

Cours R2.02

Introduction à l'Interaction Humain-Machine

Cours 8 : Modèles et théories

Plan du cours en 9 semaines

2

1. Introduction à l'interaction, placement
2. Programmation événementielle
3. Widgets et événements (1/2)
4. Widgets et événements (2/2)
5. Conception et prototypage (1/2)
6. Conception et prototypage (2/2)
7. Heuristiques et recommandations
- 8. Modèles et théories**
9. Méthodes d'évaluation des IHM

Représentations visuelles et théorie de Bertin

Jouons un peu : combien de “F” ?

4

FINISHED FILES ARE THE RESULT OF
YEARS OF SCIENTIFIC STUDY
COMBINED WITH THE EXPERIENCE
OF YEARS

Autre exemple

5

Trouvez le mot “indécis”

Un système interactif est un système dont le fonctionnement dépend d'informations fournies par un environnement externe qu'il ne contrôle pas [Weg97]. Les systèmes interactifs sont également appelés ouverts, par opposition aux systèmes fermés - ou autonomes - dont le fonctionnement peut être entièrement décrit par des algorithmes.

L'Interaction Homme-Machine s'intéresse aux systèmes informatiques interactifs contrôlés par des utilisateurs humains. Du point de vue de la machine, l'humain a beaucoup de défauts : il est [indécis](#), désordonné, inattentif, émotionnel, illogique [Nor94]. Mais il présente une grande qualité : sa capacité d'adaptation. Cette capacité d'adaptation a longtemps contribué à une vision du progrès centrée sur le développement des capacités technologiques de la machine et se désintéressant totalement de sa relation avec l'humain. A quoi bon se préoccuper de lui, puisqu'il s'adapte si bien à tout ce qu'on lui propose ? Le slogan de l'Exposition Universelle de 1933 illustre parfaitement cette vision : "la Science trouve, l'Industrie applique et l'Homme s'adapte".

Dernier exemple

6

Trouvez le mot “machine”

Le degré d'**interactivité** d'un système peut se **mesurer** au nombre et à la nature de ses échanges avec les utilisateurs. On peut ainsi dire que les premiers **systèmes** informatiques basés sur l'**utilisation** de cartes perforées et l'allumage de diodes **étaient** peu interactifs. L'augmentation de la **puissance** des ordinateurs a depuis permis l'avènement des **interfaces** graphiques et l'exécution **parallèle** de plusieurs tâches, deux éléments qui contribuent de façon importante à l'interactivité des systèmes **actuels**.

Confrontés à cette interactivité croissante des **systèmes** informatiques que nous utilisons, nous observons aujourd'hui les limites de la **vision** du progrès centrée sur la machine. La progression constante de la **technologie** se heurte chaque jour un peu plus au seuil de complexité au-delà duquel notre capacité d'**adaptation** ne suffit plus. De **nombreuses** fonctionnalités offertes par les systèmes **actuels** restent ainsi hors de notre portée. La machine nous paraît alors rigide, inutilement complexe, **inadaptée** à nos besoins et nous laisse un **sentiment** de frustration [Bux97].

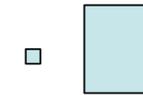
Variables visuelles

7

Position



Taille



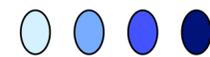
Forme



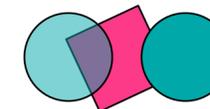
Couleur (teinte)



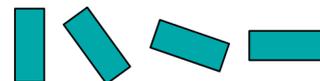
Intensité, contraste



Transparence, opacité



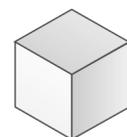
Orientation



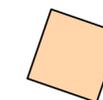
Texture



Relief, perspective



Mouvement



Théorie de Bertin (ultra-simplifiée)

8

Variables planaires : x , y

Variables rétiniennes

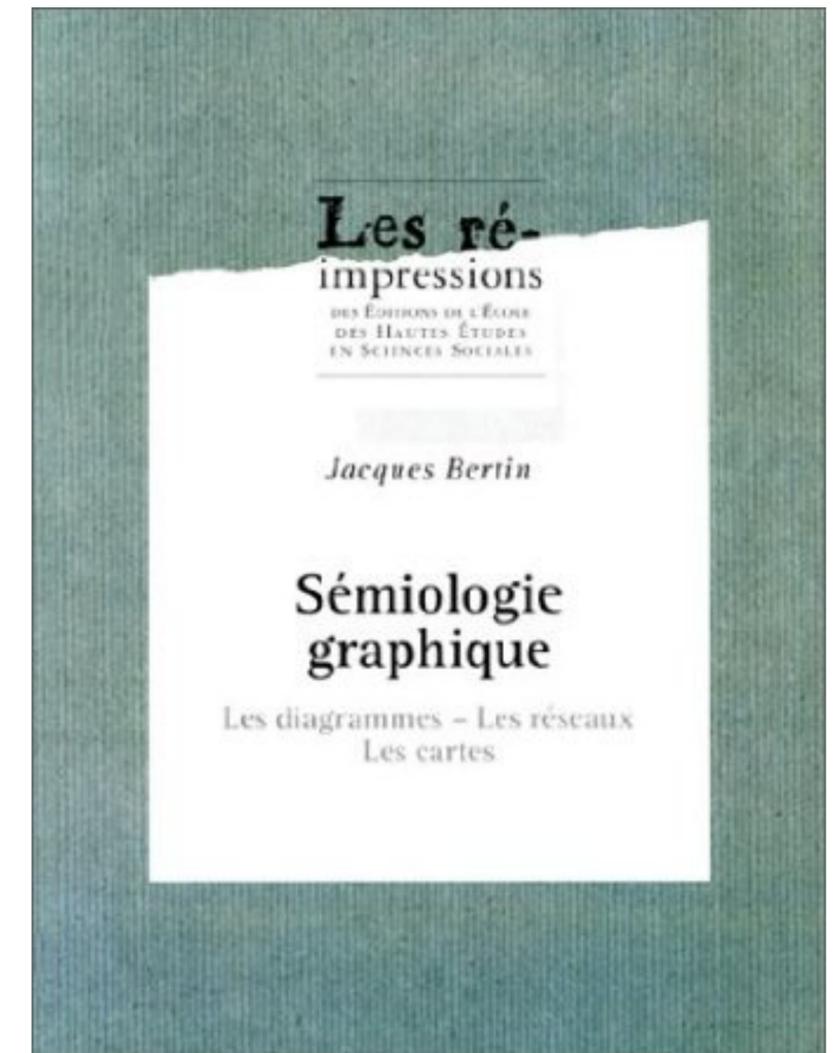
taille, forme, orientation

couleur, texture, luminosité

Propriétés des variables

associatives (associer un élément à un groupe)

sélectives (différencier un élément d'un groupe)



Exemples de propriétés des variables visuelles

9

La couleur pour différencier / associer.

L'intensité pour donner un ordre de grandeur (pas une valeur précise).

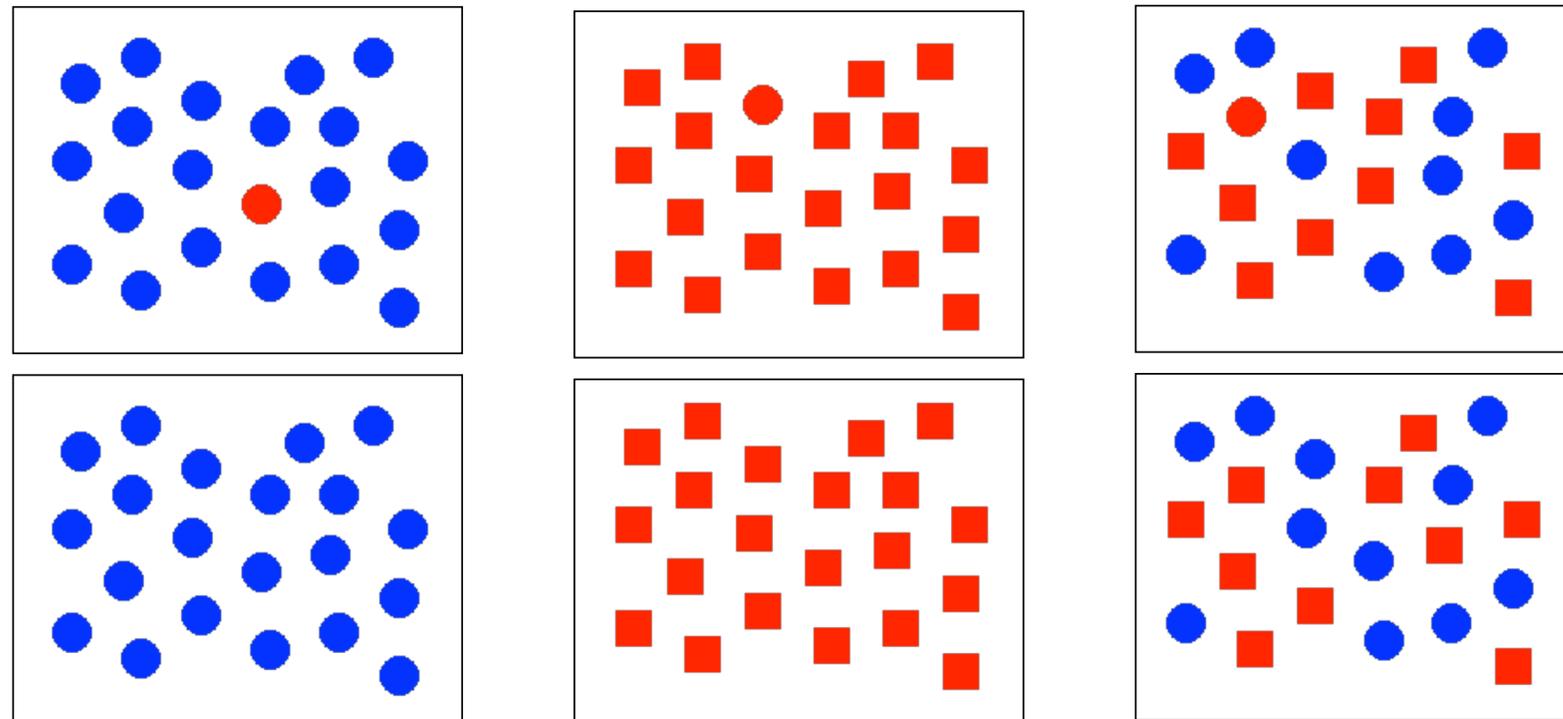
Le mouvement pour attirer l'attention ou marquer l'appartenance à un groupe.

Traitement pré-attentif

10

Pré-attentif = en moins de 200 à 250 msec
(200 msec au moins pour initier un mouvement de l'oeil)

Exemple : y-a-t-il un rond rouge dans cette figure ?



De très nombreux travaux en psychologie expérimentale sur le sujet

Voir <https://www.csc2.ncsu.edu/faculty/healey/PP/> par exemple

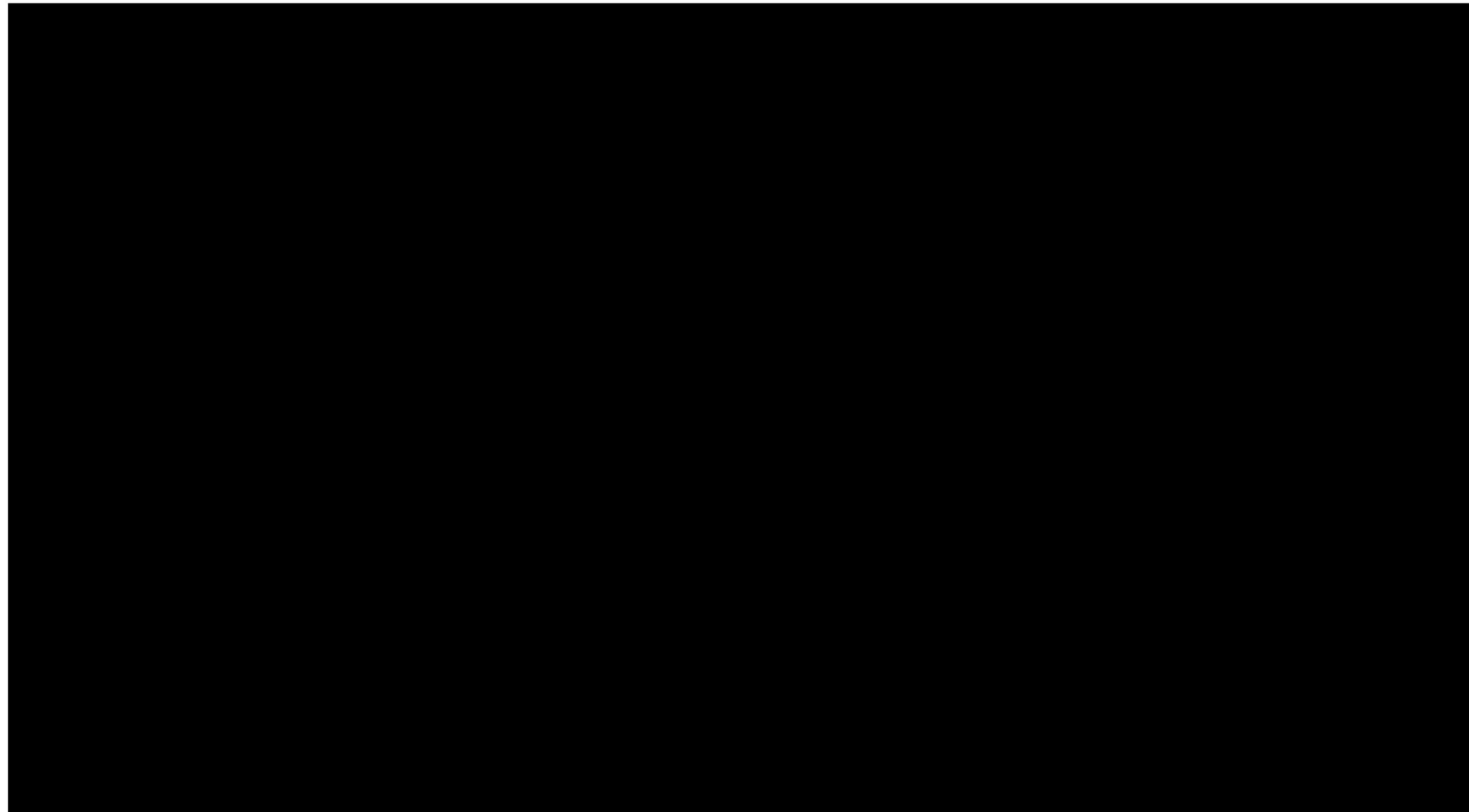
Cécité au changement

11



Cécité au changement

12



Cécité au changement

13



Cécité au changement

14



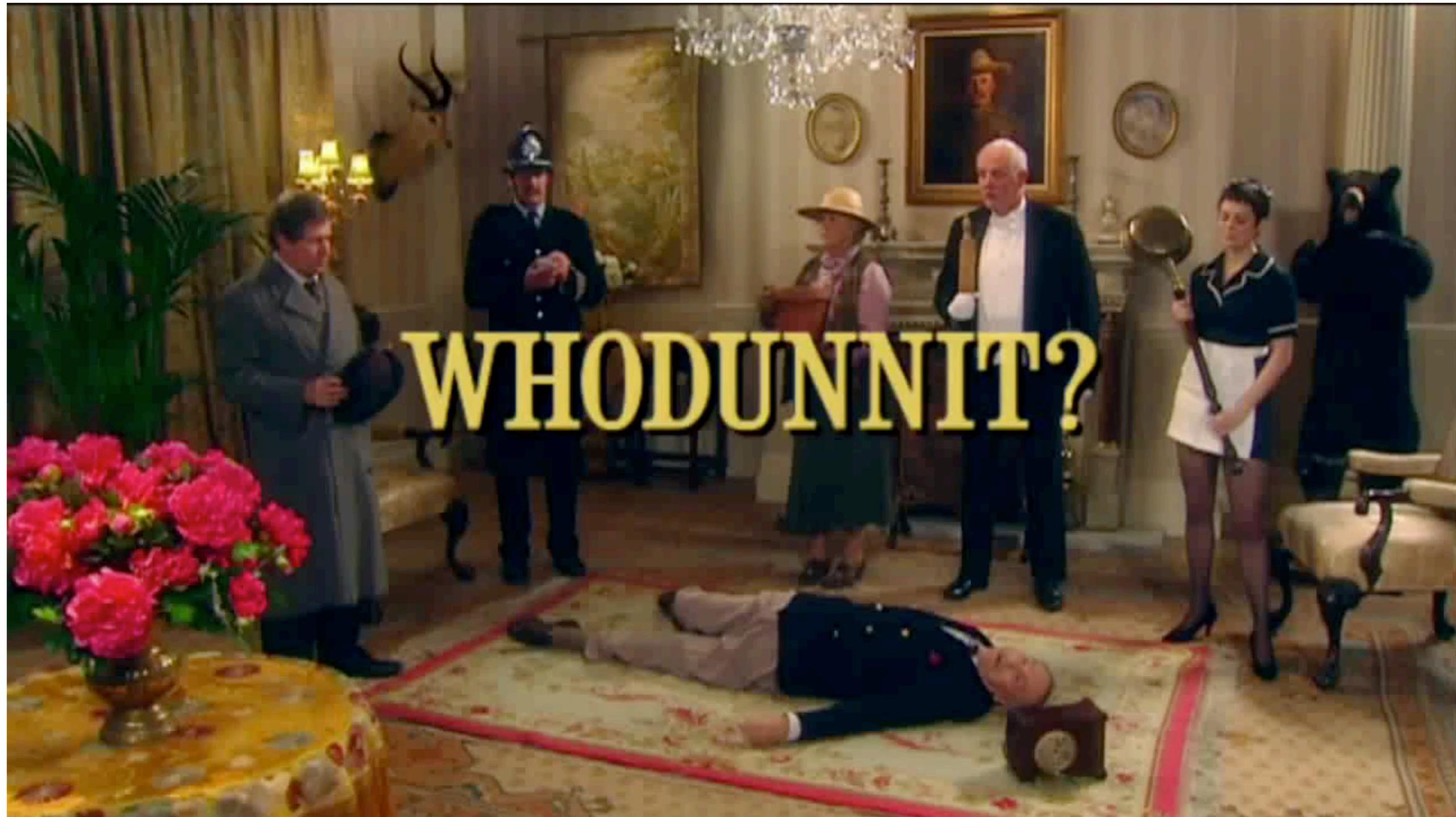
Cécité au changement

15



Cécité aux changements

16



Enfin, quelle est la meilleure représentation ?

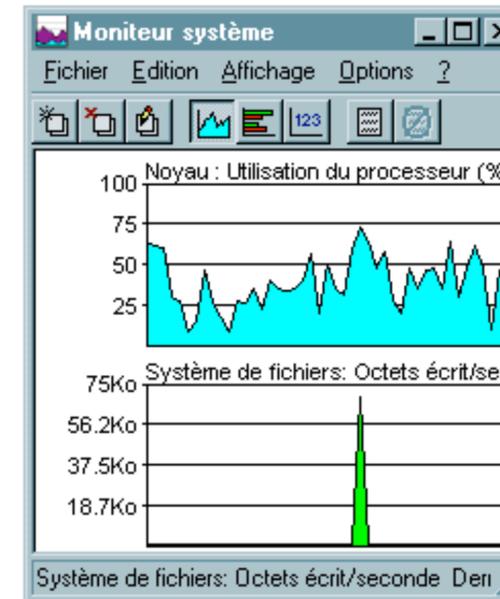
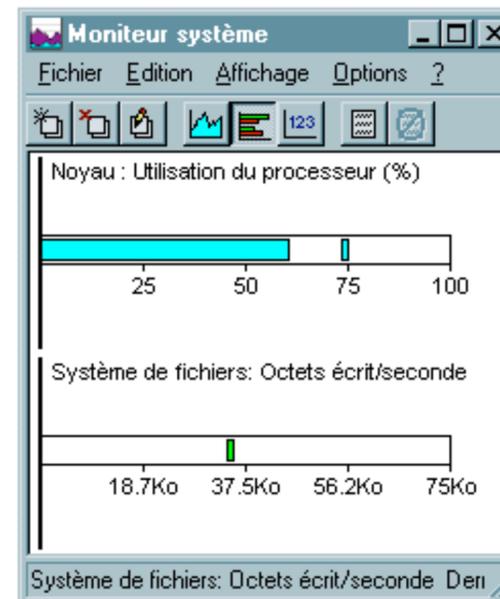
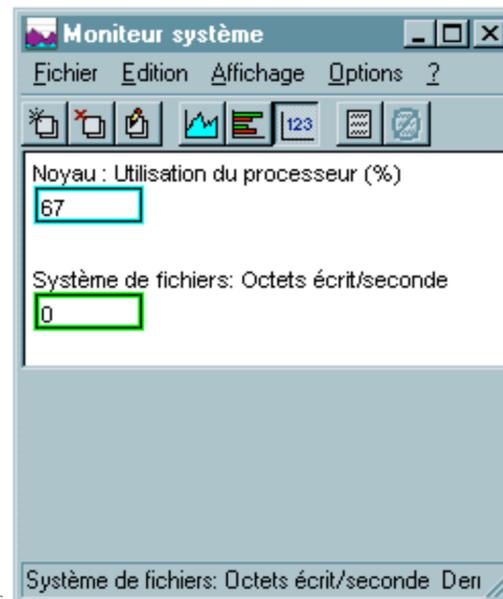
17

Ca dépend de ce que l'on cherche...

Si on s'intéresse à ce que fait la machine, par exemple, veut-on une valeur précise ?

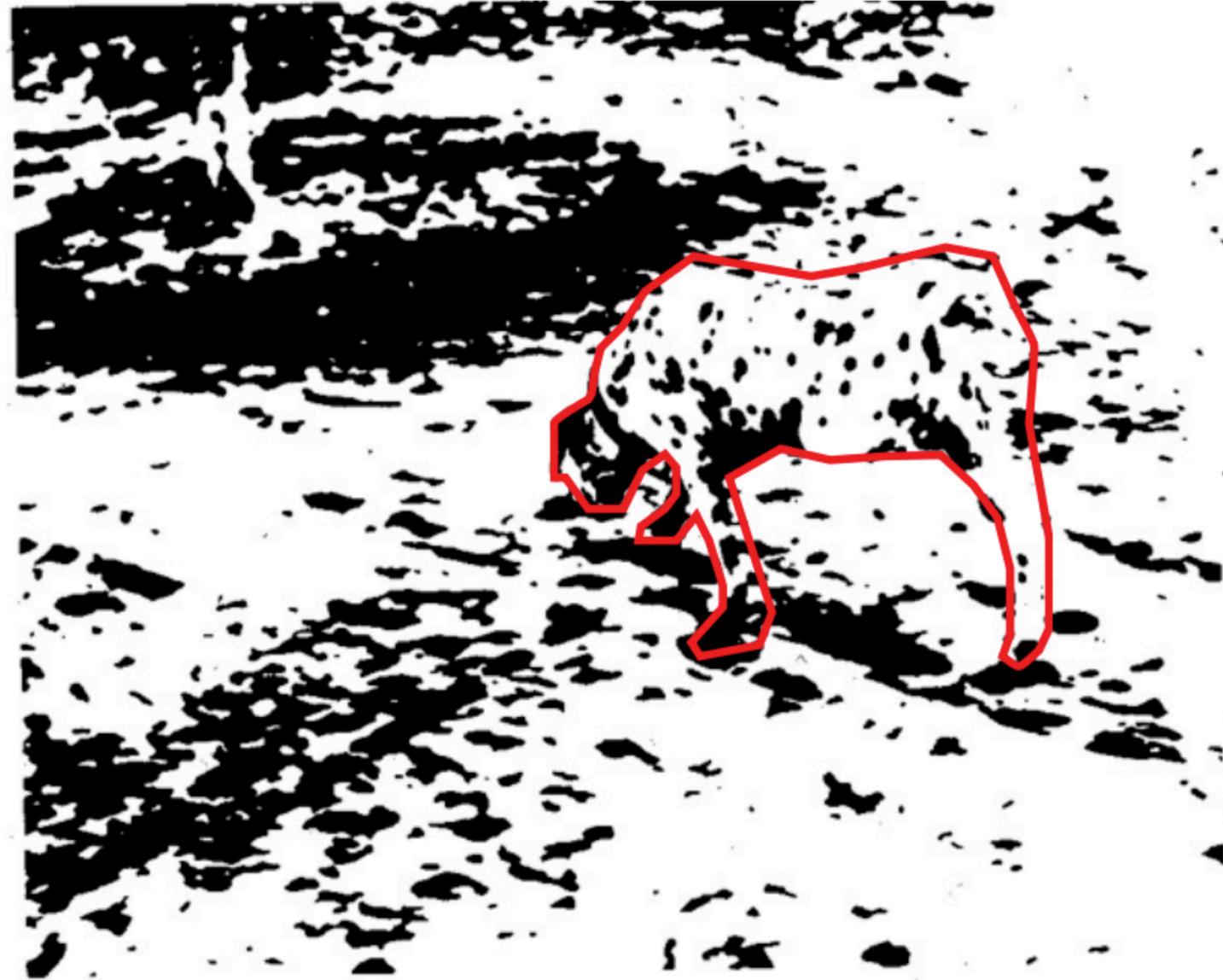
des éléments de comparaison avec un instant antérieur ?

des éléments d'appréciation de l'évolution dans le temps ?



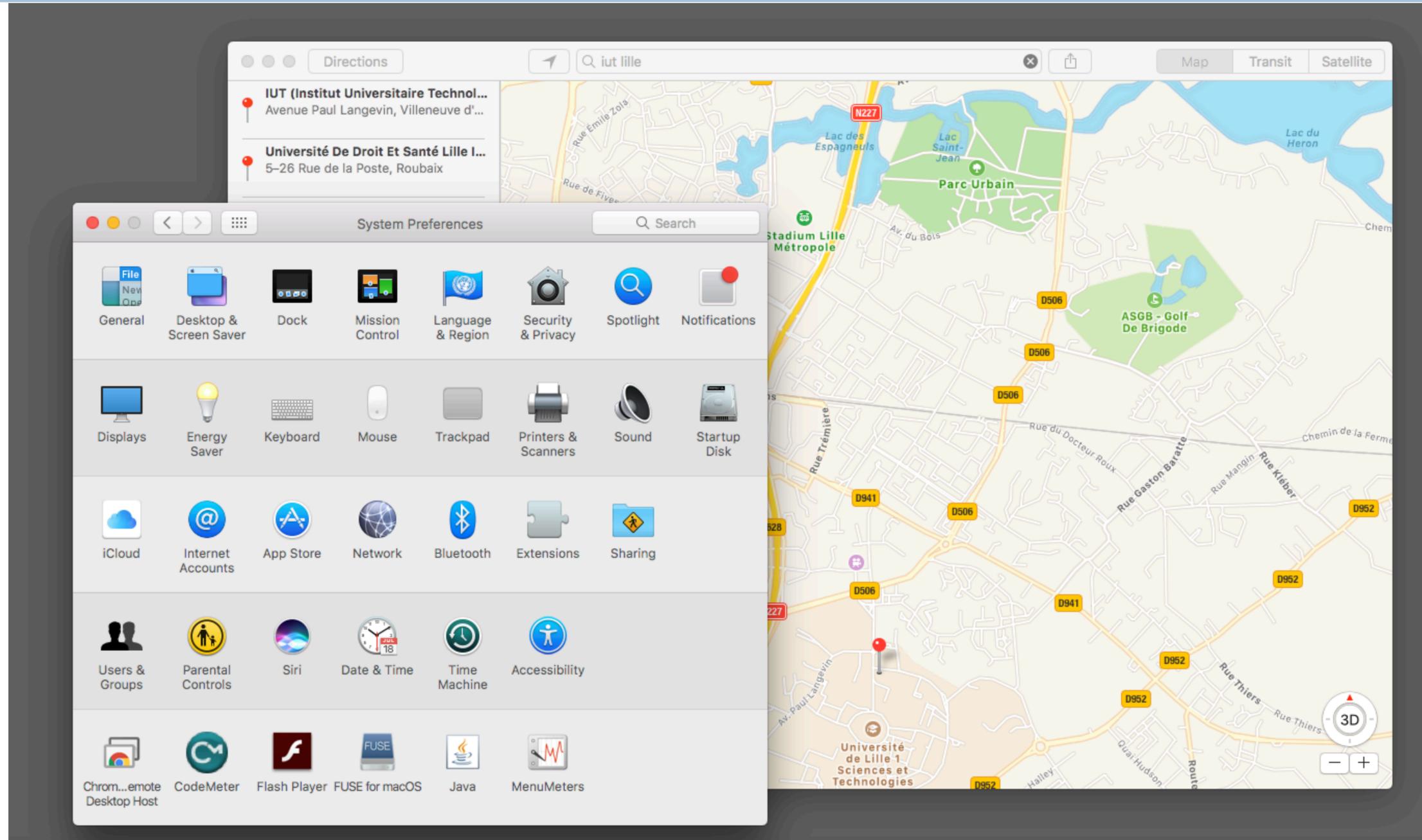
Théorie de la Gestalt

18



Théorie de la Gestalt

19



Théorie de la Gestalt

20

Loi 1 : les formes simples sont plus simples à retenir



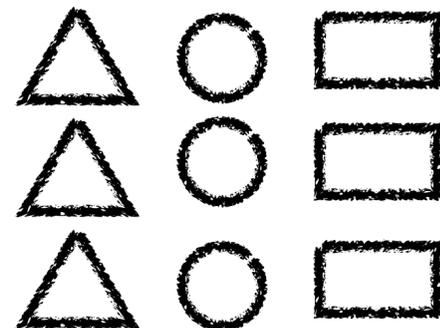
Loi 2 : loi de proximité, ce qui est proche est perçu comme appartenant à un même groupe



Loi 3 : loi de la fermeture : tout ce qui est fermé est perçu comme un ensemble



Loi 4 : loi de similarité : ce qui est perçu comme semblable appartient au même groupe



Théorie de la Gestalt

21

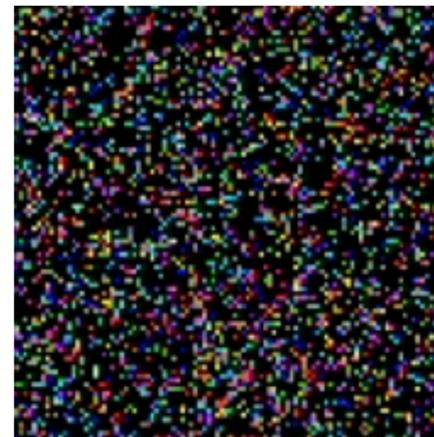
Loi 5 : loi de la continuité : les formes continues semblent appartenir à un même groupe



Loi 6 : Loi de l'expérience



Loi 7 : loi du mouvement commun



Modèles

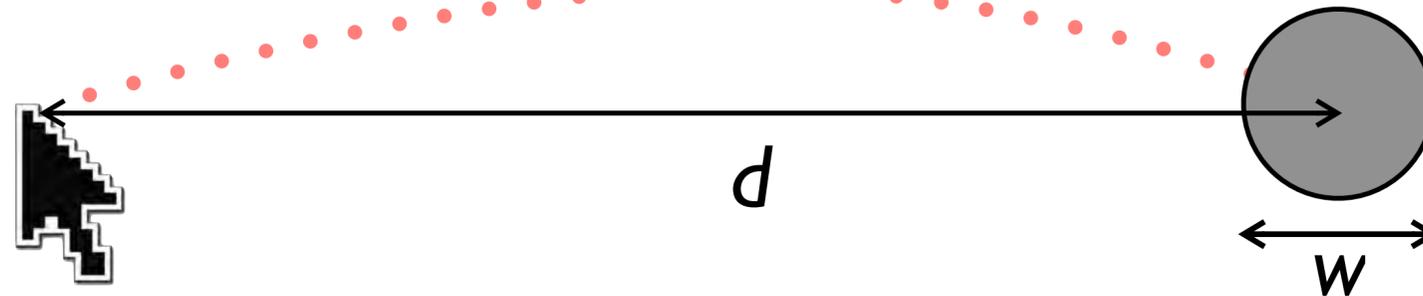
Modèles prédictifs de performance

23

Pointage : loi de Fitts (1954)

modèle prédictif du temps requis pour acquérir une cible:

$$T = a + b \log_2 \left(1 + \frac{D}{W} \right)$$



=> privilégier les cibles larges et proches

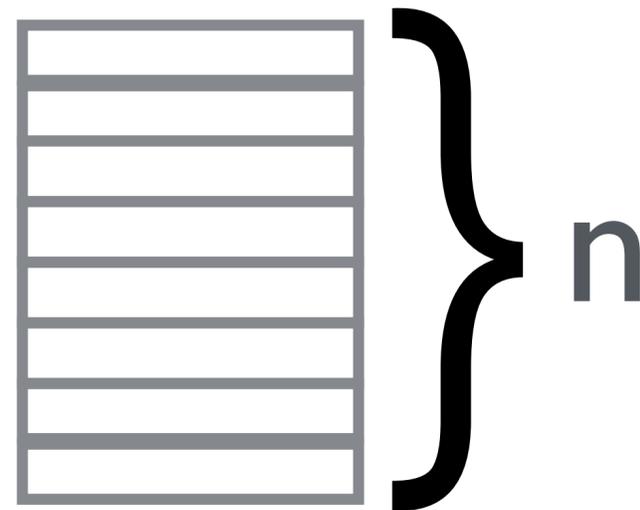
Modèles prédictifs de performance

24

Prise de décision : Loi de Hick-Hyman (1952-1953)

Modèle prédictif du temps requis pour trouver un élément dans un ensemble (liste, menu)

$$T = b \log_2(n+1)$$



Capacités humaines

25

Temps de réaffichage : effet d'animation si réaffichage $< 1/10$ sec

Périphérique de pointage : vitesse maximale de la main : 1 à 1,5 m/sec

Le nombre magique 7 ± 2 (Miller, 1956)

nombre de commandes dans un menu pour qu'elles soient mémorisables
dans une longue liste, on ne retient que le début et la fin

Le Canon Cat (1987), décrit par J. Raskin

26

Exploitation of the single locus of attention

lorsqu'on l'éteignait, le Cat sauvegardait une image bitmap de l'écran au début du disque

lorsqu'on le rallumait, le Cat chargeait l'image et l'affichait avant de charger le reste des données

il faut 10 secondes à l'utilisateur pour changer de contexte et se préparer à la nouvelle tâche (Card, Moran & Newell)

il en fallait 7 au Cat pour lire le reste du disque...



Modèles perceptuel et conceptuel

27

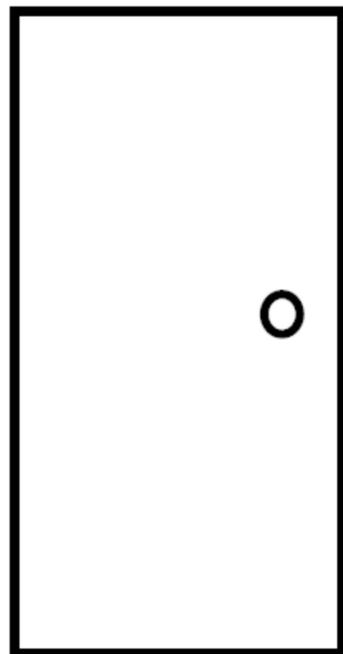
Modèle perceptuel : modèle mental construit par l'utilisateur

Modèle conceptuel : description et fonctionnement du système

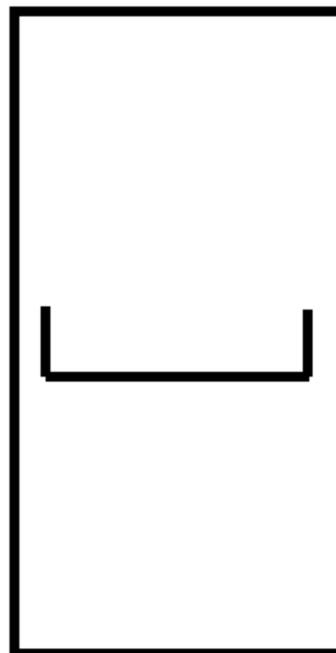
La distance entre les deux modèles détermine la performance (l'utilisabilité) du système

Exemple

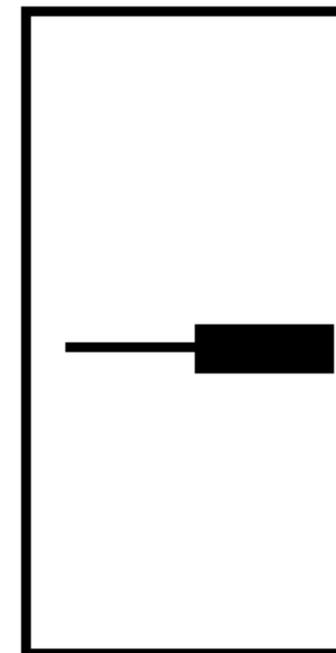
28



Push or pull?



Which side?



Can only push,
side to push clearly visible

Modèle conceptuel : le bain

29

Remplir une baignoire avec deux robinets eau chaude/froide

Variables psychologiques

D = débit d'eau

T = température du bain

Variables physiques

D_c, T_c = débit et température de l'eau chaude

D_f, T_f = débit et température de l'eau froide

Relation entre ces variables

$$D = D_f + D_c$$

$$T = (D_c * T_c + D_f * T_f) / (D_f + D_c)$$

Modèle conceptuel : le bain

30

Problèmes typiques rencontrés par l'utilisateur :

Quel robinet est celui de l'eau froide ?

Comment faire varier le débit (dans quel sens tourner) ?

Comment refroidir en conservant le débit ?

Comment diminuer le débit en gardant la température constante ?

Comment évaluer le débit ?

Comment évaluer la température ?



Modèle perceptuel

31

L'utilisateur construit un modèle mental du système en se basant entre autres sur

Les *affordances* (relations naturelles) du système qu'il perçoit

Les liens de causalité qu'il perçoit

Les contraintes imposées par le système (ex : physiques)

Des correspondances perçues (ex : contraintes/objets)

L'expérience de systèmes similaires (*transfer effect*)

Des instructions reçues

Ce modèle n'est pas nécessairement juste

Encore de la psychologie : Le concept d'affordances

32

Une *affordance* est « a property of the world that affords action to appropriately equipped individuals »

Relation tri-partite : l'environnement, l'individu et ses actions

Importance du couplage perception action

Exemples

Une chaise permet de s'asseoir

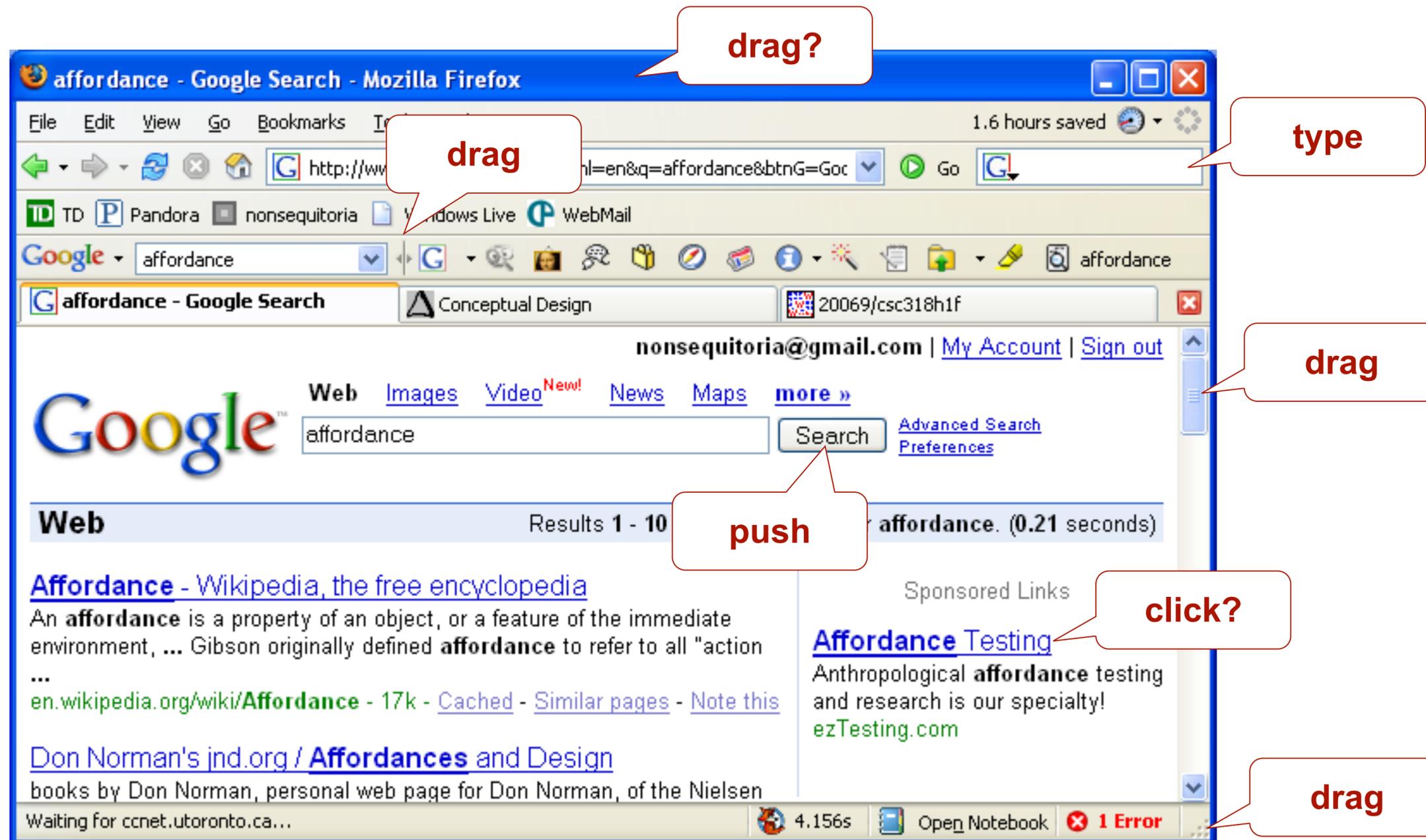
Un thermostat peut être tourné

Un bouton peut être pressé

Une porte peut être poussée ou tirée...

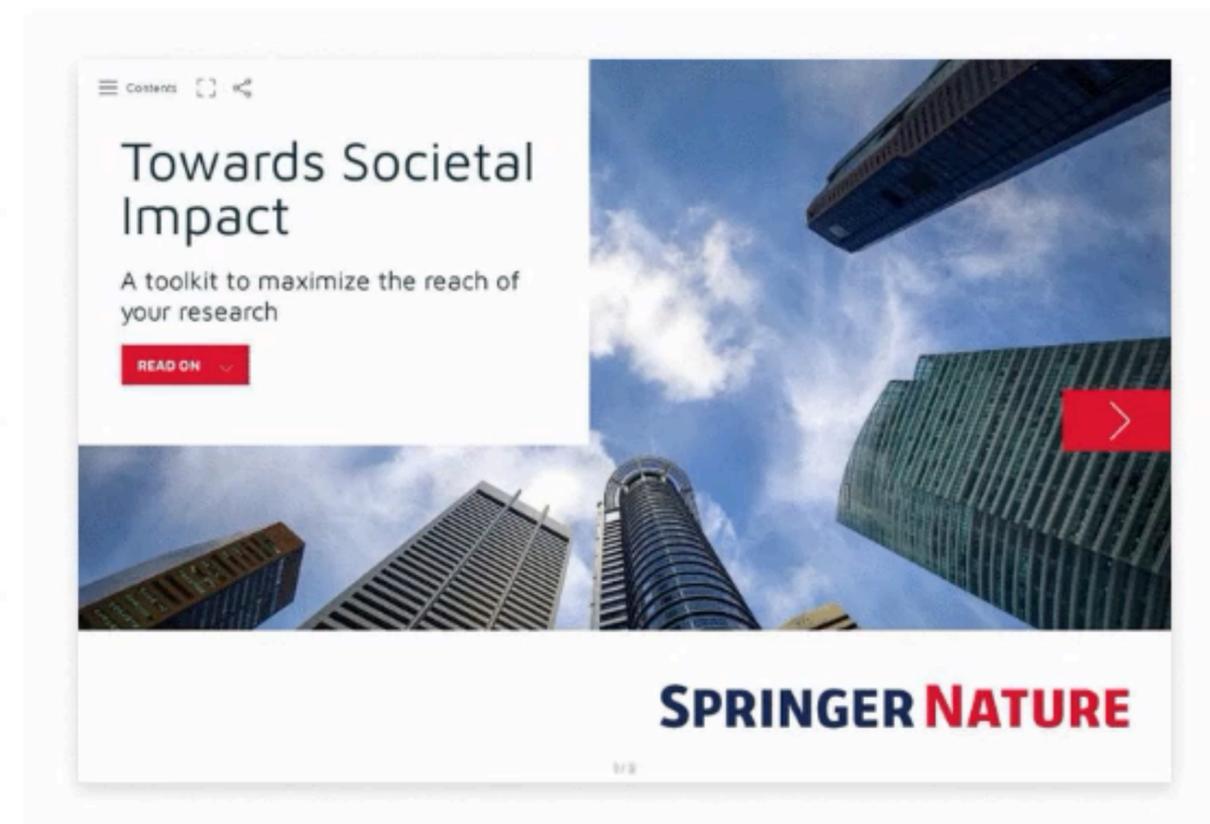
Affordance

33



Affordance

34



Access the toolkit now

Keystroke-Level Model (KLM)

35

Décomposition en tâches élémentaires pour prédire le temps d'exécution

Opérateurs

K = frappe touche clavier (*keystroking*)

P = pointage (*pointing*)

H = rapatriement de la main (*homing*)

D = dessin (*drawing*)

M = activité mentale (*mental activity*)

R = temps de réponse du système (*response time*)

Évaluation expérimentale des temps d'exécution des différents opérateurs

K : 0.28 s

B(outon) : 0.1 s

H : 0.4 s

P : loi de Fitts modifiée (entre 0.8 et 1.5 s, typ. 1.1 s)

D : $0.9*n + 0.16*l$ (n segments de longueur moyenne l)

M : 1.2 s

R : $\max(0, n-t)$ n est le temps de traitement du système et t est le temps exploité par l'utilisateur

Principale difficulté : placer les opérateurs M ...

Règles pour le placement de l'opérateur M :

Insérer M devant tous les K ou B

Insérer M devant les P

Supprimer M si l'opération qui suit peut être anticipée (ainsi PMB devient le plus souvent PB)

Si MKMK...MK constitue un seul mot, le transformer en MKK...K

...

Le plus important : être cohérent !

KLM : exemple

38

Déplacement du curseur d'un traitement de texte

Méthode 1 :

Prendre la souris

La déplacer au point désiré

Appuyer sur le bouton

M1 : H(souris)P(pointer)B(clic)H(retour)
insertion des opérateurs M...

M1 : *HMPMBH*

élimination des opérateurs M superflus (anticipation)

M1: *HMPBH* (T1 = 3,2 s)

KLM : exemple

39

Déplacement du curseur d'un traitement de texte

Méthode 2 :

Tant que le curseur n'est pas sur la ligne cible, taper Ctrl-n

Tant que le curseur n'est pas sur le mot cible, taper Esc-f

M2 : K (Ctrl) I*K(n) m * [K(Esc)K(f)]

Insertion des opérateurs M...

M2 : MK I*K M m*[KK] (T2 = 3,5 s pour l = m = 1)

KLM : exemple

40

Déplacement du curseur d'un traitement de texte

M1 : HMPKH

M2 : MK I*K M m*[KK]

Comparaison des méthodes

Pour $l = m = 1$, $T1 < T2$

Si l'on omet le deuxième opérateur M dans M2, alors $T1 < T2$ pour $l=0$ et $m>5$ ou pour $l>10$ et m petit

KLM : problèmes

41

Pas de prise en compte du contexte

Pas de prise en compte des erreurs

Pas de prise en compte de l'apprentissage

Ceci dit, KLM nous oblige à penser à toutes les actions à effectuer, même les plus minimales, et donc à nous mettre à la place de l'utilisateur

Conclusion

42

Modèles et théories sur les représentations visuelles

Modèles sur les capacités motrices et cognitives humaines

Indépendance du contexte applicatif

[https://www.](https://www.quirkologychannel.com)

Quirkology Channel

THE COLOUR CHANGING CARD TRICK

www.RichardWiseman.com