Ce document est réservé aux étudiants inscrits en 3ème année de licence en Informatique à l'université Paris-Saclay.
Toute copie ou diffusion est interdite sans l'autorisation de l'auteur.

Programmation des Interfaces Interactives Avancées

Ouriel Grynszpan

Professeur, Université Paris-Saclay

LISN lisn.upsaclay.fr

Théorie de l'action de Norman

- Fossés entre l'utilisateur et le système

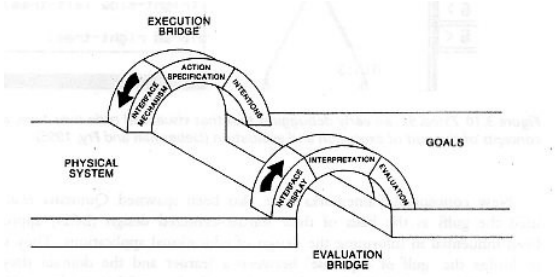


Figure 3.9 Bridging the gulfs of execution and evaluation

(Sharp, Rogers & Preece, *Interaction Design*, 2007)

Un des chercheurs les plus influents en interaction humain-ordinateur et en design à notre époque est Don Norman. La théorie de l'action de Norman (1986) stipule qu'il existe des fossés entre les buts de l'utilisateur et ce que le système permet de faire (fossé d'exécution) et entre ce que peut comprendre l'utilisateur et ce que le système peut transmettre comme feedback (fossé d'évaluation). Le but d'une interface consiste à combler ces fossés. Norman a écrit un livre intitulé "The Design of Everyday things". Il propose un modèle de l'interaction entre l'utilisateur et l'outil. Celui-ci met en exergue les différences entre les représentations que se fait l'utilisateur et la réalité du monde extérieur.

Exemple d'application

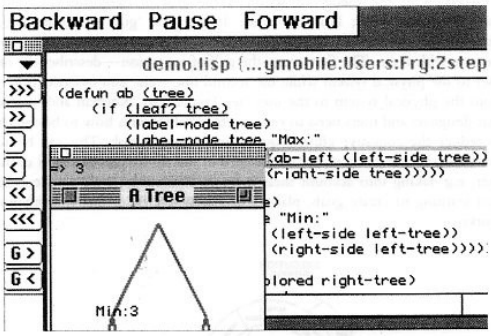


Figure 3.10 ZStep 94: an early debugging tool that visualized code over time, inspired by the concepts of the gulf of execution and evaluation (Lieberman and Fry, 1995)

(Sharp, Rogers & Preece, 2007)

Un exemple d'interface basée sur le principe de Norman est l'interface de Zstep 94 de Lieberman & Fry (1995), un des premiers environnements de programmation qui permet de visualiser graphiquement le résultat du code pendant que l'on code.

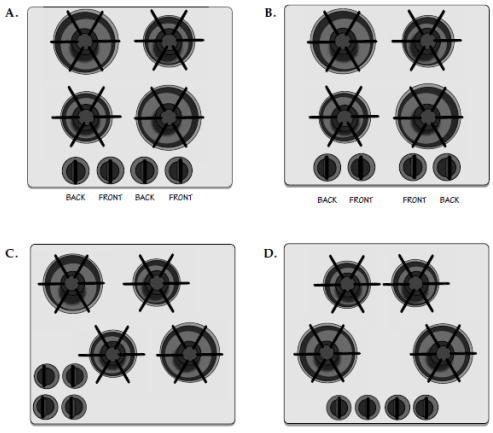
Principes de Norman

- Visibilité : permettre d'identifier les actions possibles
  → Affordances
- Modèle conceptuel : cohérence des opérations
- Mappings (alignements) : relation entre les contrôles et les effets

Norman recommande:

- d'augmenter la visibilité des systèmes, en aidant l'utilisateur à identifier les actions possibles. Cela s'appuie sur la notion d'affordance que nous verrons dans un instant;
- s'appuyer sur le modèle conceptuel qu'ont les utilisateurs du système. Le modèle conceptuel est une explication simple du système qui aide l'utilisateur à comprendre comment il fonctionne. Par exemple, les icônes représentant les fichiers et dossiers sur un écran d'ordinateur permettent aux utilisateurs de comprendre ce qu'ils sont sans avoir besoin de comprendre comment ils sont implémentés sur l'ordinateur;
- concevoir des « mappings » adéquats pour que les utilisateurs comprennent la relation entre les périphériques de contrôle et les effets qu'ils produisent.

Mappings - alignements



Norman insiste sur l'importance des mappings. Ils permettent, par exemple, de comprendre le lien entre périphériques de contrôle et leurs effets. Prenons l'exemple de plaque de cuisson. Celle en haut à gauche ne permet pas de comprendre aisément à quelle plaque correspond chaque bouton. Celle en haut à droite est un peu plus lisible. Les deux du dessous sont beaucoup plus triviale. Le mapping des boutons avec les plaques fait la différence.

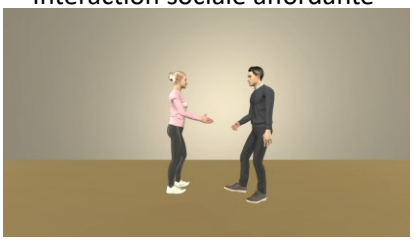
Affordances

- James J. Gibson (1979):
  - "The affordances of the environment are what it offers the animal, what it provides or furnishes, either for good or ill"
  - "It implies the complementarity of the animal and the environment"
- La perception d'un objet active des représentations d'actions potentielles sur cet objet

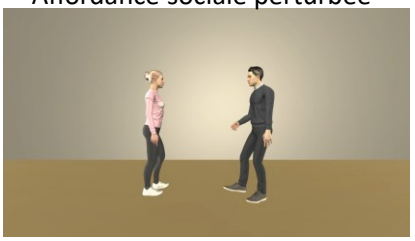
Nous avons précédemment évoqué la notion d'affordance. C'est une notion issue de la psychologie écologique et proposée par James Gibson. Elle consiste en la perception automatique par un individu des possibilités d'actions liées à un objet. Par exemple, une poignée de porte a l'affordance d'être tournée ou tirée.

Exemple: affordances sociales

Interaction sociale affordante



Affordance sociale perturbée

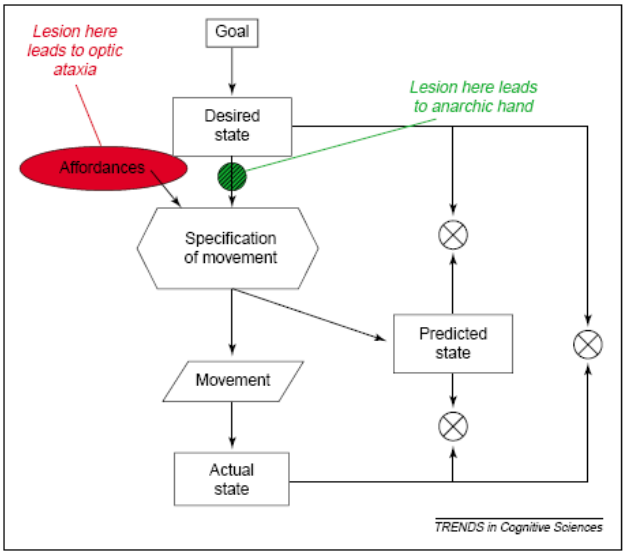


Le Besnerais et al., *Cognition*, 2023

Syndromes cliniques impliquant l'affordance

Ataxie optique: Trouble des mouvements guidés par la vue caractérisé par l'incapacité d'atteindre un objet perçu dans l'espace

Syndrome de la main anarchique: la main n'est plus sous le contrôle de la volonté du patient, qui la considère comme une entité étrangère dotée de ses propres motivations, inconnues du sujet



(Blakemore, Wolpert & Frith, *Trends Cogn Sci* , 2002)

8

Ces modèles cognitifs impliquant l'affordance sont d'ailleurs utilisés pour décrire des cas cliniques où les capacités d'affordance disparaissent. C'est le cas de l'ataxie optique (ou syndrome de Bálint) où le patient a des difficultés à attraper correctement des objets malgré une vision correcte.

Exemples d’affordances aberrantes

Exemples d’affordances aberrantes.

Exemple de design affordant

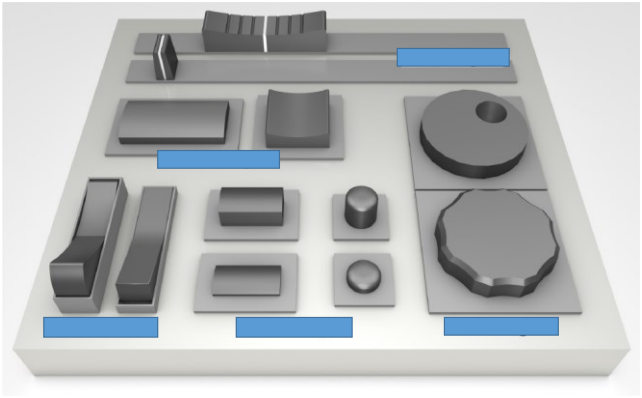
A.

B.

L'affordance est bien sûr influencée par l'expérience et les habitudes culturelles.

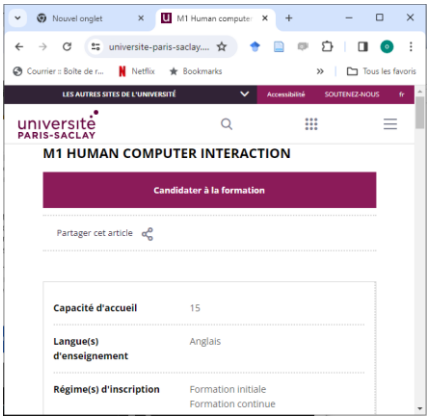
Affordance perçue

- Quelles sont les affordances perçues de ces widgets ?

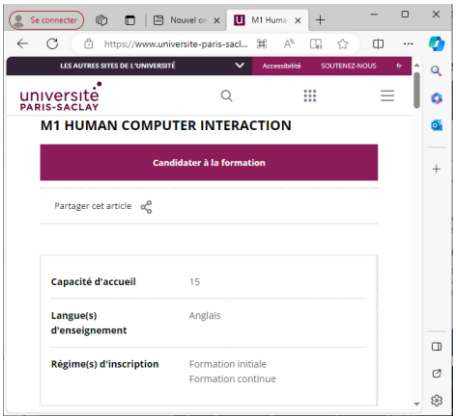


Les affordances sont fondamentales pour comprendre comment manipuler une IHM. Dans l'exemple ci-dessous, chaque bouton propose une affordance particulière, facilement perceptible.

Comparez les affordances



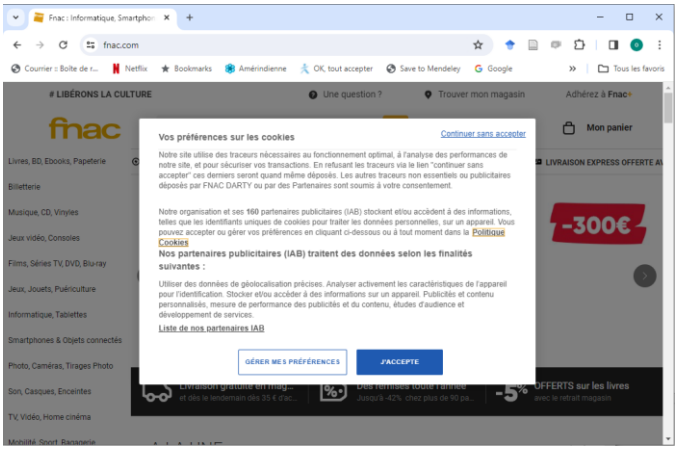
Google Chrome



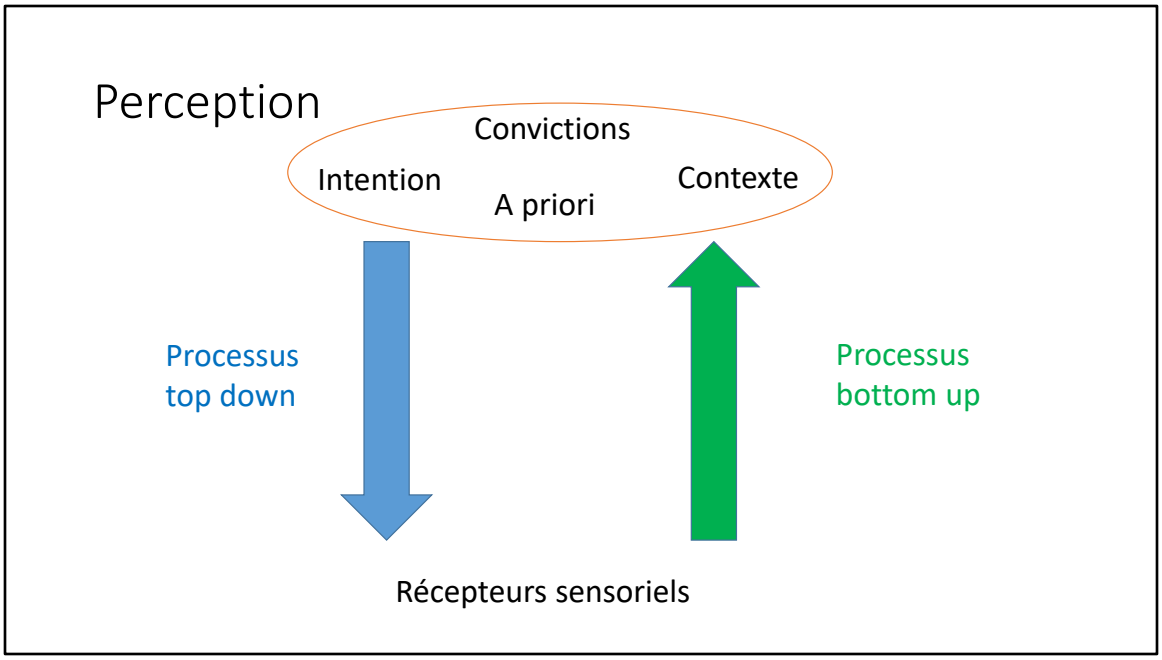
Microsoft Edge

Les onglets dans Microsoft Edge jouent sur un contraste de gris donnant l'impression de relief. Les ascenseurs sur la droite n'ont pas la même forme dans les deux navigateurs: Les coins sont en angle droit dans Google Chrome alors qu'ils sont arrondis dans Microsoft Edge. Cela va induire une perception différente de la manière dont ils peuvent glisser.

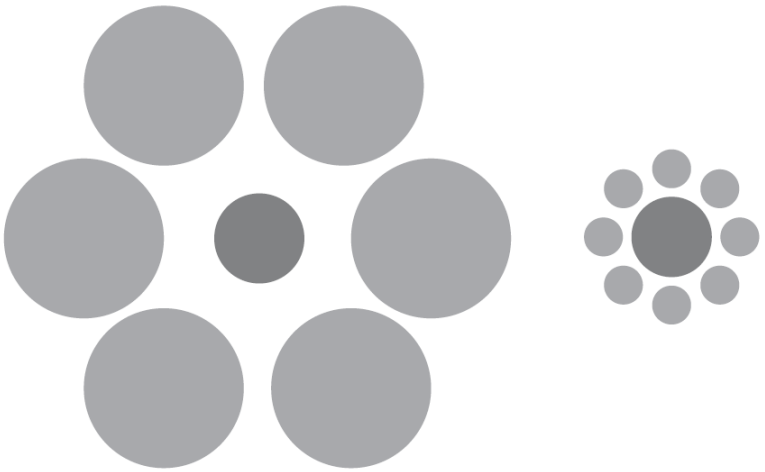
Utilisation pour orienter l'utilisateur



Perception - Action

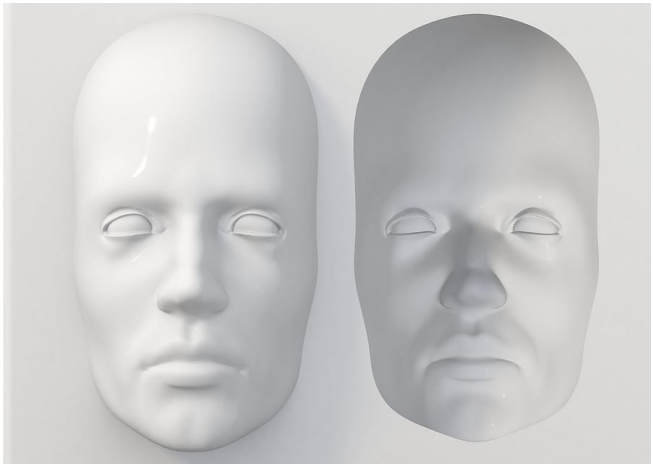

Perception
Convictions
Intention
Contexte
A priori
Processus
top down
Processus
bottom up
Récepteurs sensoriels

Perception de la taille



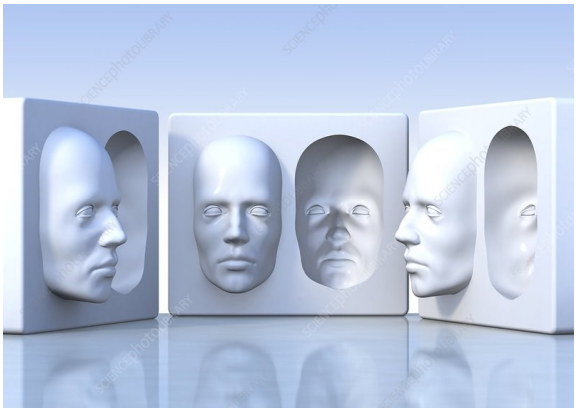
Illusion d'Ebbinghaus. L'estimation de la taille du rond central dépend du contexte.

Hollow face illusion



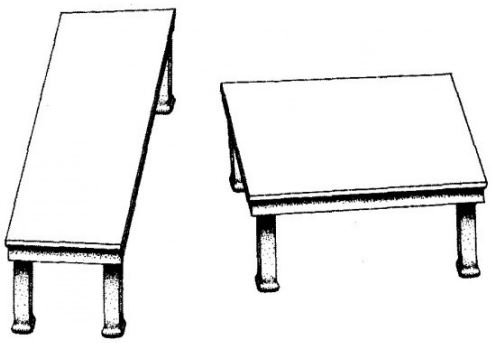
Quelle est la différence entre ces deux visages ?

Hollow face illusion



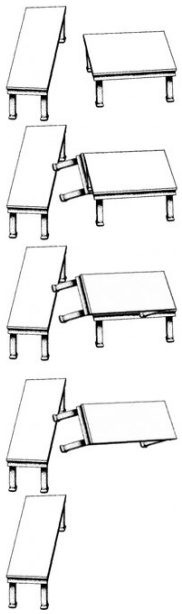
Un a priori sur le fait que les visages sont des surfaces concaves, nous pousse à voir le visage de droite comme un visage normal malgré les informations contradictoires liées aux jeux d'ombres.

Table de Shepard



Les deux tables sont-elles de même dimension?

Table de Shepard



Les parallélogrammes des tables sont toujours identiques. Néanmoins, nous les décodons comme des objets tridimensionnels et, à ce titre, nous devons adapter notre perception afin de rendre la vision 3D cohérente avec une image 2D.

Gestalt

- Courant de la psychologie, vers 1920:
  - Max Wertheimer
  - Kurt Koffka
  - Wolfgang Kohler
- Gestalt = « tout unifié »
- Principe: Le tout est plus que la somme des parties
- Le cerveau interprète les percepts pour former un sens unifié
- Grande influence sur le design graphique

La “Gestalt” est un courant de la psychologie qui apparait en Allemagne dans les années 1920. Elle propose une théorie sur la perception, selon laquelle nous avons une représentation globale de notre environnement, plutôt qu’une perception d’éléments juxtaposés. Ce courant a eu une influence importante sur le design.

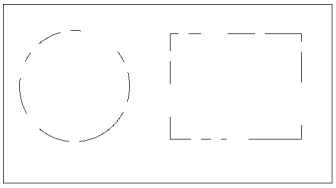
Image ambigüe

"My Wife and My Mother-in-law" Cartoonist William Ely Hill

Que voyez-vous dans cette image? Selon le contexte et vos prédispositions, vous verrez une jeune femme ou une femme âgée.

Principes de la Gestalt

- Clôture

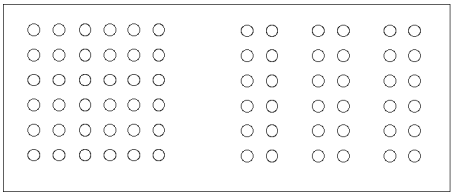


- Continuité

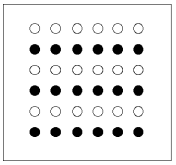
La “Gestalt” est utilisée pour proposer des heuristiques en design graphique.
Loi de clôture: Une forme fermée est plus facilement identifiée. Nous avons ainsi tendance à voir des formes “fermées”, même si elles ne le sont pas complètement.
Loi de continuité: des points rapprochés sont perçus comme des prolongements les uns des autres

Principes de la Gestalt

- Proximité



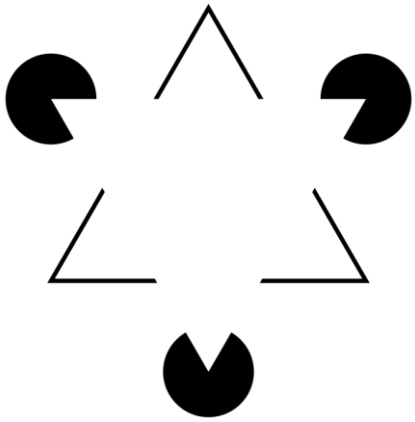
- Similitude



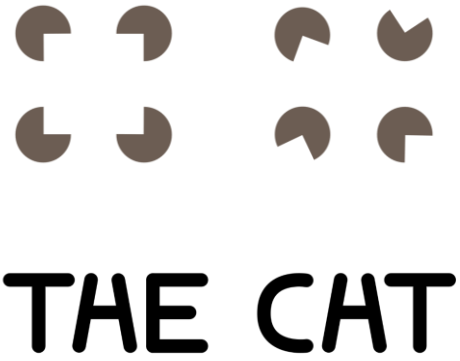
- Destin commun : parties se déplaçant dans le même sens sont perçus comme appartenant à la même forme

Loi de proximité: Nous avons tendance à regrouper les points les plus proches les uns des autres.
Loi de similitude: Nous avons tendance à regrouper les points selon leur similitude pour percevoir des formes.
Destin commun: Des parties qui se déplacent selon la même trajectoire sont perçues comme appartenant au même objet.

Gestalt - Illusion visuelle



Triangle de Kanizsa



La, théorie de la Gestalt a souvent été utilisée pour expliquer des illusions d'optique. Dans l'exemple du haut à droite, la loi de clôture fait que nous voyons un carré blanc dans le dessin de gauche et pas dans celui de droite. Dans l'exemple du bas à droite, nous interprétons différemment la lettre incomplète en fonction du contexte donné par le mot auquel elle appartient.

Interférences et Compatibilité stimulus-réponse

Interférences cognitives

- Quand deux processus simultanés opèrent en compétition sur la prise de décision
- Conséquences comportementales:
  - Augmentation des erreurs
  - Ralentissement du temps de réponse
- Exemple : tâche de Stroop

VERT

Dans de nombreux cas, différents processus cognitifs peuvent être enclenchés et interférer. Un exemple classique est celui de la tâche de Stroop utilisé en neuropsychologie: Lorsqu'on demande à des individus d'identifier la couleur d'un mot représentant une couleur, ils vont également lire le mot de manière automatique. Deux processus vont alors rentrer en conflit: la lecture et la perception visuelle de la couleur. Ce type d'interférence entre processus cognitifs a pour conséquence de provoquer des erreurs et/ou de ralentir la réponse.

Flanker task (Eriksen & Eriksen)

- But : indiquer le plus vite possible quelle est la lettre du milieu d'une séquence de lettres
- 2 conditions :
  - Congruente HHHHHHH
  - Incongruente SSSHSSS
- Performances en condition congruente > incongruente

Un autre exemple classique est la tâche dite « Flanker task ». Dans cette tâche, des individus doivent identifier la lettre centrale le plus vite possible. Or celle-ci est entouré soit de la même lettre, soit d'une autre lettre qui vient interférer avec l'identification de la lettre centrale. Il est important de prendre cet effet en considération quand on conçoit des interfaces, pour éviter des distracteurs qui viendrait interférer avec l'élément pertinent sur l'interface.

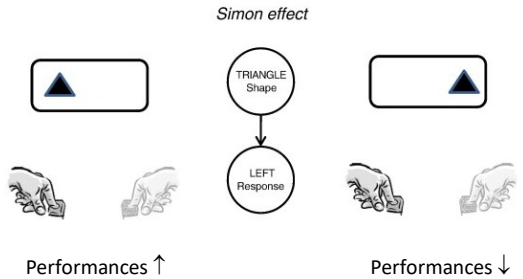
Effet SNARC

- SNARC: “Spatial-numerical association of response codes”
- Expérience originale:
  (Dehaene, Bossini & Giraux, *Journal of Experimental Psychology: General*, 1993)
  - Tâche: répondre si un nombre est pair ou impair
  - Réponse plus rapide pour les petits chiffres (1 – 4) quand ils apparaissent à gauche
  - Réponse plus rapide pour les grands chiffres (5 – 9) quand ils apparaissent à droite
- Dépend de la culture (sens de lecture)

L’effet SNARC mis en évidence par l’équipe de Stanislas Dehaene (chercheur à Paris-Saclay) dans les années 1990. Cet effet montre qu’il existe un lien automatique entre la quantité représentée par un chiffre et son emplacement : les petits chiffres sont mieux perçus à gauche et les grands à droite.

Effet Simon

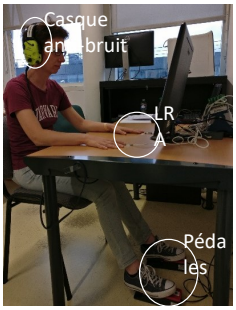
- Effet Simon (Simon & Wolf, *Journal of Experimental Psychology*, 1963) :
  effet d'incongruence entre la localisation du stimulus et de la réponse



- Importance pour positionnement relatif des alarmes et commandes
- Applications: tableau de bord, avionique

Nous finirons avec l'effet Simon, connu depuis les années 1960. Cet effet est provoqué par une incongruence entre le côté où apparaît un stimulus et le côté où s'effectue la réponse. Par exemple, si des individus doivent appuyer sur la touche de gauche quand un triangle apparaît et celle de droite quand c'est un carré, ils seront plus rapides et feront moins d'erreurs quand le triangle apparaît à gauche (respectivement le carré à droite) que quand il apparaît à droite (respectivement à gauche). Cet effet est très important pour le placement des alarmes et des commandes sur des tableaux de bord, pour le conduite automobile ou l'avionique par exemple.

Simon tactile - Expérience



- 28 participants (14 M, 14F) typiques entre (21 et 39 ans, moy 27,4ans)

Event	Fixation cross	Tactile stimuli	Participant's response	Feedback	Inter-trial interval
				Correct	
Duration	250ms	250ms		300ms	1 725-2 250ms
		1 500ms			

60 essais par condition

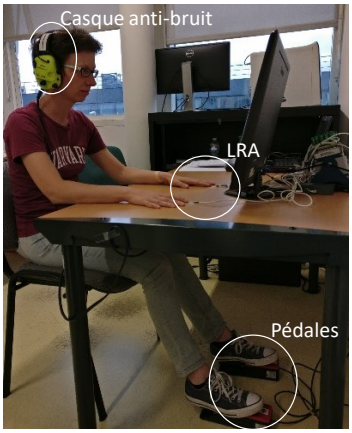
- Contrebalancement : position pédale, ordre des conditions, associations réponses-stimulus, intensité stimulation
- Mesure du temps de réaction et des erreurs

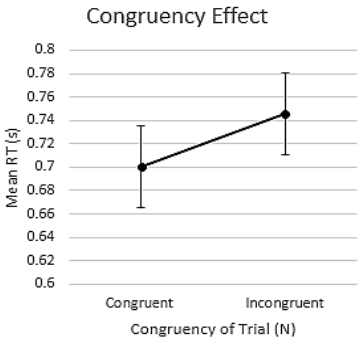
Pérusseau-Lambert et al., *Cognitive Processing*, 2019

31

A titre d'exemple, nous avons réalisé une expérience testant l'effet Simon dans le domaine tactile. Les stimuli vibrotactiles fonctionnaient à 205 Hz vibration et produisaient soit un déplacement de 1.5µm d'amplitude, soit de 3.7µm.

Effet Simon tactile





Pérusseau-Lambert et al., *Cognitive Processing*, 2019

LRA: Linear Resonant Actuator