



Perception illusoire / illusions perceptuelles



Jacques Bourg

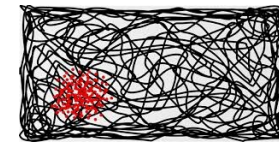
Post-doctorant, laboratoire de dynamique corticale et intégration multisensorielle. CNRS. Gif-sur-Yvette.

Le codage neuronal

Définitions: types de codage



Codage **parcimonieux** (“sparse coding”): seulement une petite partie des neurones sont actifs à la fois.



Codage **distribué**: L'ensemble des neurones sont utilisés pour représenter un stimulus.

Définitions: types de codage



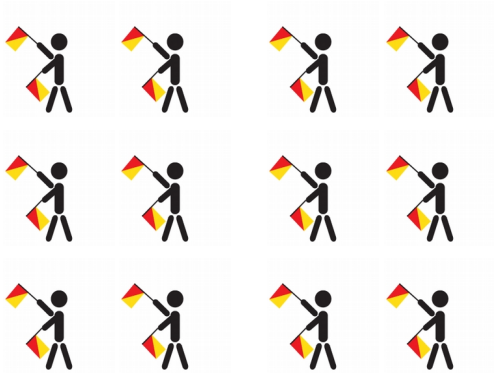
Codage **parcimonieux**



Codage **distribué**

	Codage parcimonieux	Codage distribué
Avantages	<p>Facile à lire pour une structure post-synaptique.</p> <p>Adapté à un codage catégoriel.</p> <p>Econome en ressources énergétiques/ métaboliques.</p> <p>Plus facile à comprendre pour un expérimentateur.</p>	<p>Capacité de représentation énorme.</p> <p>Le degré de similarité de deux représentations peut être quantifié de façon continue: ceci permet de généraliser à d'autres stimuli ou à des versions incomplètes des stimuli.</p>
Inconvénients	<p>Capacité de représentation bien plus faible.</p> <p>Non adapté à comparer des représentations similaires mais pas exactement pareilles.</p> <p>Le nombre de cellules nécessaires peut être énorme.</p>	<p>Plus difficile de faire des associations, selon le principe Hebbien (car cela implique un grand nombre de neurones)..</p>

Définitions: types de codage



Codage **redondant**: les neurones représentent une même quantité.



Codage **indépendant**: chaque neurone représente une quantité différente.

Définitions: types de codage



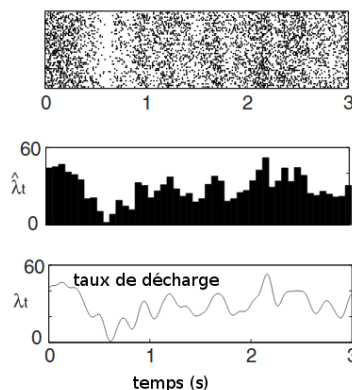
Codage **redondant**



Codage **indépendant**

Avantages

Robuste au bruit.



Capacité de
représentation
énorme.

Inconvénients

Capacité de
représentation bien plus
faible.

?

Définitions: types de codage



Codage **entropique**: utilise les statistiques de la source pour construire un code: il associe les symboles les plus courts aux symboles les plus fréquents.

Avantages:

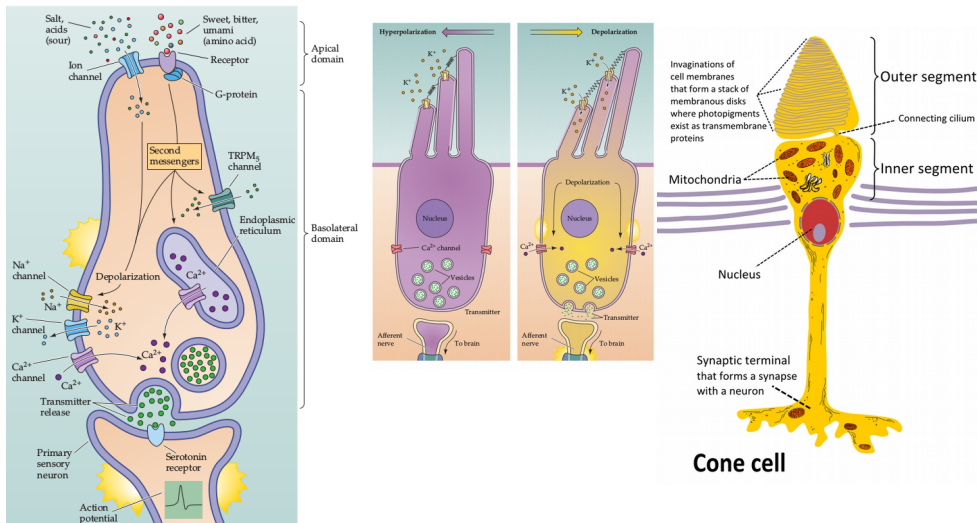
Optimal en termes de transmission d'information (entropie ou information mutuelle).

Inconvénients:

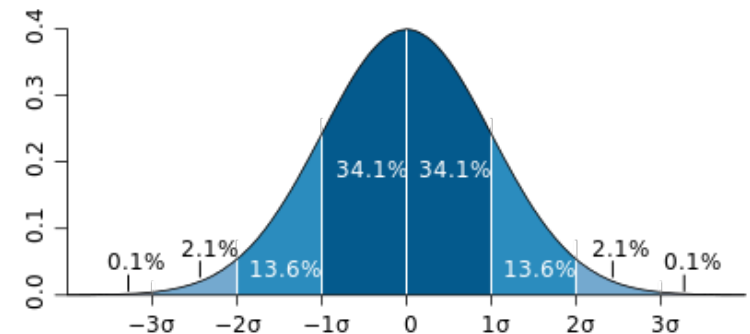
Suppose que la distribution des stimulus en entrée est fixe, et (si le code est continu) que le neurone postsynaptique peut distinguer précisément des petites variations continues.

Le codage entropique

Rappel: les récepteurs sensoriels sont “analogiques”.



Certains stimuli sont plus fréquents que d'autres dans l'environnement.



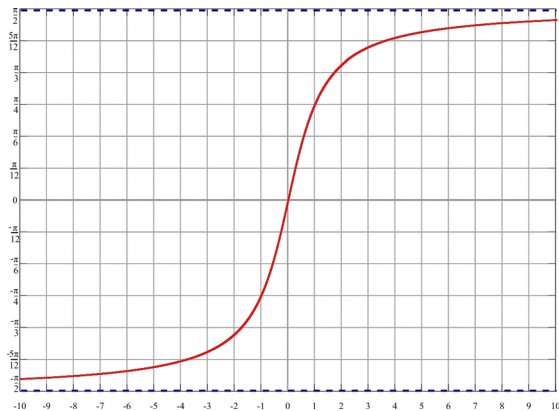
Pour les variables continues et bornées, la distribution de probabilité qui **maximise l'entropie** est la distribution **uniforme**.



Le codage entropique

Si l'on suppose que les récepteurs sensoriels transforment de façon non-linéaire un stimulus s en une réponse r :

$$r = g(s) + n$$



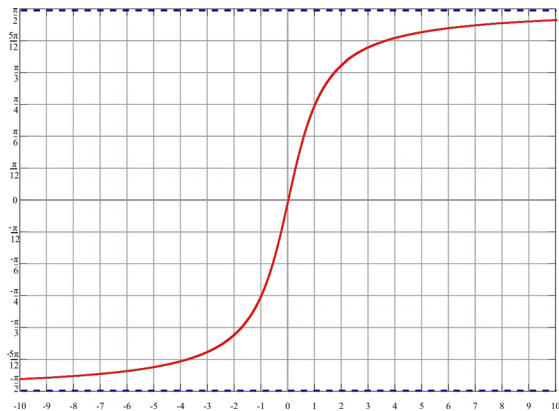
s

Le codage entropique

Si l'on suppose que les récepteurs sensoriels transforment de façon non-linéaire un stimulus s en une réponse r :

$$r = g(s) + n$$

$g(s)$



On peut montrer que la non-linéarité g qui maximise l'entropie de la réponse r est:

$$g(s) = \text{cdf}(s)$$

Cdf(s): distribution de probabilité cumulée de s .

Le codage entropique: l'expérience de Simon Laughlin (1981)

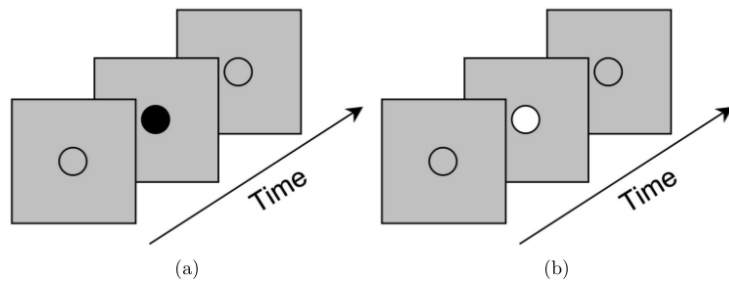
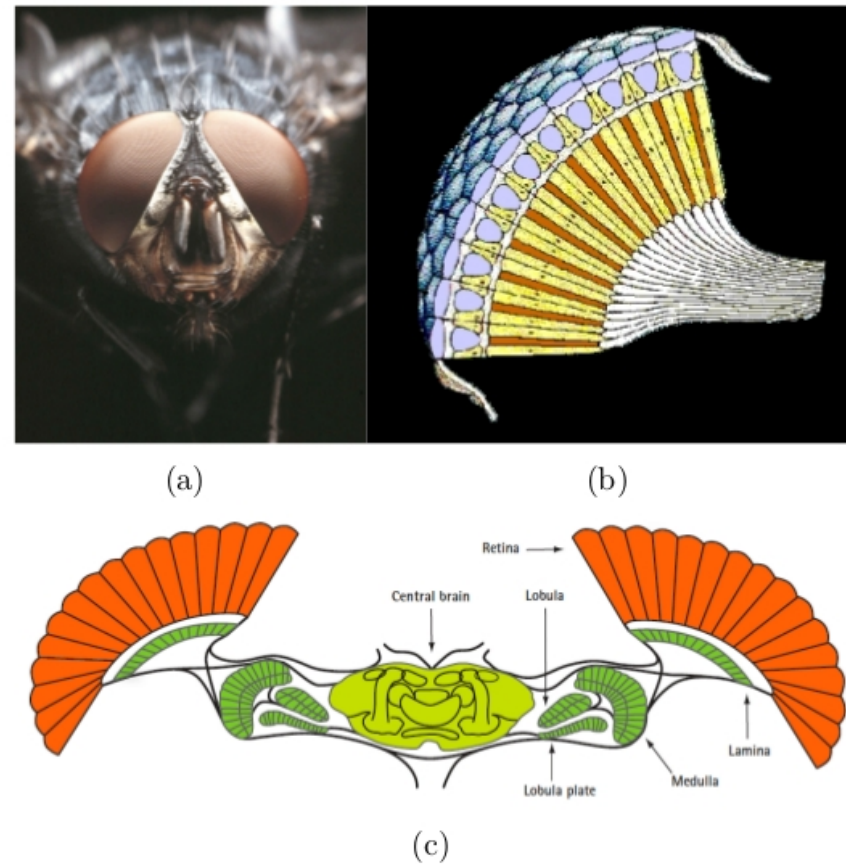
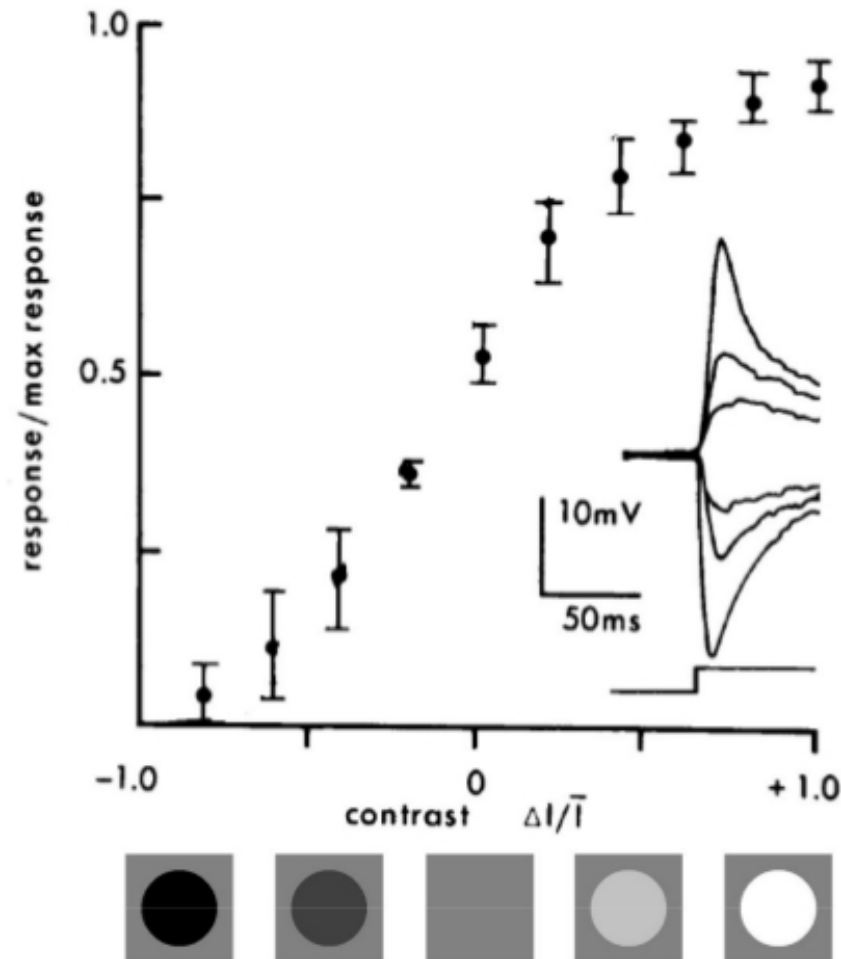


Figure 3: Stimulus sequences used to elicit response from fly visual neuron. The central disc represents an LED light, which is initially at the same luminance as the background. The LED luminance is then changed for 100ms, and then reverts to its initial luminance.
a) Contrast changes from zero to negative (LED made dimmer) to zero again.
b) Contrast changes from zero to positive (LED made brighter) to zero again.



Le codage entropique: l'expérience de Simon Laughlin (1981)



$$\text{Contraste} = (I - I^*) / I^*$$

Le codage entropique: l'expérience de Simon Laughlin (1981)

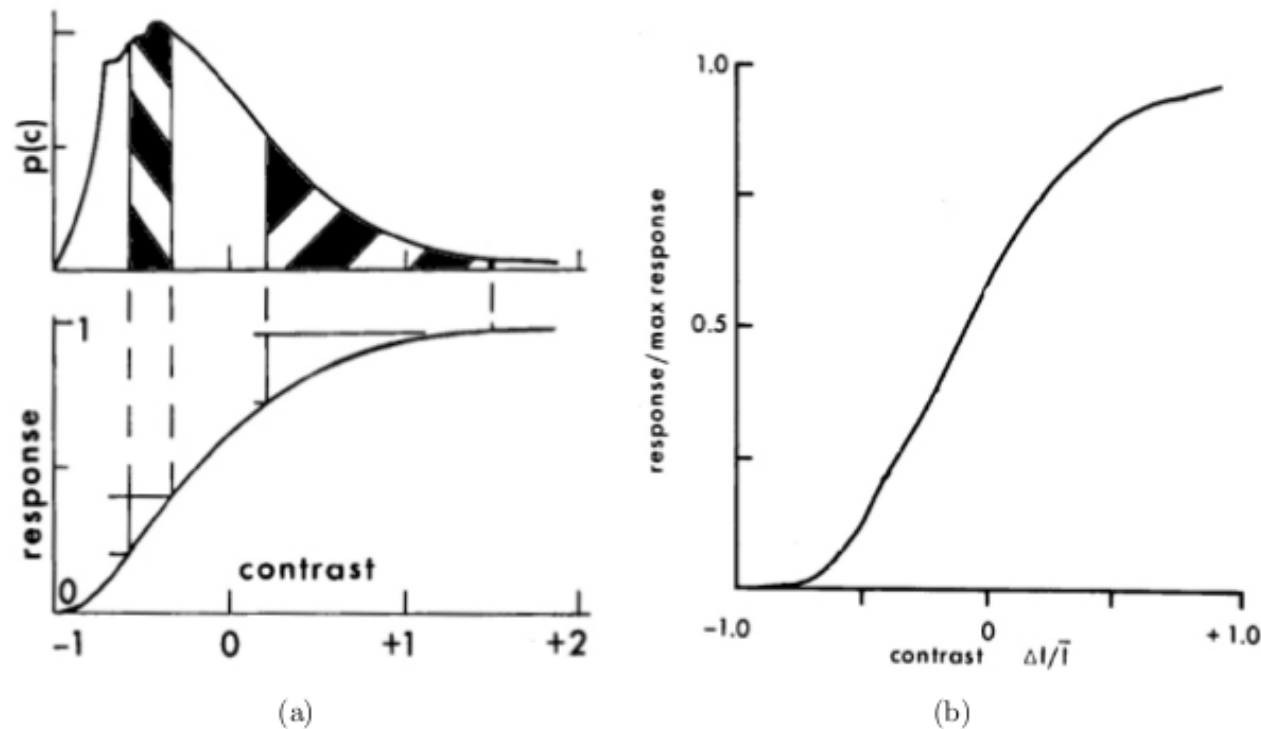
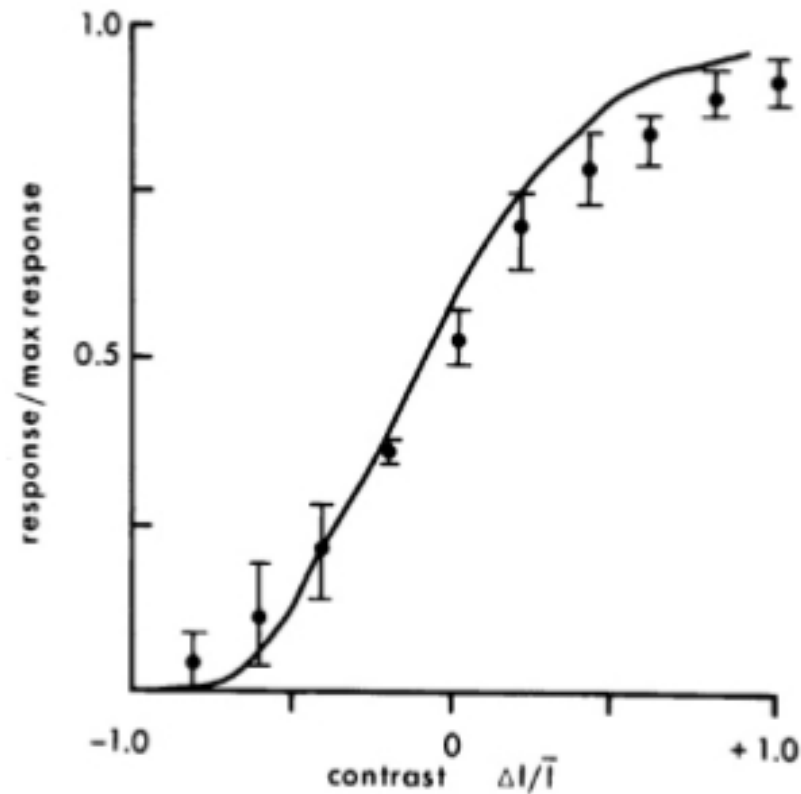
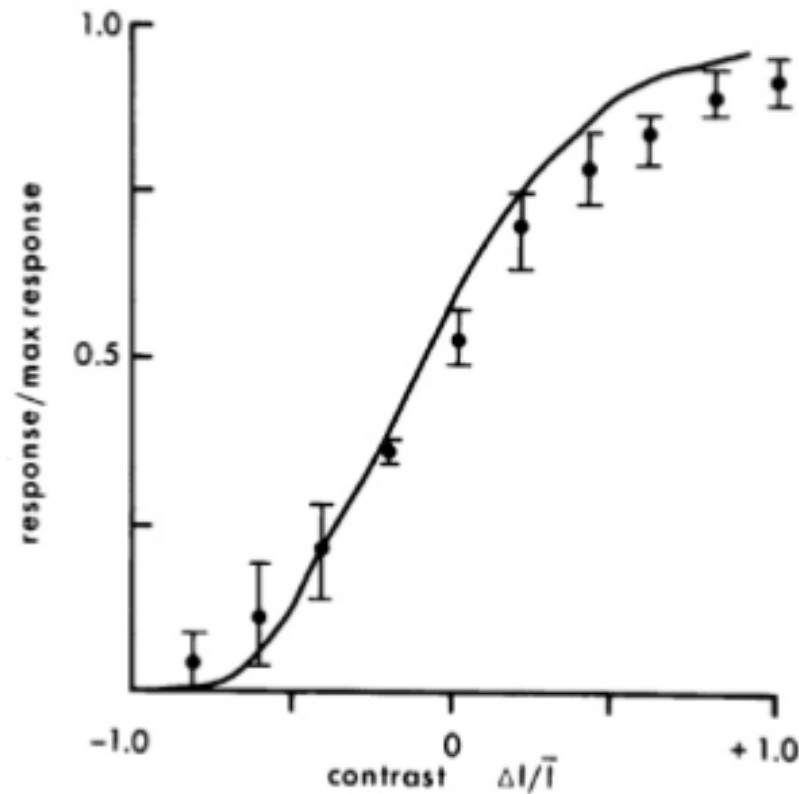


Figure 6: Top: Distribution of image contrasts experienced by a fly, as measured by Laughlin. a) Bottom: The cumulative distribution, found by summing areas under the contrast distribution graph, is also the predicted neuronal response to different contrast values. From [Lau83]. b) Predicted response, redrawn to match scale in Figure 5.

Le codage entropique: l'expérience de Simon Laughlin (1981)



Le codage entropique: l'expérience de Simon Laughlin (1981)



Merci pour votre attention



Livres et articles scientifiques recommandés

Principles of neural science. *Kandel*

Vision. *David Marr*

Theoretical Neuroscience. *Dayan & Abbott*

Eyes, flies and information theory. *James V Stone*.

Information Theory: a tutorial introduction. *James V Stone*.

Predictive coding: a review. *Huang et Rao*.

Hierarchies and reverse hierarchies in the visual system. *Hochstein et Ahissar*.

Role of attention in figure ground segregation in areas V1 and V4.

Poort et al. Neuron 2012.

Selective attention gates visual processing in the extrastriate cortex. Moran and Desimone 1985 Science