-338.
- MAFFEI (L.), — *The spatial frequency row*, communication au XXI^e Congrès international de Psychologie, Paris, 1976.
- MAFFEI (L.), FIORENTINI (A.), BRISTI (S.). — Neural correlate of perception adaptation to gratings, *Science*, 1973, 182, 1036-1038.
- MARKS (L. E.). — *Sensory processes : the new psychophysics*, New York, Academic Press, 1974.
- MEYER (G. E.), LAWSON (R.), COHEN (W.). — The effects of orientation specific adaptation on duration of short-term visual storage, *Vision Research*, 1975, 15, 569-572.
- PANTLE (A.), SEKULER (R. W.). — Size detecting mechanisms in human vision, *Science*, 1968, 162, 1146-1148.
- SCHADE (O. H.). — Optical and photoelectric analogue of the eye, *Journal of Optical Society of America*, 1956, 46, 721-739.
- SEKULER (R. W.). — Visual motion perception, in E. C. CARTERETTE et M. P. FRIEDMAN (Eds), *Handbook of Perception*, vol. V : *Seeing*, New York Academic Press, 1975.
- SHARPE (C. R.), TOLHURST (D. J.). — Orientation and spatial frequency channels in peripheral vision, *Vision Research*, 1973, 13, 2103-2112.
- STECHER (S.), SIGEL (C.), LANGE (R. V.). — Composite adaptation and spatial frequency interaction, *Vision Research*, 1973, 13, 2527-2531.
- STILES (W. S.). — Increment thresholds and the mechanisms of color vision, *Documenta Ophthalmologica*, 1949, 3, 138-165.
- WHITE (C. W.), LORBER (C. M.). — Spatial frequency specificity in visual masking, *Perception and Psychophysics*, 1976, 19, 281-284.
- WEISSTEIN (N.), BISAHA (J.). — Gratings mask bars and bars mask gratings, *Science*, 1972, 176, 1047-1049.
- YOUNG (R. S. L.), DIAMOND (A. L.), COLE (R. W.). — Effects of inducer duration and separation on test threshold, *Vision Research*, 1974, 14, 83-88.

(Accepté le 7 février 1977.)