

Quelles frontières pour les systèmes intelligents et autonomes ?

Cours n°2

Jean-Robert Alcaras

UPA 2011-2012

Introduction (1)

- Retour à la définition des termes
- Intelligence
- Autonomie
- Frontière
- **Séparer et distinguer** pour comprendre : *nécessité de la frontière pour le modélisateur (1)*

Introduction (2)

- Mais aussi **relier et rejoindre** pour comprendre :
- *Nécessité de voir la frontière comme un lieu fructueux d'échanges nécessaires à l'évolution du système (2)*
- *« Celui qui se représente un arbre est forcé de se représenter un ciel ou un fond pour l'y voir se tenir » (Paul Valéry, Introduction à la méthode de Léonard de Vinci).*

I - Argument premier

Les frontières: une nécessité pour modéliser les systèmes intelligents et autonomes

A – La notion de frontière dans la Théorie du Système Général (JL Le Moigne)

B – Le principe de clôture opérationnelle des systèmes autonomes et intelligents (F Varela)

C – L'exemple du système de cognition étudié du point de vue neurophysiologique

A – La notion de frontière dans la Théorie du Système Général (Le Moigne) (1)

- **Le principe globaliste** : se représenter un système comme un « tout » actif dans un plus grand « tout » (environnement)
- D'où la nécessité de tracer une frontière entre ce qu'il est et ce qu'il n'est pas...
- Dessiner des frontières sur un mur tapissé de processus

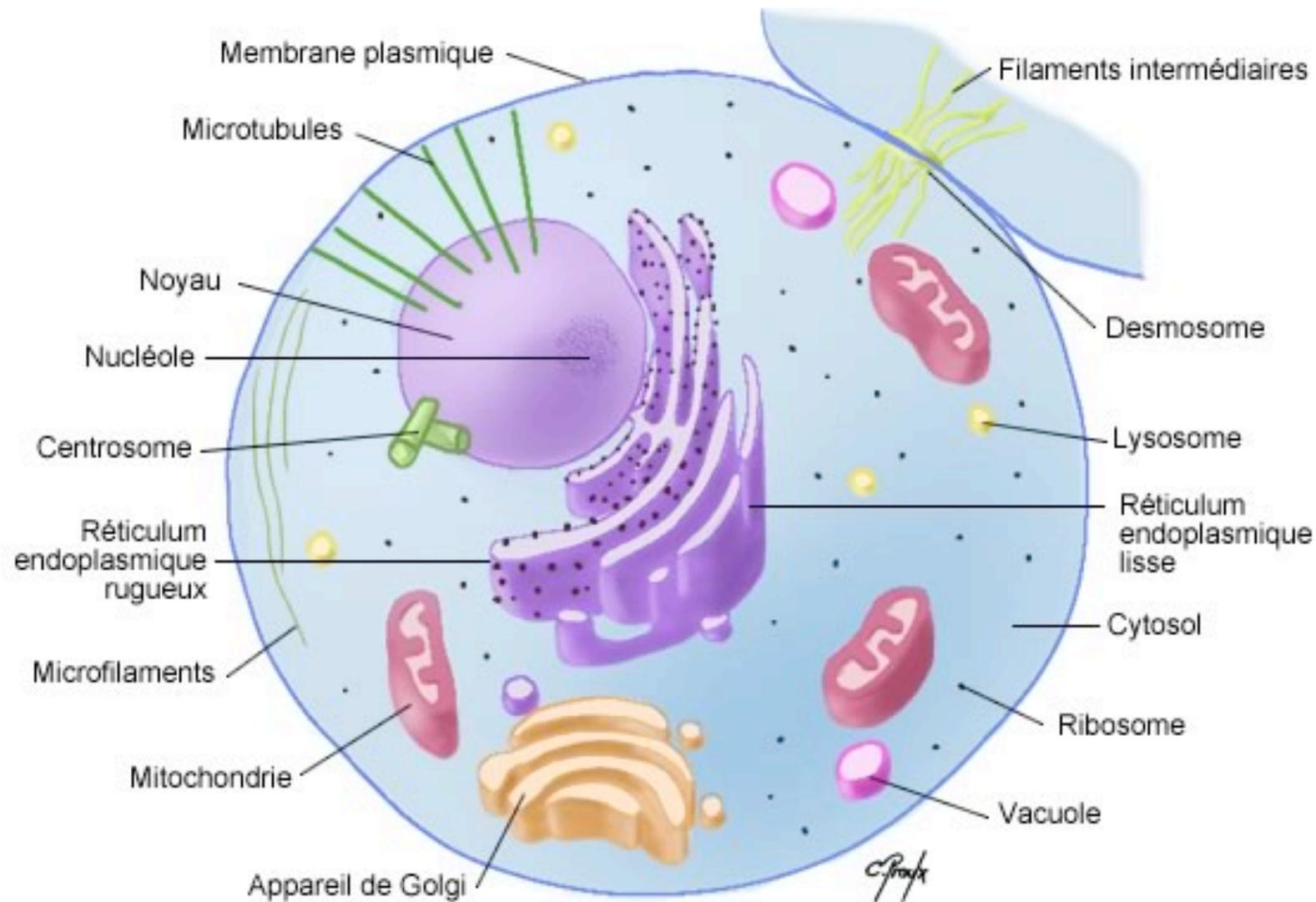
A – La notion de frontière dans la Théorie du Système Général (Le Moigne) (2)

- Le **principe téléologique** : la frontière dépend (aussi) des finalités du modélisateur !
- « *Dis moi les frontières que tu dessines dans ton environnement et je te dirai quels sont tes buts* »
- Exemple...

B – Le principe de clôture opérationnelle de Francisco Varela (1)

1. La vie : phénomène autonome par excellence
2. Le vivant et l'autopoïèse :
 1. Capacité à se produire et se reproduire seul ; à maintenir son identité malgré (ou grâce à) des perturbations dans l'environnement
 2. Relations circulaires entre les éléments du système
 3. **Frontière topologique essentielle !**

Les frontières topologiques d'une cellule eucaryote



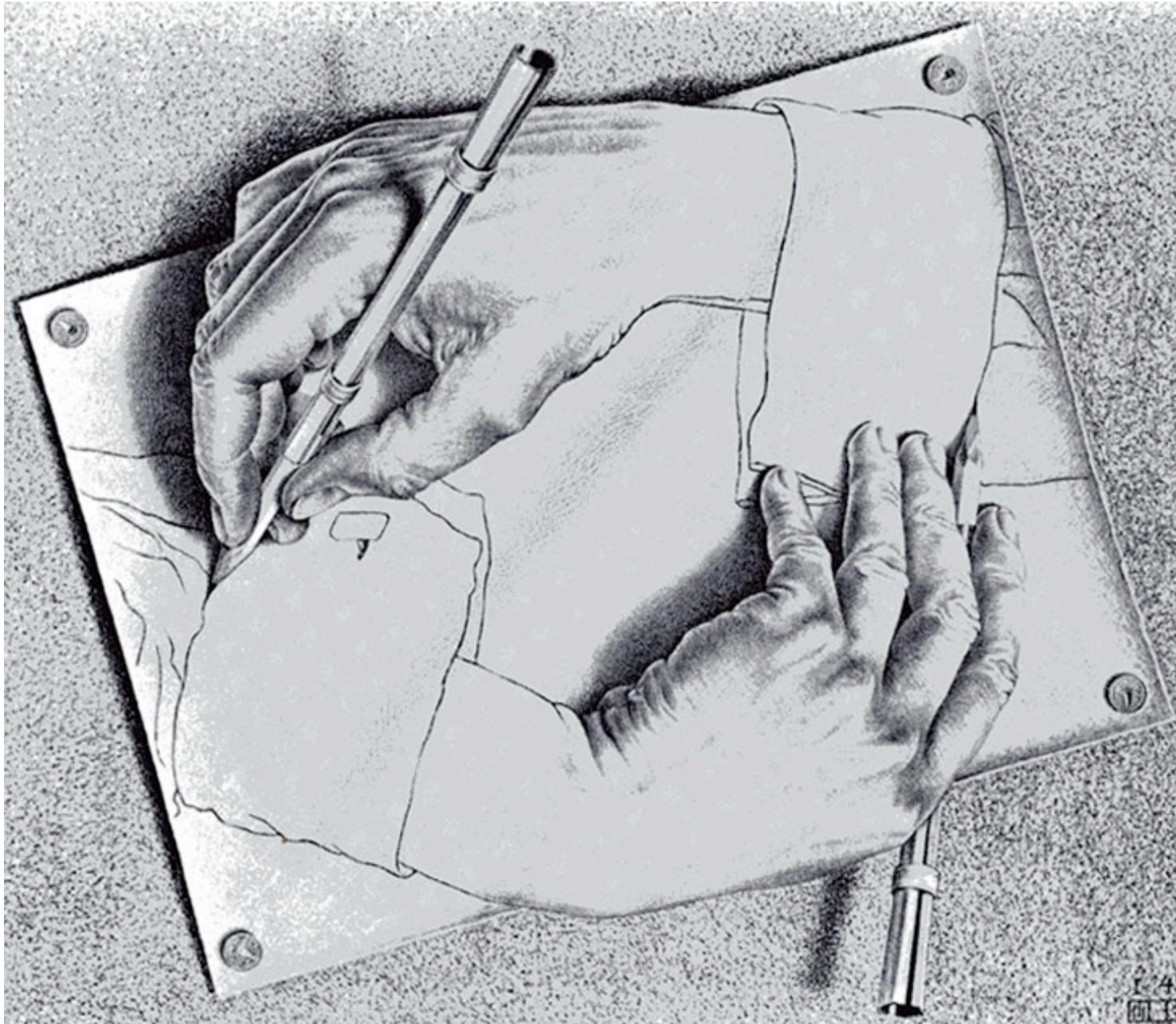
Les frontières topologiques d'une cellule eucaryote (en 3D)



B – Le principe de clôture opérationnelle de Francisco Varela (2)

3. Tout phénomène autonome n'est pas autopoïétique : nécessité d'une **frontière topologique** observable...
4. Mais tout phénomène autonome est « **opérationnellement clos** » (par autopoïèse ou non)
 - *Emergence d'unités qui se relient de façon circulaire entre elles et se distinguent ainsi de leur environnement*
 - *La clôture à maintenir comme but ultime du comportement autonome*

La clôture opérationnelle



ESCHER (1948) « *Mains se dessinant* » (Musée Escher)

C – L'exemple du système de cognition : perspective neurophysiologique (1)

1. De la cognition du monde au monde de la cognition
2. Cognition et perception du monde
3. Clôture opérationnelle du système nerveux-central
 - Les neurones et les éléments de l'environnement
 - Plus de relations circulaires que de relations avec les éléments de l'environnement
 - Pas de vraies relations : des couplages
 - Un système clos sur lui-même
 - Et autonome !

C – L'exemple du système de cognition : perspective neurophysiologique (2)

4. Exemple de la vision : perception visuelle et traitement des images

- Comment ça marche ?
- Schéma du système
- Et principales leçons (diapos
suivantes)

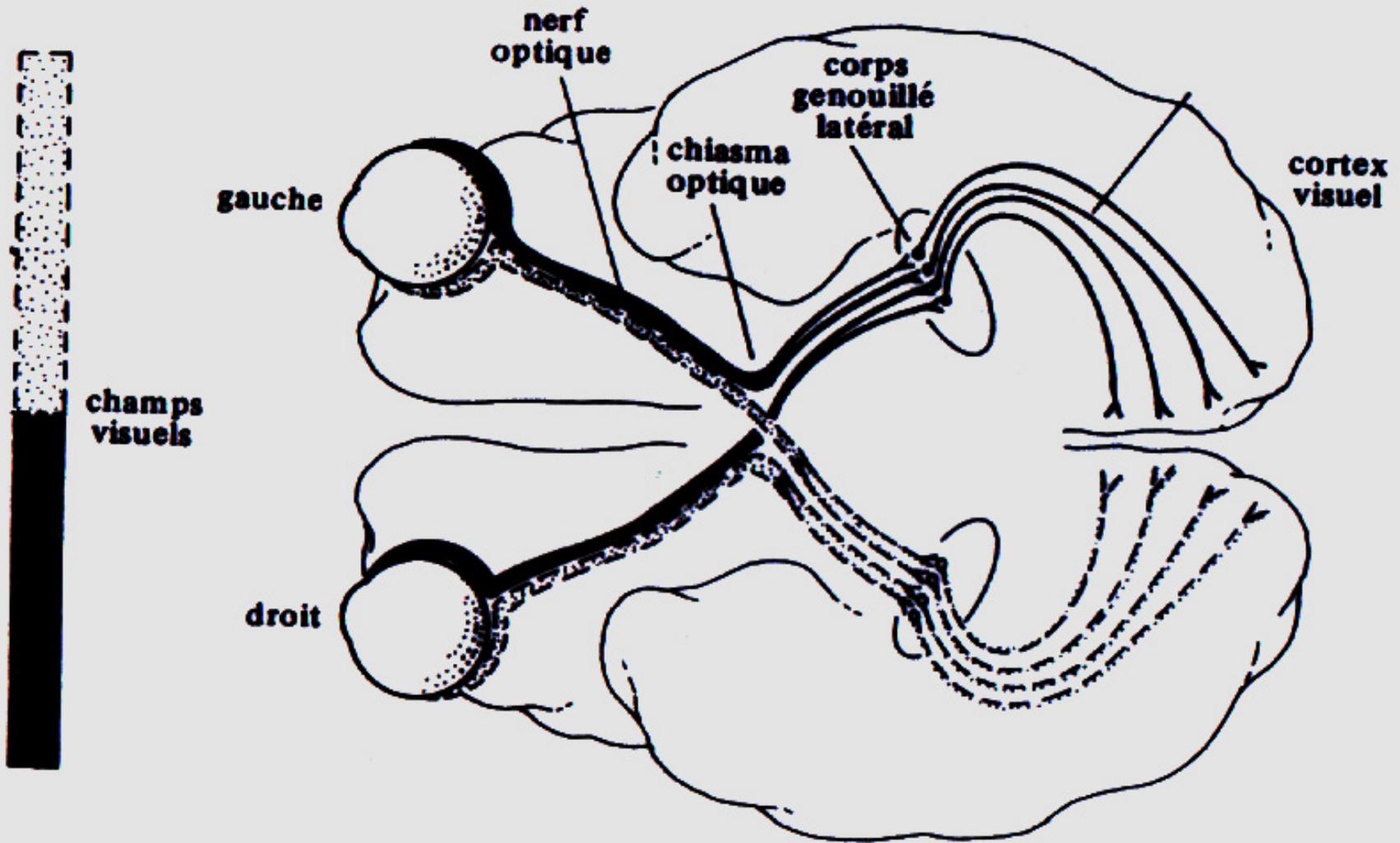


FIGURE 1

Diagramme du cheminement ascendant de l'« information » visuelle.

Une lecture positiviste de la vision

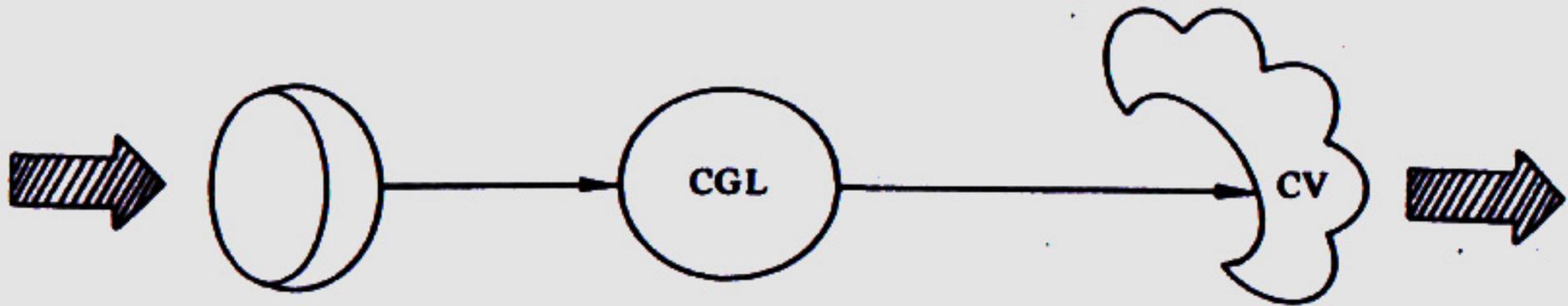


FIGURE 2

Diagramme sommaire de la direction supposée du flux d'« information » dans le système visuel (CGL : corps genouillé latéral ; CV : cortex visuel).

Une lecture systémique et constructiviste de la vision

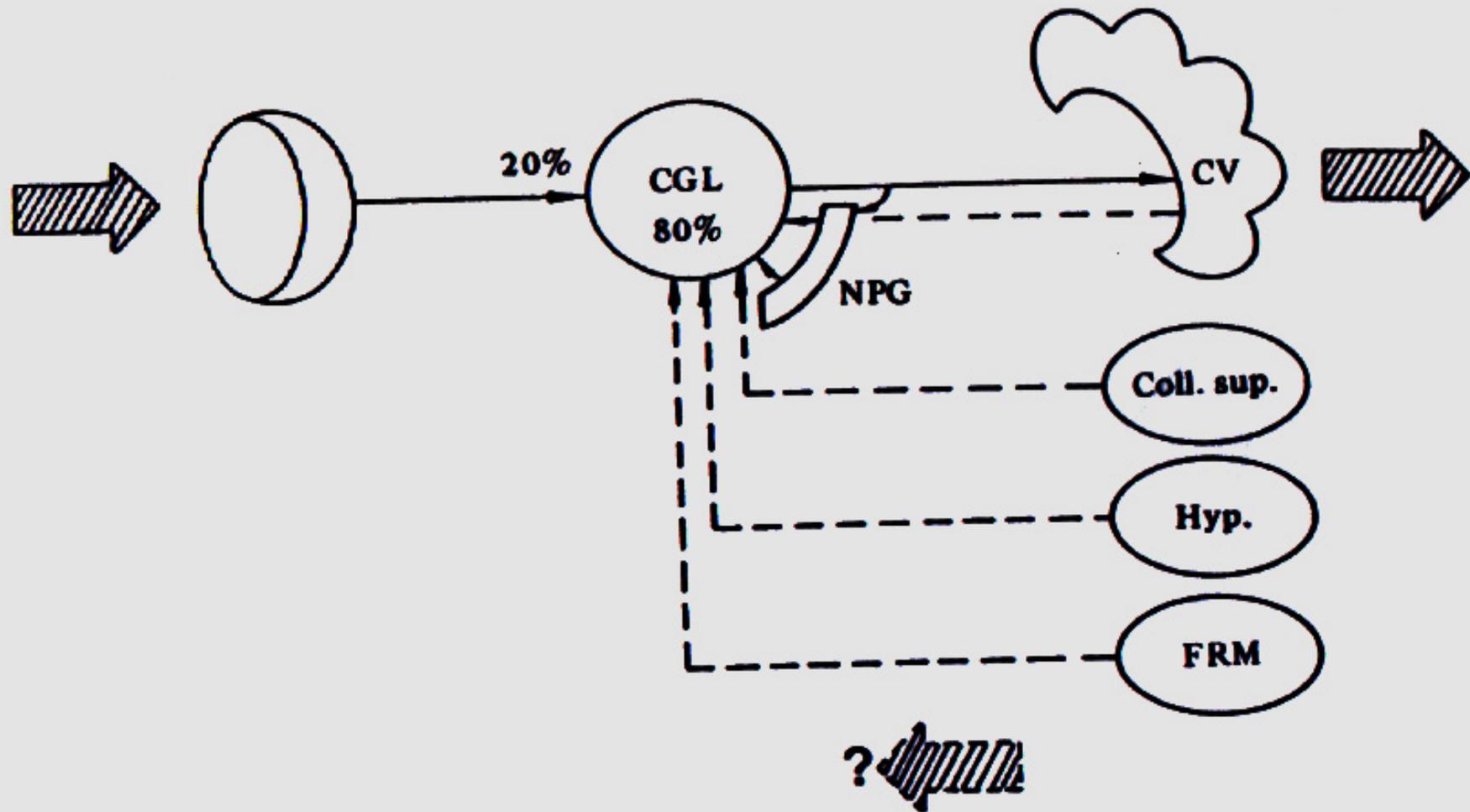


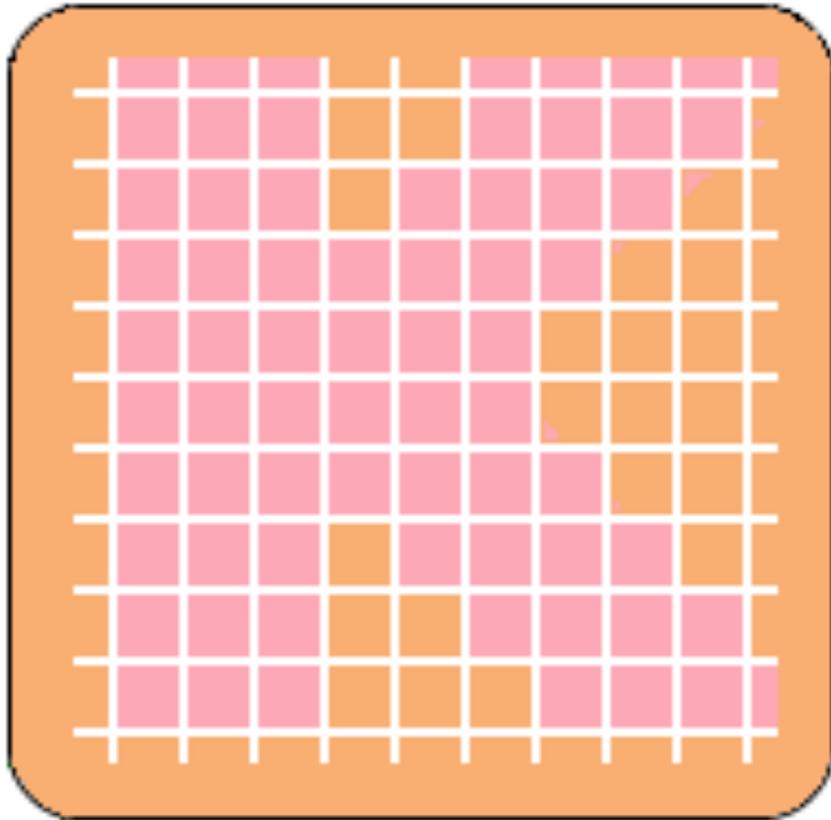
FIGURE 4

Source : F. Varela, *Autonomie et connaissance – Essai sur le vivant*, 1979 (p 215).

C – L'exemple du système de cognition : perspective neurophysiologique (3)

5. Exemple de la vision : monde des images et images du monde
- Pour voir... il faut regarder !
 - Quelques exemples d'un système clos qui construit des images du monde (illusions ?) – diapos suivantes
 - Un système clos mais autonome !

Les tests pour daltoniens...

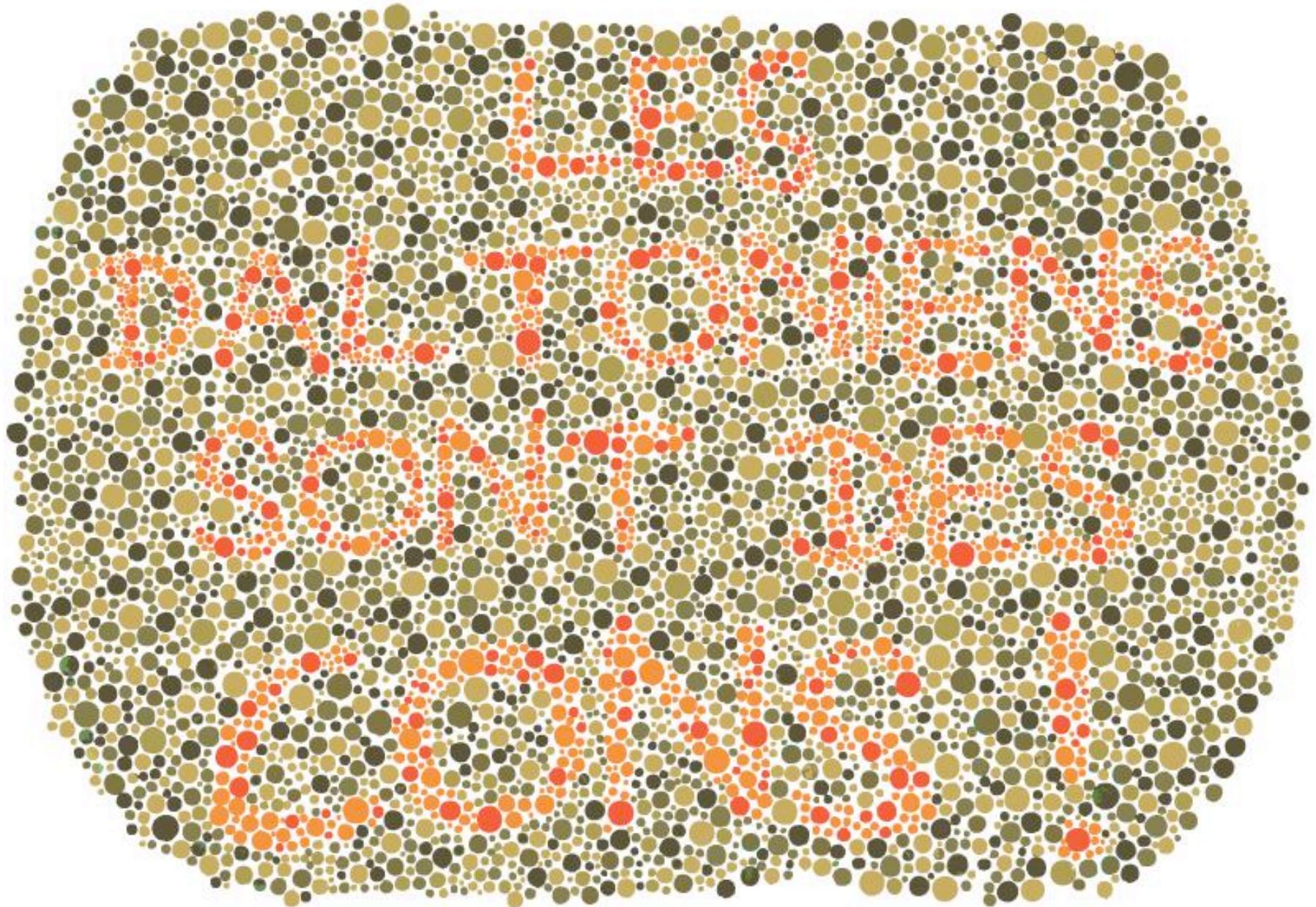


copyright Jean Jouannic 2007

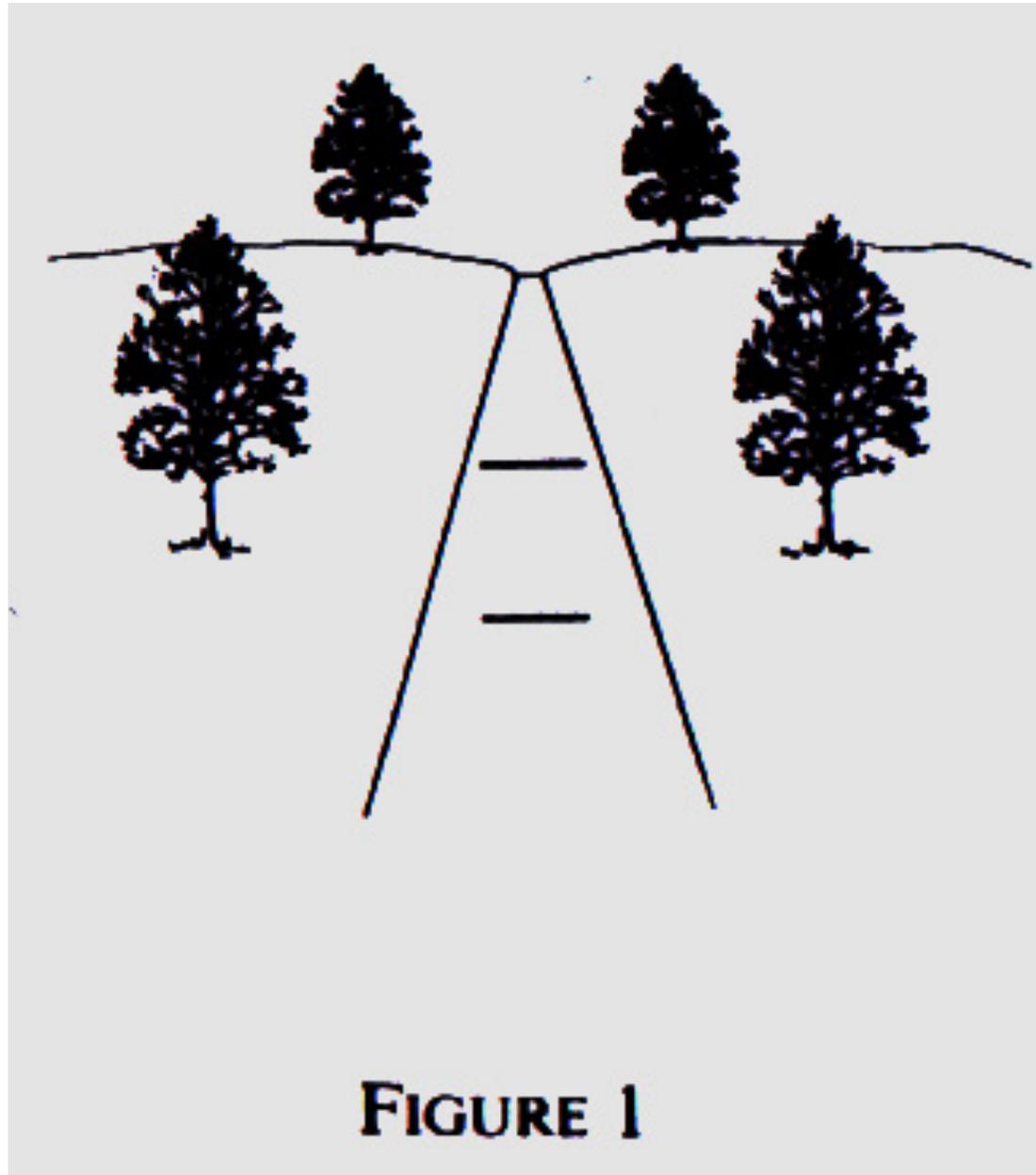


copyright Jean Jouannic 2007

Les tests pour daltoniens...

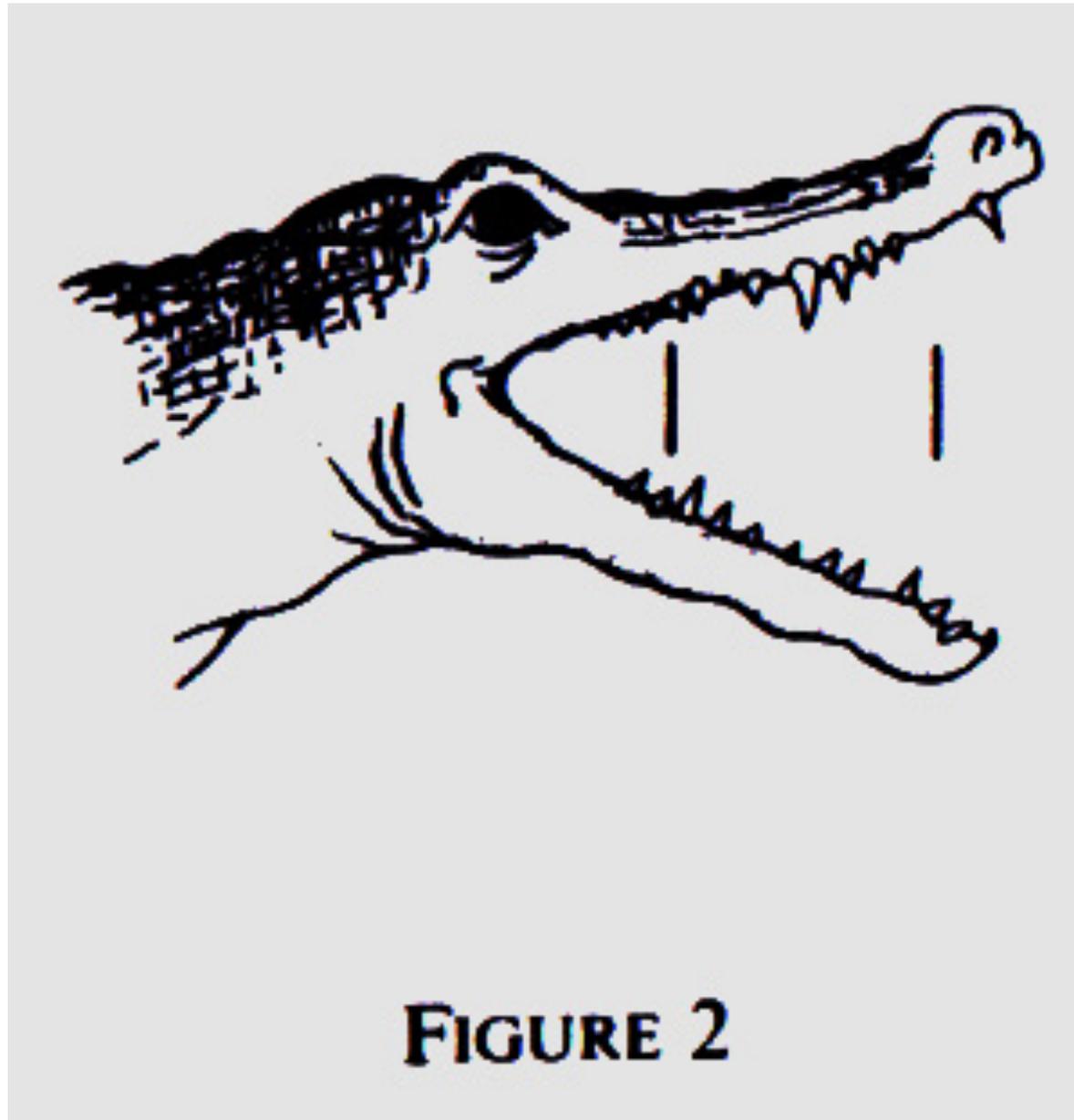


L'illusion de Ponzo (1)



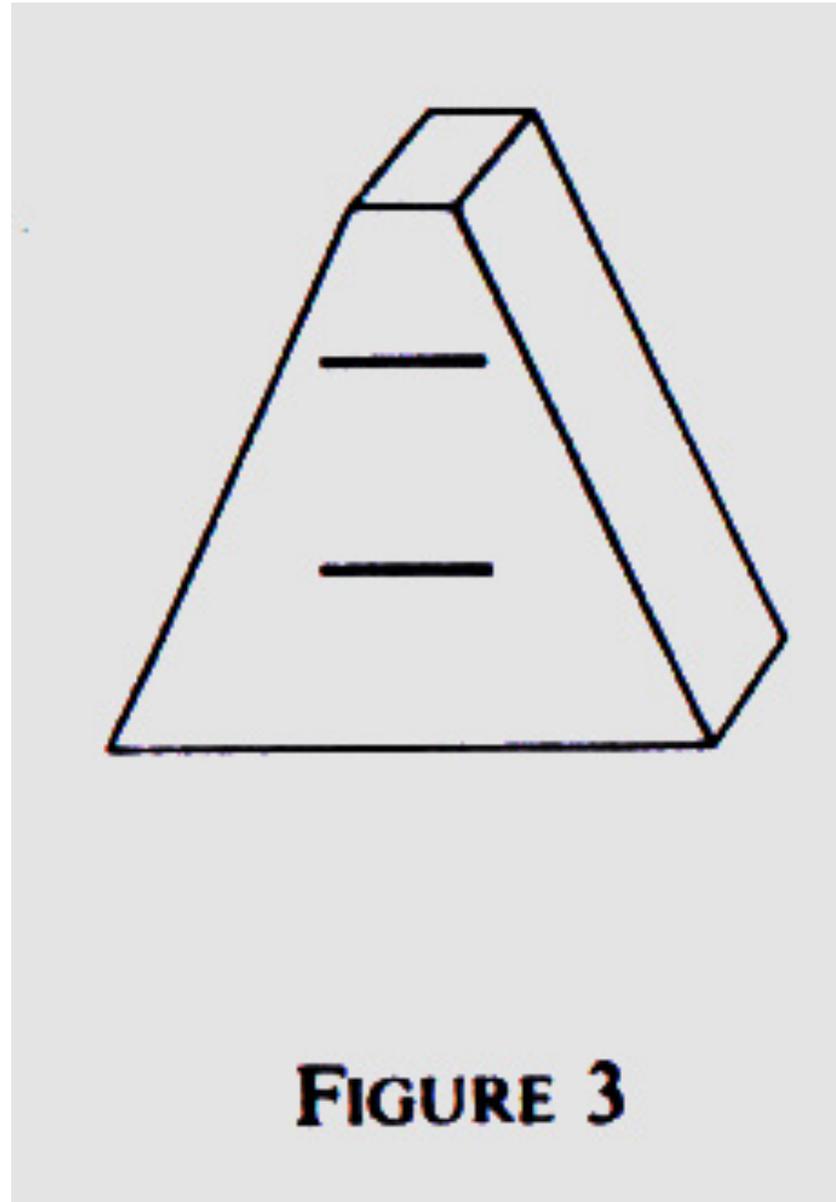
Source : F. Varela, *Autonomie et connaissance – Essai sur le vivant*, 1979 (p. 159)

L'illusion de Ponzo (2)



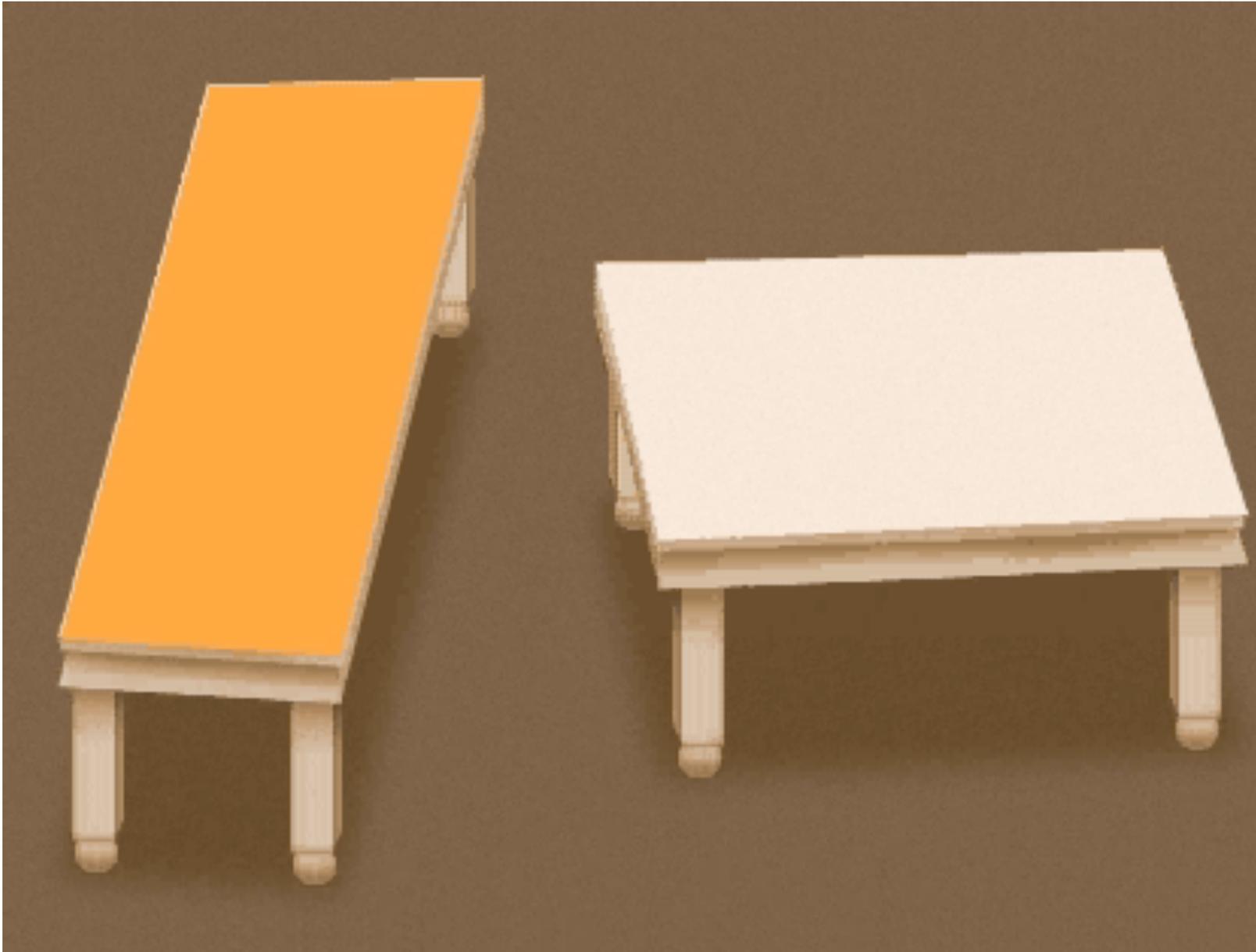
Source : F. Varela, *Autonomie et connaissance – Essai sur le vivant*, 1979 (p. 159)

L'illusion de Ponzo (3)



Source : F. Varela, *Autonomie et connaissance – Essai sur le vivant*, 1979 (p. 159)

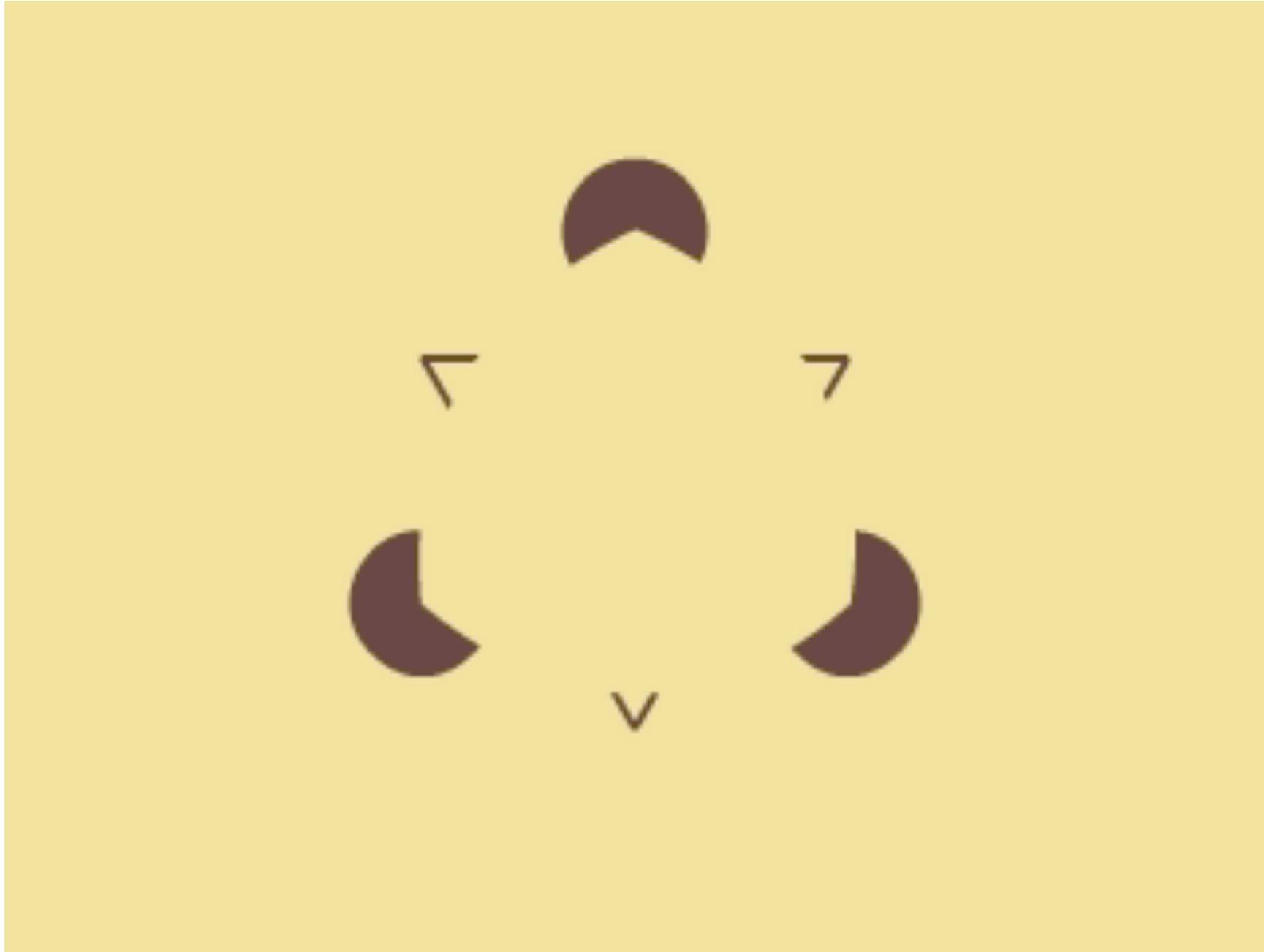
2 tables de dimensions différentes ?



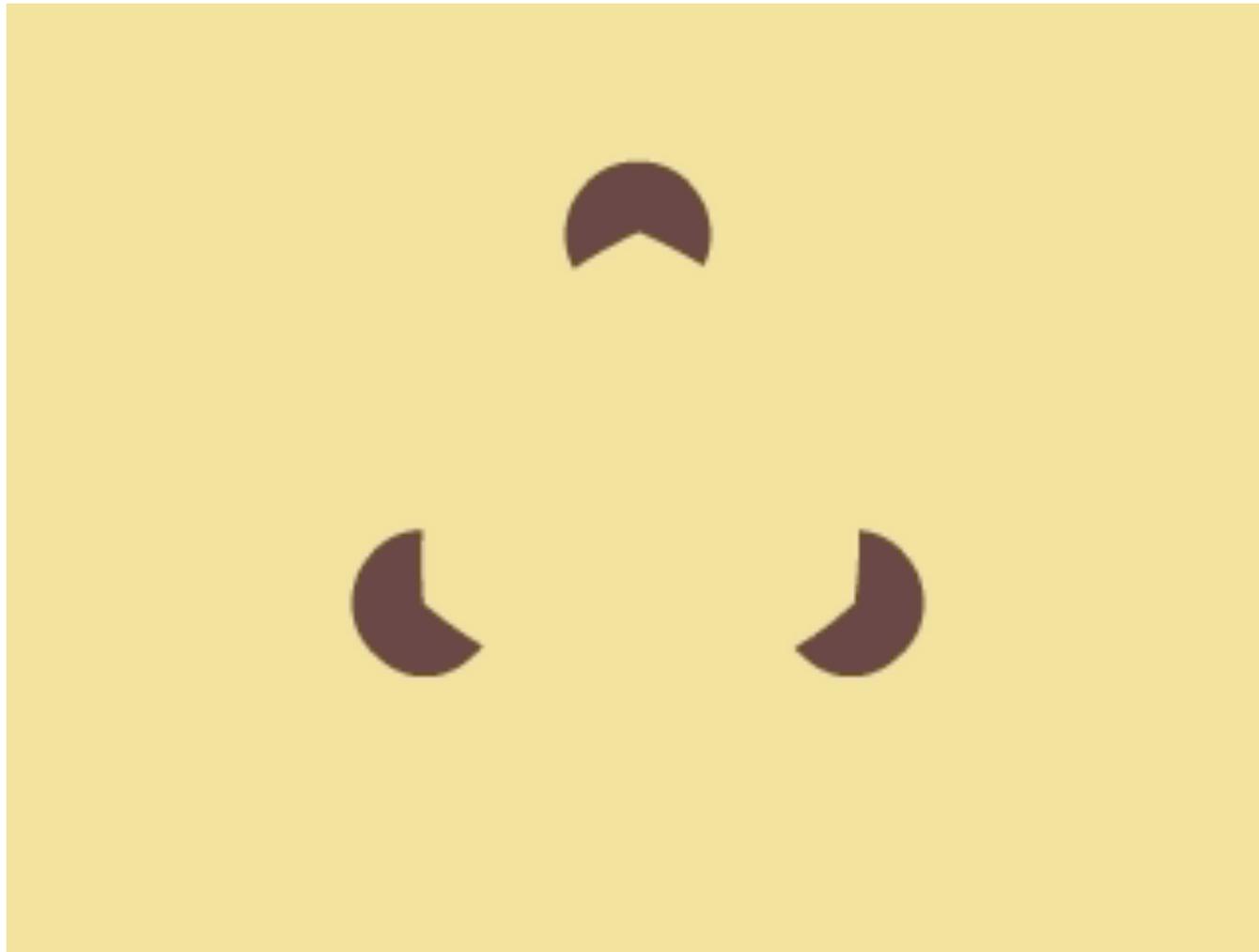
Distances et tailles des objets ?



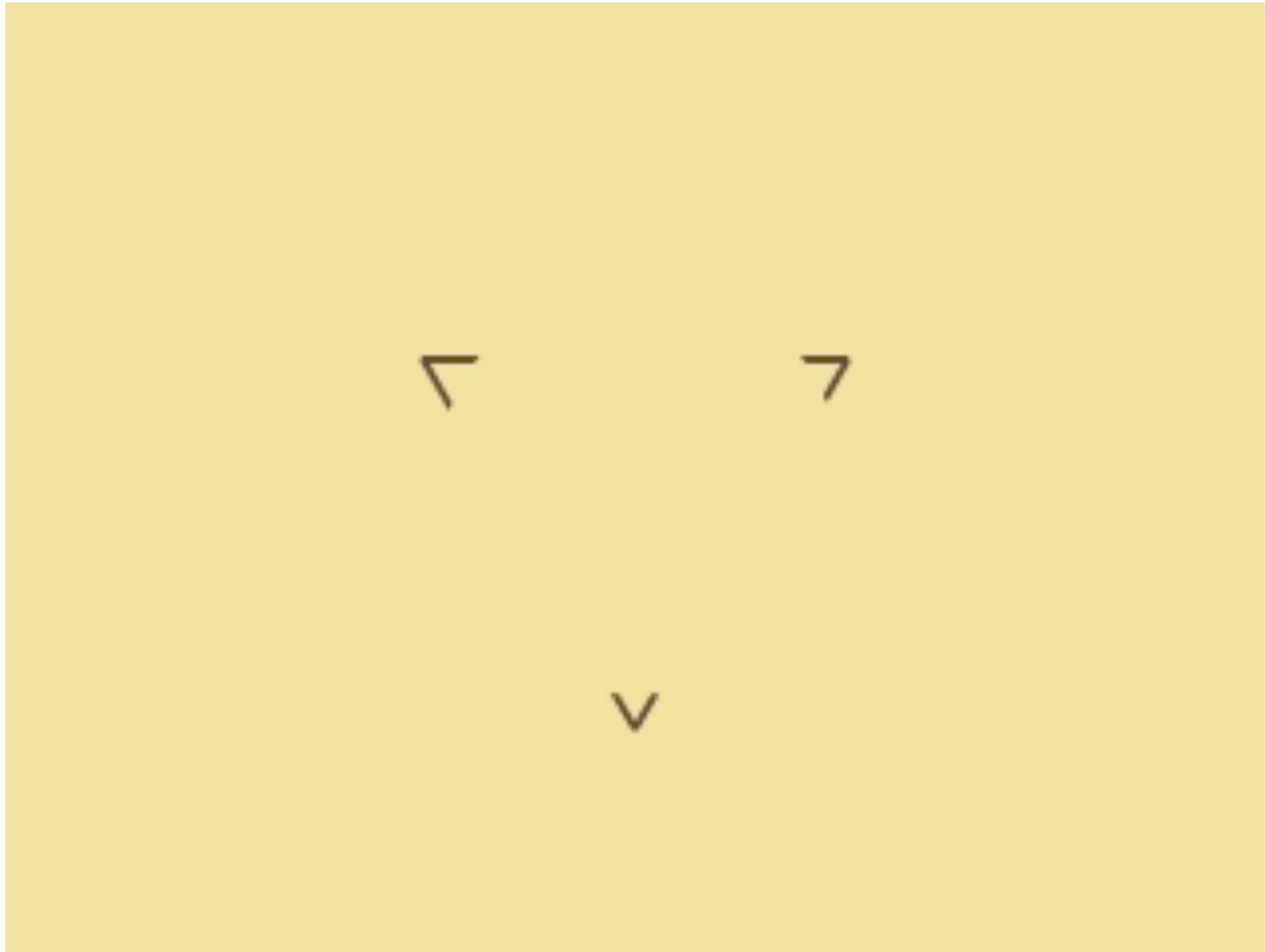
Où est la forme mouvante ?



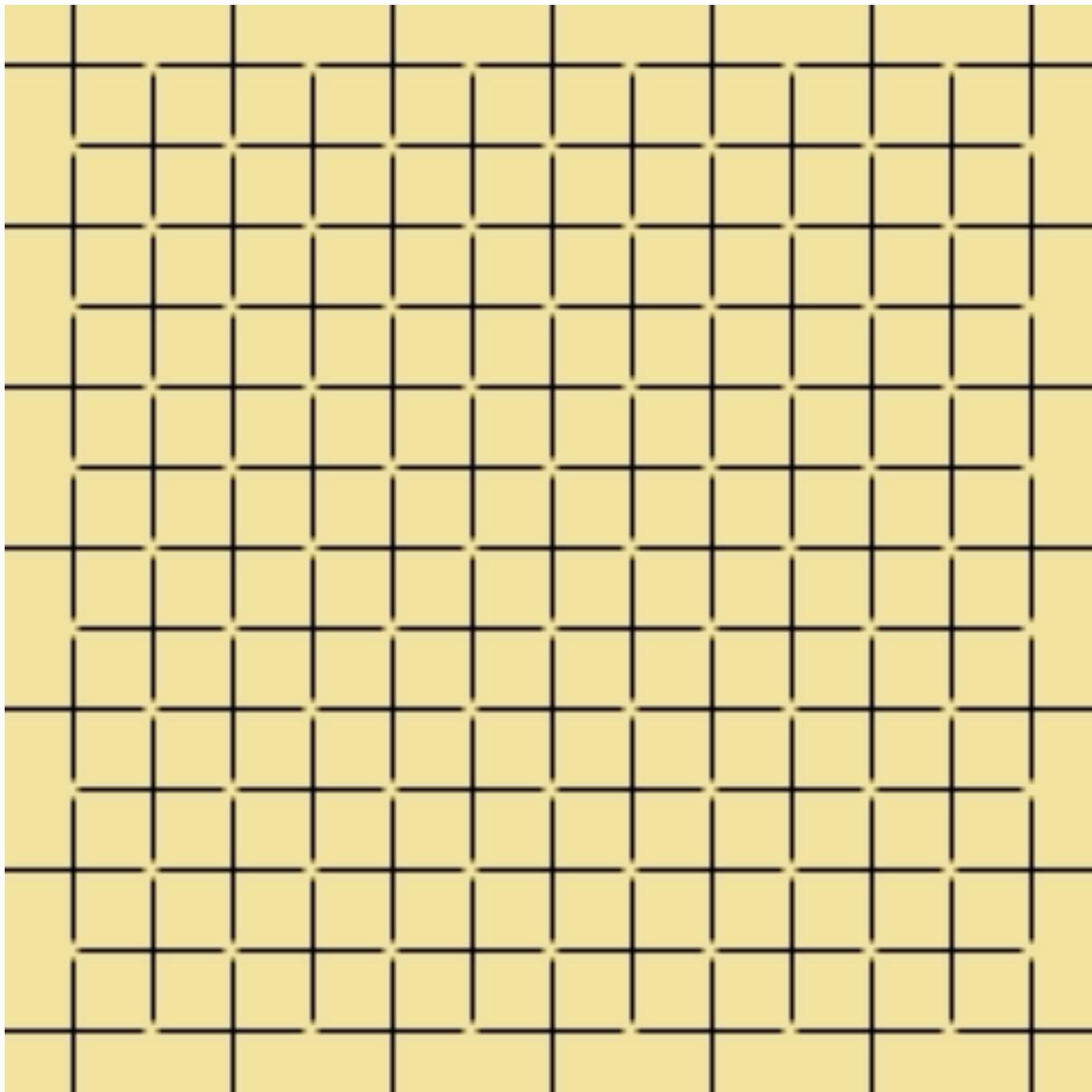
Effet visuel agissant sur les cercles



Effet visuel agissant sur le triangle



Les formes : des ronds ou des croix ?



La vision : un système neurophysiologique autonome

- L'exemple du cinéma : nous ne pouvons pas ne pas voir de mouvement, alors qu'il n'y en a pas... et que nous le savons !
- Notre système visuel est donc suffisamment autonome pour produire lui-même des visions qui ne correspondent pas au réel...
- Notre système neuro-perceptif, lorsqu'il est couplé à un environnement (ici visuel : des couleurs, des formes, des contrastes, des distances...) produit lui-même des représentations.

D'autres exemples de clôture opérationnelle ?

- De l'enfant acquérant son autonomie...
- ... à l'autonomie des marchés financiers !
- L'autonomie (et l'intelligence) ne sont (donc) pas forcément de bonnes choses !
- Comment rendre hétéronome un système qui est « trop » autonome ?
- En l'empêchant de se clore sur lui-même
- L'absence de frontière comme source d'hétéronomie...

II - Argument second (et conclusion)

Les frontières ne sont pas étanches

Elles sont un lieu d'échanges

La clôture n'est pas fermeture

Un système fermé... n'a pas de frontières !

A – Les systèmes ouverts dans la Théorie du
Système Général (Le Moigne)

B – La distinction entre clôture et fermeture
(Varela)

Sources bibliographiques

- Le Moigne, Jean-Louis : *La théorie du système général, théorie de la modélisation*, PUF 1977
- Le Moigne, Jean-Louis : *La modélisation des systèmes complexes*, Dunod 1990
- Varela, Francisco : *Autonomie et connaissance – essai sur le vivant*, Le seuil, 1989
- Varela, Francisco : *Connaître les sciences cognitives – Tendances et perspectives*, Le seuil 1989