

Stevens (1906-1973)



Gustav Fechner (1801-1887)



**LE PARADIGME
DE LA PSYCHOPHYSIQUE
POUR
L'ÉTUDE DE LA COGNITION**



Ernst Weber (1795-1878)

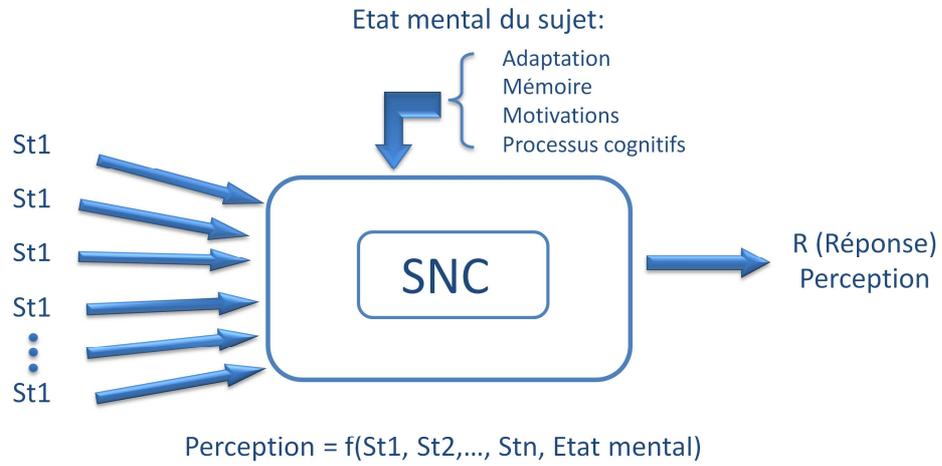


Pierre Bouguer (1698-1758)

Plan du cours

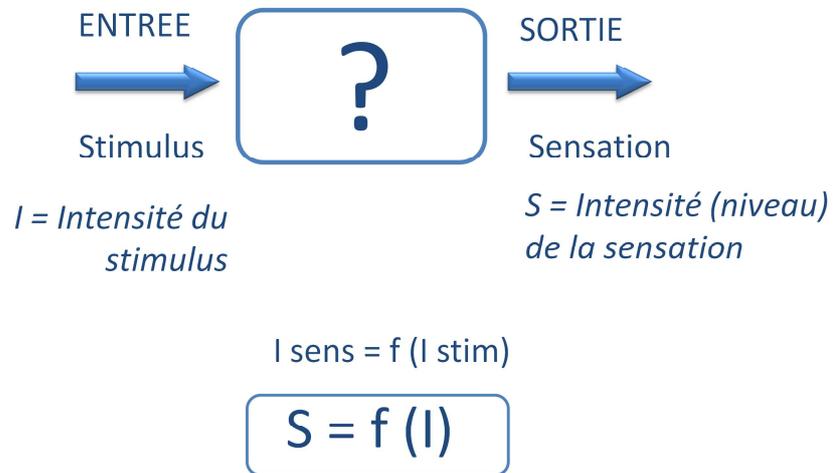
- **Psychophysique généralité**
- **Mesure de seuil**
 - Seuil absolu
 - Seuil différentiel
- **Techniques de mesures de seuil**
 - Méthode d'ajustement
 - Méthode des limites
 - Méthode de stimuli constant
- **Entrainement à la mesure de seuil**
- **Discussion**
- **Application: exemple du phénomène phi**

Psychophysique: généralités



PARADIGME PSYCHOPHYSIQUE POUR L'ETUDE DE LA COGNITION

Psychophysique: généralités



PARADIGME PSYCHOPHYSIQUE POUR L'ETUDE DE LA COGNITION

1. Etude des corrélations entre stimuli physiques et sensations, sans qu'on ne tienne compte d'aucun intermédiaire physiologique.

Psychophysique: généralités



La psychophysique classique emploie des paradigmes où $R_s \rightarrow R_j$ est considérée comme constante.

Psychophysique: généralités

Différence entre perception et sensation.

Une sensation est un évènement psychique élémentaire résultant d'une modification de l'environnement.

Une perception est une intégration de plusieurs sensations, des connaissances et attentes du sujet. Une perception n'est donc pas uniquement déterminée par la stimulation.

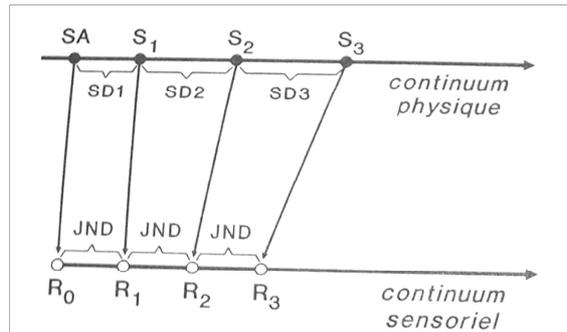
PARADIGME PSYCHOPHYSIQUE POUR L'ETUDE DE LA COGNITION

1. D'ordre épistémologique: la psychophysique semble établir a priori une distinction entre univers objectif et univers subjectif. Est-il raisonnable de mettre en rapport ces deux univers ? De surcroît, le monde objectif nous est-il pénétrable ? N'avons-nous accès qu'à notre représentation du monde ? N'y a-t-il pas un seul monde, le monde du sujet ? Exemple: l'existence d'un arc en ciel.
2. Postulat de l'enaction en opposition avec la conception Cognitiviste ou la conception Psychophysique

Psychophysique: généralités

Description de l'univers physique : défini comme un *continuum physique*.

Description de l'univers sensoriel : la psychophysique postule la démarche identique appliquée au domaine sensoriel. Toute sensation peut être caractérisée par une grandeur subjective (qu'on appelle *qualité*). Bien souvent on utilise des échelles nominales (par exemple dans le cas de la description des couleurs) mais par une méthode de comparaison (par exemple dire si un son est plus aigu qu'un autre) on admet un *continuum sensoriel*.



PARADIGME PSYCHOPHYSIQUE POUR L'ETUDE DE LA COGNITION

Continuum physique: Les différentes dimensions physiques sont orthogonales l'une de l'autre, c'est-à-dire qu'elle peuvent varier indépendamment l'une de l'autre.

Continuum sensoriel: Les dimensions du domaine sensoriel ne sont pas complètement orthogonales. Par exemple, le contraste chromatique a une influence sur la teinte. Mais chaque grandeur n'influe pas de manière exclusive sur une seule grandeur subjective.

Psychophysique: généralités

Autre Exemple:

Pour la luminance, fraction de Weber est de $1/62$, soit 1.6%.

C'est-à-dire qu'il faut ajouter 1.6% à une intensité lumineuse donnée pour que la nouvelle intensité soit perçue comme différente.

Ainsi, il suffira qu'une ampoule donne 102 watts pour qu'elle soit perçue plus forte qu'une ampoule de 100 watts ($>1.6\%$). Mais il faudra qu'une ampoule donne 508 watts pour qu'elle soit perçue plus intense qu'une ampoule de 500 watts.

C'est pour cette raison que les ampoules tri-way 100/150/200 watts paraissent augmenter l'éclairage beaucoup plus quand on passe de 100 à 150 que de 150 à 200 watts (pour une augmentation identique dans chaque cas de 50 watts). Mais l'intensité n'est pas la seule qualité qui permet de caractériser un stimulus.



PARADIGME PSYCHOPHYSIQUE POUR L'ETUDE DE LA COGNITION

Continuum physique: Les différentes dimensions physiques sont orthogonales l'une de l'autre, c'est-à-dire qu'elle peuvent varier indépendamment l'une de l'autre.

Continuum sensoriel: Les dimensions du domaine sensoriel ne sont pas complètement orthogonales. Par exemple, le contraste chromatique a une influence sur la teinte. Mais chaque grandeur n'influe pas de manière exclusive sur une seule grandeur subjective.

Exemple:

Pour la luminance, fraction de Weber est de $1/62$, soit 1.6%.

C'est-à-dire qu'il faut ajouter 1.6% à une intensité lumineuse donnée pour que la nouvelle intensité soit perçue comme différente.

Ainsi, il suffira qu'une ampoule donne 102 watts pour qu'elle soit perçue plus forte qu'une ampoule de 100 watts ($>1.6\%$). Mais il faudra qu'une ampoule donne 508 watts pour qu'elle soit perçue plus intense qu'une ampoule de 500 watts.

C'est pour cette raison que les ampoules tri-way 100/150/200 watts paraissent augmenter l'éclairage beaucoup plus quand on passe de 100 à 150 que de 150 à 200 watts (pour une augmentation identique dans chaque cas de 50 watts). Mais l'intensité n'est pas la seule qualité qui permet de caractériser un stimulus.

Psychophysique: généralités

Stimulation lumineuse	Sensation visuelle
Intensité (w) ou luminance (cd/m ²)	Luminosité (sombre, clair)
Chrominance :	Chromaticité :
Longueur d'onde (nm)	Teinte (rouge, vert)
Facteur de pureté (%)	Saturation (pâle, vif)

Mesure de seuil :

La mesure de seuil :

A partir de quel moment nous percevons-nous une stimulation?

- Quelle est la puissance de nos appareils sensoriels
- Mieux caractériser l'input d'un système pour mieux évaluer les fonctions du système: La mesure de seuil un outil pour l'étude de la cognition.

Comment calculer le seuil de détection d'une stimulation?

- Mesure de seuil absolue (SA)

Comment calculer le pouvoir discriminatif de notre appareillage sensoriel?

- Mesure de seuil différentiel (SD)

PARADIGME PSYCHOPHYSIQUE POUR L'ETUDE DE LA COGNITION

Exemples de seuils absolus:

- A partir de quel décibel, un son est perçu comme douloureux?
- A partir de quelles fréquences de présentations, a-t-on une illusion de mouvement? → Cinéma, dessin animé.
- Quelle est la quantité minimale de pastis faut-il mettre dans un verre d'eau pour ressentir le goût de l'anis?

Exemples de seuils différentiel:

- A partir de quelle distance deux points sont-ils perçus comme deux points différents? Acuité visuelle
- Combien percevons nous de couleurs dans l'arc en ciel (le continuum chromatique du spectre visible) ? Des chercheurs ont trouvés que l'homme percevait environ 300 000 teintes différentes pour une même luminosité.
- A partir de quelle concentration du sucre différencie-t-on le coca-cola du pepsis?

Mesure de seuil : seuil absolu

Seuil absolu (SA) :

= valeur minimale du stimulus pouvant provoquer une sensation juste perceptible. SA définit l'origine de l'échelle de sensation. On note R_0 , la sensation zéro.

Le seuil de détection est l'intensité pour laquelle le stimulus est détecté,

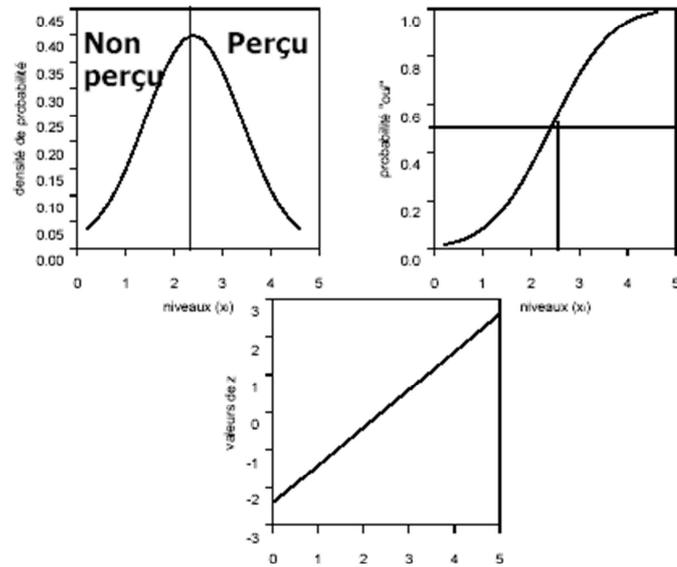
- dans 50% des cas dans un paradigme OUI-NON
- dans 75% des cas dans un paradigme de choix forcé

PARADIGME PSYCHOPHYSIQUE POUR L'ETUDE DE LA COGNITION

- Le seuil de détection: C'est la limite, définie statistiquement, de la perception de la présence d'une stimulation. A bien différencier de l'identification, qui est la reconnaissance de ce qui est présenté.
- Paradigme oui-non: avez-vous vu qqchose? Le sujet appuis sur une touche s'il a perçu qqchose.
- Paradigme de choix forcé: le stimuli apparaît à gauche ou à droite? Réponse sur deux touches.

Mesure de seuil : seuil absolu

En théorie: le calcul du SA:



PARADIGME PSYCHOPHYSIQUE POUR L'ETUDE DE LA COGNITION

1. Courbe psychométrique

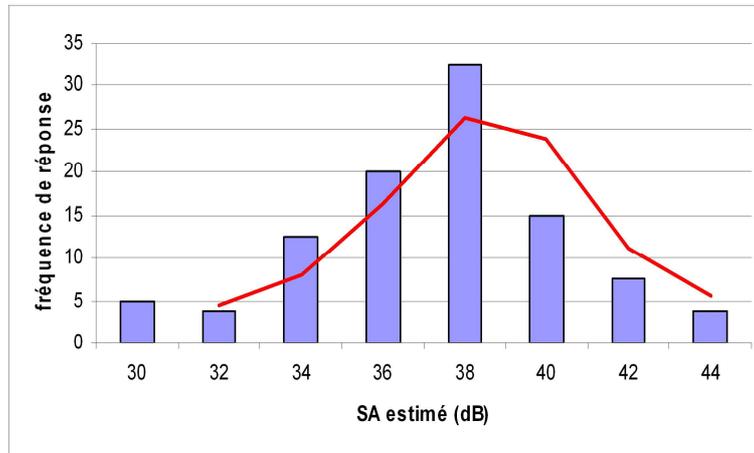
Mesure de seuil : seuil absolu

Exemple :

Le sujet ajuste le niveau acoustique d'un son pur de 100Hz pour obtenir une sensation qu'il considère comme juste perceptible. On répète cela 80 fois.

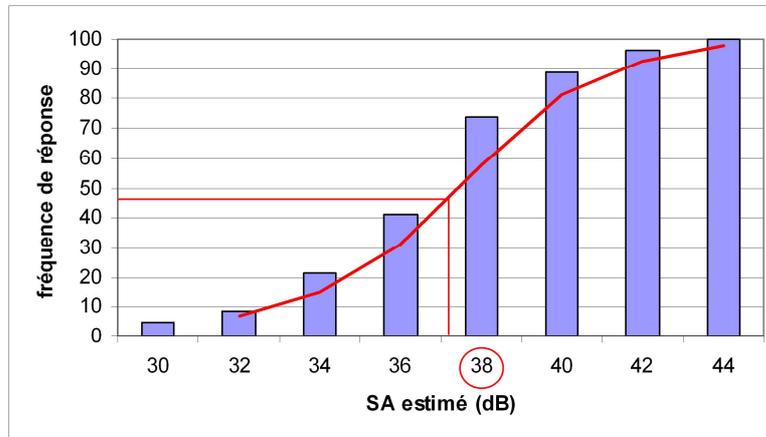
SA estimé (en dB)	effectif (nombre d'essais)	effectif cumulé	fréquence	fréquence cumulée
30	4	4	5	5
32	3	7	3,75	8,75
34	10	17	12,5	21,25
36	16	33	20	41,25
38	26	59	32,5	73,75
40	12	71	15	88,75
42	6	77	7,5	96,25
44	3	80	3,75	100

Mesure de seuil : seuil absolu



Le SA est la valeur du niveau sonore la plus probable, c'est-à-dire celle qui correspond au mode de la distribution (ici), soit 38dB.

Mesure de seuil : seuil absolu



Le modèle ainsi obtenu (la courbe rouge) est la *fonction psychométrique*. (car hypothèse d'un continuum sensoriel)

Mesure de seuil : seuil différentiel

Seuil différentiel (SD) :

=quantité minimale dont un stimulus doit varier pour produire une sensation différente.

- SD défini l'écart minimum entre deux sensations et correspond à la plus petite graduation de l'échelle de sensation. (en anglais JND : *just noticeable difference*).

- Par définition, le seuil différentiel est l'écart entre deux valeurs du stimulus qui a une chance sur deux d'être perçu. On note D_0 , la variation minimum capter par le sujet.

- Le seuil différentiel est la différence des deux intensités perçue dans 75% des cas. Si on perçoit la différence entre deux stimuli dans 75% des cas, on atteint le seuil différentiel.

Exemple : on demande au sujet lequel des deux stimuli lumineux présenté est le plus intense. Il est obligé de choisir, n'a pas le droit de dire que les deux signaux sont également intenses.

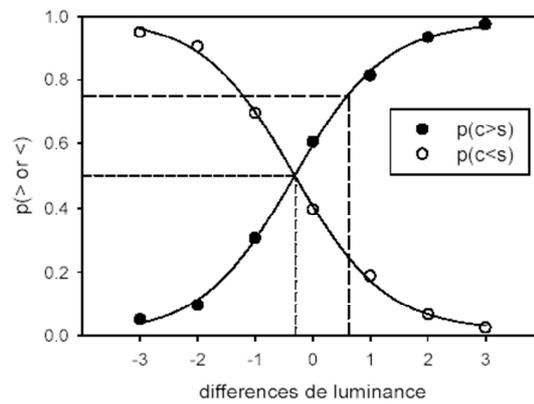
PARADIGME PSYCHOPHYSIQUE POUR L'ETUDE DE LA COGNITION

- Le SD appartient au domaine physique alors que le JND appartient au domaine sensoriel.
- La discrimination: L'un des stimuli est toujours de même intensité : c'est le stimulus étalon. L'autre est plus ou moins intense selon les essais, c'est le stimulus de comparaison.

Mesure de seuil : seuil différentiel

Méthode: L'un des stimuli est toujours de même intensité : c'est le stimulus étalon. L'autre est plus ou moins intense selon les essais, c'est le stimulus de comparaison.

Le point d'égalisation subjective PES est la valeur du stimulus de comparaison qui est aussi souvent jugée plus grande que plus petite que l'étalon.



Méthodes de calcul de seuil

Trois types de méthodes pour le calcul de seuil :

- Méthode d'ajustement
- Méthode des limites
- Méthode des stimuli constants

Méthodes de calcul de seuil

Méthode d'ajustement :

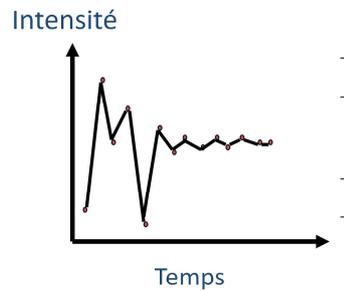
C'est le sujet qui ajuste lui-même la valeur du stimulus pour que celui-ci soit juste perçu. La stratégie du sujet est le tâtonnement.

Avantages:

- Rapide
- facile pour le sujet

Inconvénients:

- peu fiable
- Aucun moyen de construire la fonction psychométrique.



On utilise normalement cette méthode pour déterminer rapidement la zone du seuil qui sera précisée par une autre méthode.

Méthodes de calcul de seuil

Méthode des limites :

C'est l'expérimentateur qui fait varier la valeur des stimuli.

Les séries sont alternativement croissantes et décroissantes.

La tâche du sujet est de dire simplement si le stimulus est perçu ou non.

Pour obtenir le seuil, on calcule la moyenne des valeurs obtenues à chaque série pour lesquelles la réponse du sujet s'est inversée.

Méthodes de calcul de seuil

	valeur du stimuli													valeur seuil
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
croissant	0	0	0	0	0	0	1							13,5
décroissant								0	1	1	1	1	1	15,5
croissant	0	0	0	0	0	1								12,5
décroissant							0	1	1	1	1	1	1	14,5
croissant	0	0	0	0	1									11,5
décroissant									0	1	1	1	1	16,5
croissant	0	0	0	0	0	0	0	0	1					15,5
décroissant						0	1	1	1	1	1	1	1	13,5
	valeur du seuil													14,125

Exemple de calcul du SA avec la méthode des limites

Méthodes de calcul de seuil

Avantages:

- Rapide
- Facile pour le sujet

Inconvénients:

Erreur d'anticipation : le sujet sait que sa réponse va changer pendant la série, il change de réponse avant l'inversion réelle de la perception.

Erreur de persévération : le sujet est habitué à donner la même réponse dans une série et conserve son jugement au-delà de l'inversion réelle de la perception.

Méthodes de calcul de seuil

La méthode des limites pour le calcul d'un seuil différentiel :

On présente de manière successive le stimulus test et le stimulus variable, on fait croître puis décroître l'écart entre les deux stimuli et le sujet juge à chaque essai si les stimuli sont identiques ou différents.

Trois réponses du sujet sont alors possibles : plus petit, égal, plus grand.

On calcul donc deux seuils : le seuil inférieur (la réponse du sujet passe de « plus petit » à « égal ») et le seuil supérieur (la réponse du sujet passe « égal » à « plus grand »). Le seuil différentiel est défini comme la demi différence entre ces seuils. On appelle le point d'égalisation subjective (PES), la valeur du stimulus située à mi-chemin entre ces deux valeurs.

PARADIGME PSYCHOPHYSIQUE POUR L'ETUDE DE LA COGNITION

1. Soit on prend en compte les réponses « égale » mais généralement on interdit le sujet de répondre égal, choix forcé

Méthodes de calcul de seuil

La méthode des limites pour le calcul d'un seuil différentiel :

Stimulus perçu
inférieur au test

Stimulus perçu
identique au test

Stimulus perçu
supérieur au test



$$SD = \frac{S_{sup} - S_{inf}}{2}$$

$$PES = \frac{S_{sup} + S_{inf}}{2}$$

Méthodes de calcul de seuil

Méthode des stimuli constants :

Cette méthode a pour avantage d'éviter les deux types d'erreur que peut faire le sujet et à pour avantage de permettre l'élaboration de la courbe psychométrique et donc de connaître la valeur seuil qui correspond à 50% ou 75% de bonnes détection.

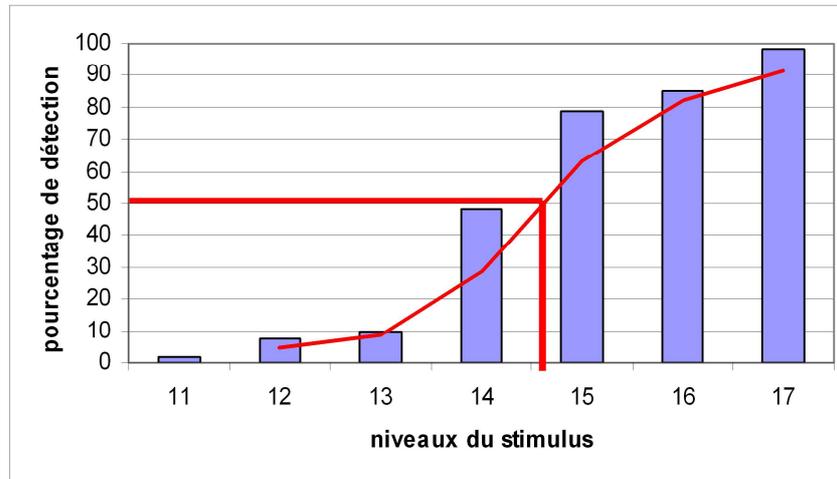
Principe: L'expérimentateur présente plusieurs fois au sujet différentes valeurs du stimuli. Cela implique que le seuil est été estimé au préalable avec la méthode d'ajustement, en théorie 5 à 8 valeurs suffisent (on ne présente pas les valeurs infraliminaire et celle pour lesquelles le sujet répondait toujours). On présente chaque valeur un grand nombre de fois (minimum 20, rmq plus le nombre de répétition est grand plus précise sera la mesure). On présente les différentes valeurs dans un ordre aléatoire et le sujet répond si oui ou non il a perçu le stimulus.

Méthodes de calcul de seuil

Exemple :

niveaux du stimulus	11	12	13	14	15	16	17
répétition de stimuli	150	150	150	150	150	150	150
nombre de détections	3	11	15	72	118	128	147
fréquence	2	7,333	10	48	78,67	85,33	98

Méthodes de calcul de seuil



Par régression logarithmique, on obtient pour 50% de détection, une valeur de 14,25.

Entraînement

Entraînement à la mesure de seuil

- Travail en binôme
 - Choisir une méthode de seuil : soit technique des limites soit techniques stimuli constant,
 - Calculer le seuil différentiel de jugement de poids,
 - Une personne du binôme est expérimentateur, l'autre est participant,
 - Le participant doit se bander les yeux et sous peser les poids,
 - L'expérimentateur applique correctement la technique de passation et note les réponses du participant
 - A la fin de la passation, participant et expérimentateur calculent le seuil différentiel.
- Faire avec poids, intensité sonore d'un walkman, netteté du rétroprojecteur, pâte à modeler

Paradigme psychophysique

Paradigme psychophysique et approche cognitiviste:

Le paradigme psychophysique est utilisé comme outils non pas comme une approche globale pour l'étude de la cognition.

« Nous savons à présent qu'il est inutile et erroné de supposer que tous les phénomènes de perception peuvent être expliqués par le simple modèle de 'miroir', qui voudrait que le cerveau reflète ce qui s'inscrit sur la rétine. »
Peter-C. DODWELL (psycho-physiologiste canadien)

Application: exemple1

Exemple de l'usage de la psychophysique pour l'étude de la cognition :
Etude de la vision

Condition préalable doit exister pour qu'une image soit vue: c'est qu'elle franchisse le seuil de la perception visuelle (SA).

On parle de **stimulation subliminale** ou infraliminale : quand la stimulation n'est pas suffisamment forte pour engendrer une conscience de la lumière.

On parle de **stimulation supraliminale**: quand la stimulation est suffisamment forte pour engendrer une conscience de la lumière.

Application: exemple 1

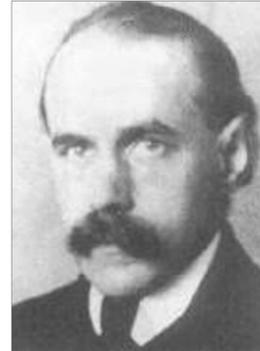
Le phénomène phi:

Illusion de mouvement lorsque deux sources de lumière alternativement allumées sont perçues comme une seule source de lumière. (Clignotement de lumière).

Max Wertheimer (1880-1943, psychologue allemand père fondateur de la psychologie de la forme)

Choix d'une fréquence trame:

La restitution du mouvement demande une fréquence minimale de l'ordre de 12 à 15 échantillons par seconde afin d'éviter tout effet stroboscopique lors de mouvements rapides. Une image de qualité correcte nécessite une fréquence de 24 à 25 échantillons par seconde (cas du cinéma) mais certains essais tendraient à souhaiter une fréquence de l'ordre de 70 éch./s afin d'obtenir une restitution irréprochable. Dans le cas de la télévision, la fréquence d'échantillonnage étant la fréquence de trame (50 Hz), la restitution des mouvements est considérée comme étant de bonne qualité.



PARADIGME PSYCHOPHYSIQUE POUR L'ÉTUDE DE LA COGNITION

- Mouvement stroboscopique: une succession d'images statiques peut créer l'impression d'une unité de mouvement, principe qui est au fondement du cinéma.
- Steinman RM, Pizio Z, Pizio FJ. (2000). Phi is not beta, and why Wertheimer's discovery launched the Gestalt revolution. *Vision Research*, 40(17), 2257-2264.
- Sarris, V (1989). Max Wertheimer on seen motion: theory and evidence. *Psychol Res*, 51(2), 59-68.
- L'oeil ne peut voir que 24 images par seconde : faux.
- Le taux de 24 images par seconde au cinéma a été choisi afin de donner une impression de fluidité : faux.
- Une succession de 24 images par seconde permet l'illusion d'un mouvement fluide : faux.
- L'impression de mouvement dans un défilement d'images fixes a pour origine le phénomène de la persistance rétinienne : non cela est dû au phénomène phi
- La fréquence de balayage d'un écran est aussi dépendant du courant alternatif et de la puissance de l'oscilloscope

Application: exemple1

Peut-on pousser à la consommation à l'aide de message subliminaux?

- Boris Sidis (1898, psychologue russo-américain)
- Vance Packard (1957, journaliste) La Persuasion clandestine de la possibilité d'influencer les consommateurs.
- James Vicary (1956, publicitaire américain) « Drink Coca Cola »
- Jean-Louis Swiners (1980, publicitaire et critique français)
- Weiner (1978)
- Norman F. Dixon (1971, professeur anglais)
- Horst Brand (1978, psychologue sociale)

La persuasion clandestine est une légende

PARADIGME PSYCHOPHYSIQUE POUR L'ETUDE DE LA COGNITION

- Boris Sidis : amorçage subliminale marche, expérience avec des lettres.
- Vance Packard (1957) met le feu aux poudres quand il parle dans son best-seller La Persuasion clandestine de la possibilité d'influencer les consommateurs par ce moyen. Le mythe était ainsi lancé.
- Vicary aurait présenté des messages subliminaux pendant une séance de cinéma. Fort Lee en banlieue de New York, à l'été 1956. Il aurait à l'échelle des cinq secondes, présenté à la vitesse de 1/2000e de seconde les messages: "Drink Coca Cola" et "Increase". Cela aurait, prétendait-il, fait augmenter les ventes de Coca de 57,7% et celles de popcorn de 18,1%. Il faut admettre que le fait le plus important dans tout cela, c'est que Vicary avait démissionné de sa compagnie (Subliminal Projection Co.) pour consacrer sa dimension sur ce moyen de persuasion magique, entreprise éphémère disparue. Il va sans dire. (Packard in Die de mars 1958). D'ailleurs, on se sait maintenant, à 1/3000e de seconde, il ne peut y avoir ni perception psychologique, ni sensation physiologique. Dans le cas de Vicary, on a jamais pu connaître son plan d'expérience, secret professionnel, répondait Vicary à la Federal Communication Commission des Etats-Unis.
- Jean-Louis Swiners (1980, publicitaire et critique français) l'expérience de Swiners: aucun résultat.
- Weiner (1978) retourne scientifiquement de l'expérience de Swiners à aucun résultat.
- Norman F. Dixon (1971). Study bibliographique de 250 ouvrages et expérimentations: il existe des stimuli subliminaux mais ceux-ci ne peuvent modifier ni les attitudes, ni les comportements - à fortiori, à long terme. Pourquoi? Pour plusieurs raisons: il est difficile de déterminer le seuil, même toutes choses étant égales par ailleurs, chez un individu donné (Spencer & Cohen, 1938; Diefeld, 1955). -le seuil varie d'un individu à l'autre: selon l'âge (Solomon & Postman, 1952); selon l'intelligence (Krech & Calvin, 1953); selon les défenses affectives (Blum, 1954); selon que l'on est averti (Behel, 1934; Blake & Vanderplas, 1951; Bricker & Chapais, 1953).
- Horst Brand (1978). étude bibliographique de 1200 ouvrages et étude scientifique. La teneur de son livre en est la conclusion scientifique: Die Legende Von den "geheimen" Werbefilmern, c'est-à-dire: la persuasion clandestine est une légende.

Insister sur l'importance de la démarche scientifique pour tendre vers la vérité.

Application: exemple 3

Les apports de la psychophysique à l'œnologie:

Le jugement d'experts en œnologie (les « nez ») est biaisé et non suffisant pour juger de la qualité d'un vin. Pourtant ce sont ces mêmes experts qui attribuent des médailles aux vins. Par extension, leurs jugements subjectifs à une incidence sur la vente de certains crus

Une approche méthodologique employant des outils de la psychophysique a montré que leur jugement d'odeur et de goût est dépendant de la vue de la couleur de vin et de leur échelle de jugement (échelle nominale).

→A partir de quelle composante et quel seuil différentiel un vin est-il nommé blanc ou rouge?

http://www.inra.fr/presse/le_gout_du_vin_dans_nos_tetes

Unité de recherche « Sciences pour l'œnologie » INRA-ENSA-M-Université Montpellier I

PARADIGME PSYCHOPHYSIQUE POUR L'ETUDE DE LA COGNITION

Les domaines de l'analyse sensorielle embauchent beaucoup de personnes dont la formation initiale est la psychologie.