

Sélectivité à l'orientation du cortex visuel primaire : un modèle de réseau récurrent

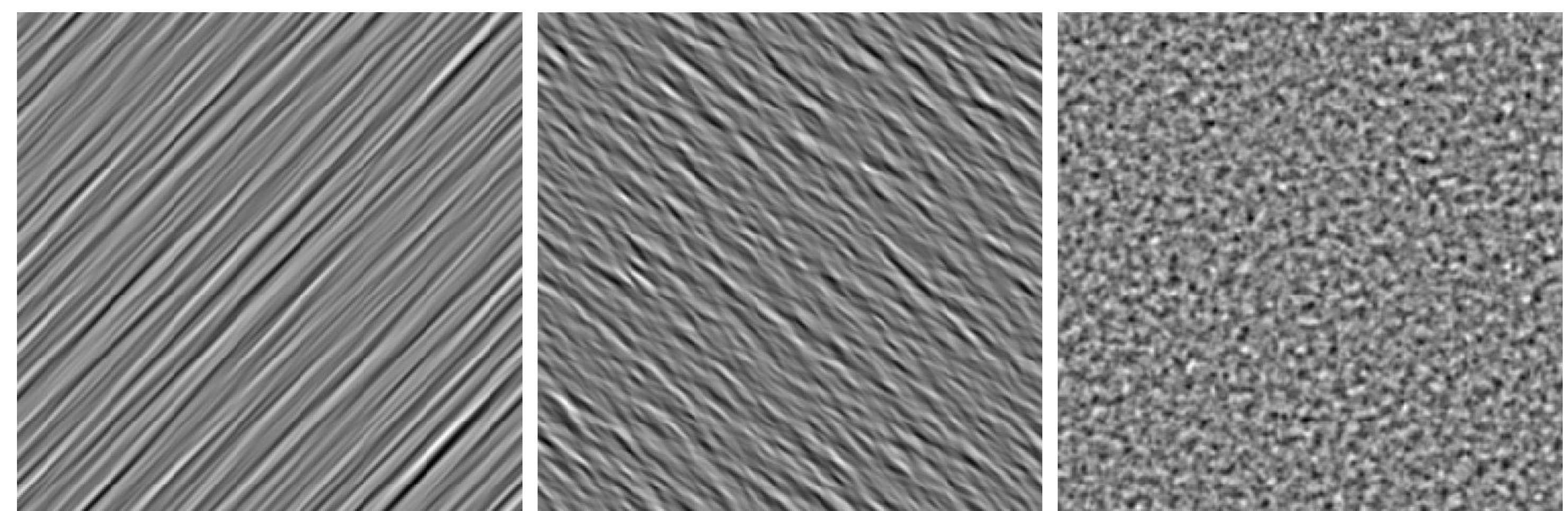
Contexte

Le but de ce travail est de créer un *ring model* [1] qui reproduise la sélectivité à l'orientation du cortex visuel primaire telle qu'observée dans les expériences de Hubel et Wiesel. [2]

Alors que cette topologie est classiquement utilisée avec des modèles de neurones unitaires [3], nous présentons ici, à notre connaissance, **le premier *ring model* basé sur des réseaux de neurones artificiels multicouches (*deep learning*)**, dont les performances sont comparées à celles d'humains.

La robustesse du modèle a ensuite été évaluée en comparant ses performances à celle de sujets humains dans une tâche de discrimination à deux alternatives (2AFC).

Stimulus visuel : MotionClouds



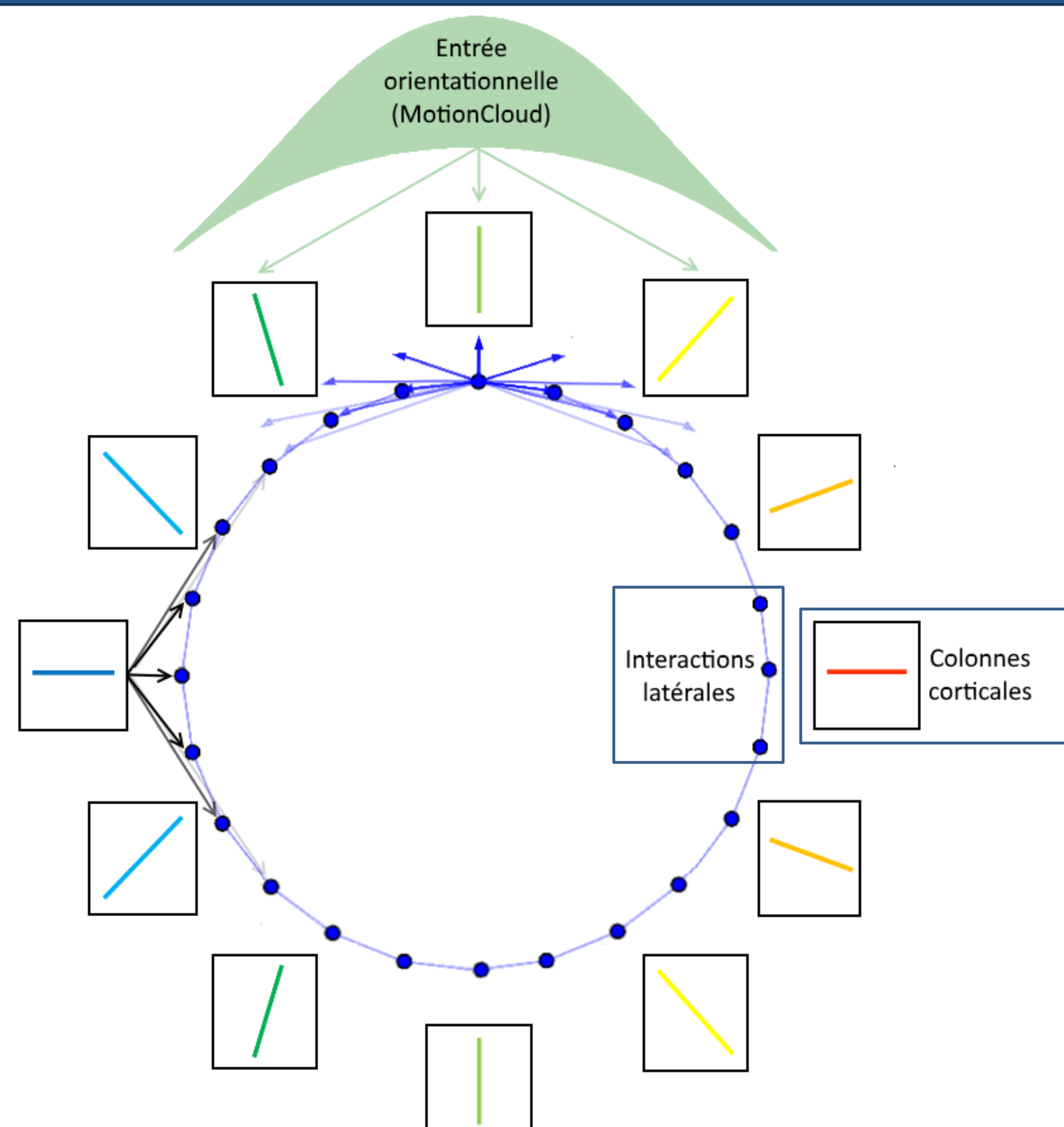
$\theta = \pi/4$; $B_\theta = 0$

$\theta = 3\pi/4$; $B_\theta = \pi/6$

$\theta = \pi/2$; $B_\theta = \pi/2$

Les MotionClouds (MC) sont des textures aléatoires imitant un motif naturel. Ce sont des ensembles de gaussiennes, dont on peut contrôler l'angle θ et l'ouverture B_θ (signal/bruit).

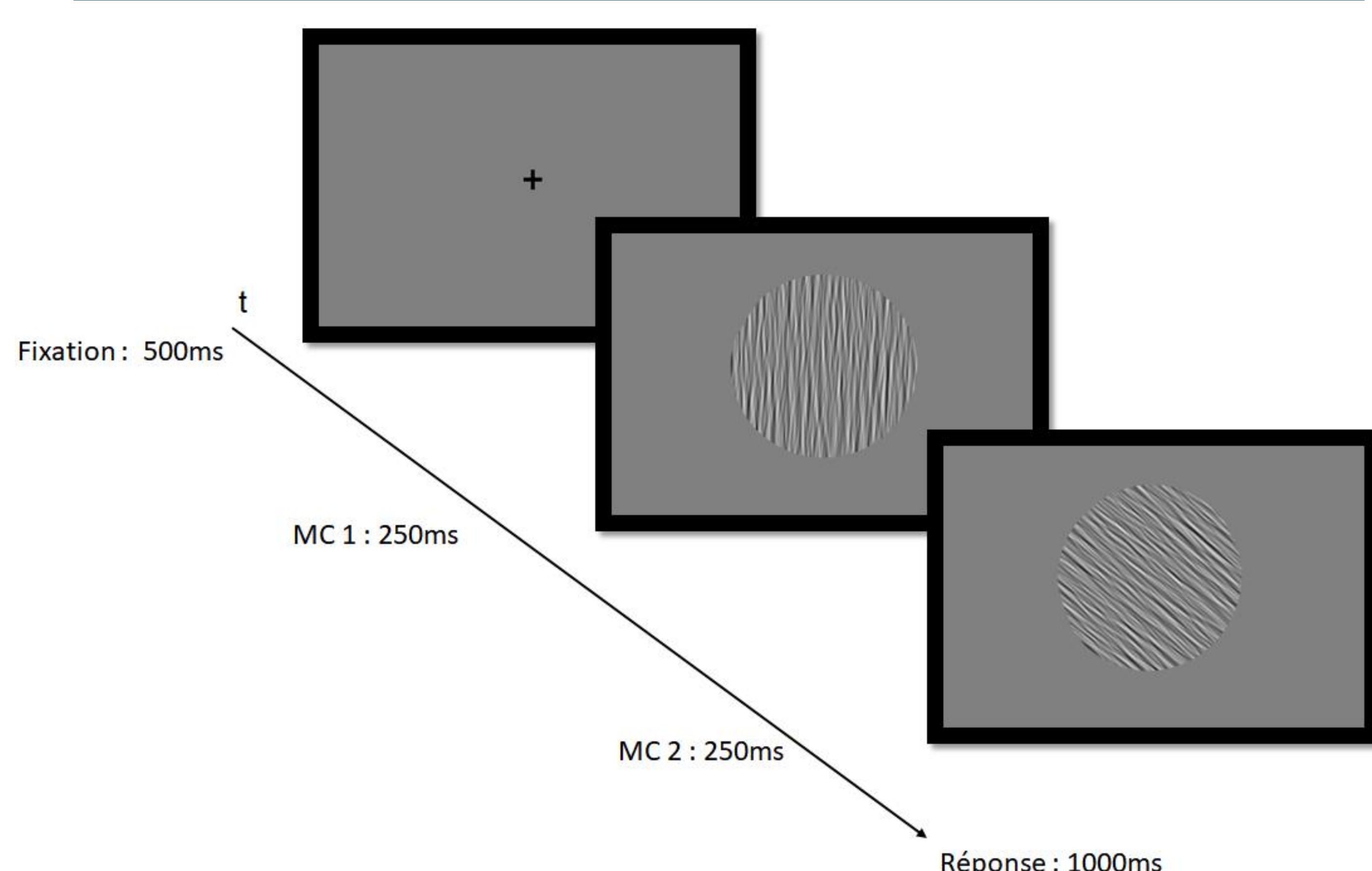
Ring model



Ce *ring model* est un réseau attracteur, qui représente les interactions latérales de V1 avec un **réseau bidirectionnel LSTM** et les colonnes corticales avec des **couches convoluées**.

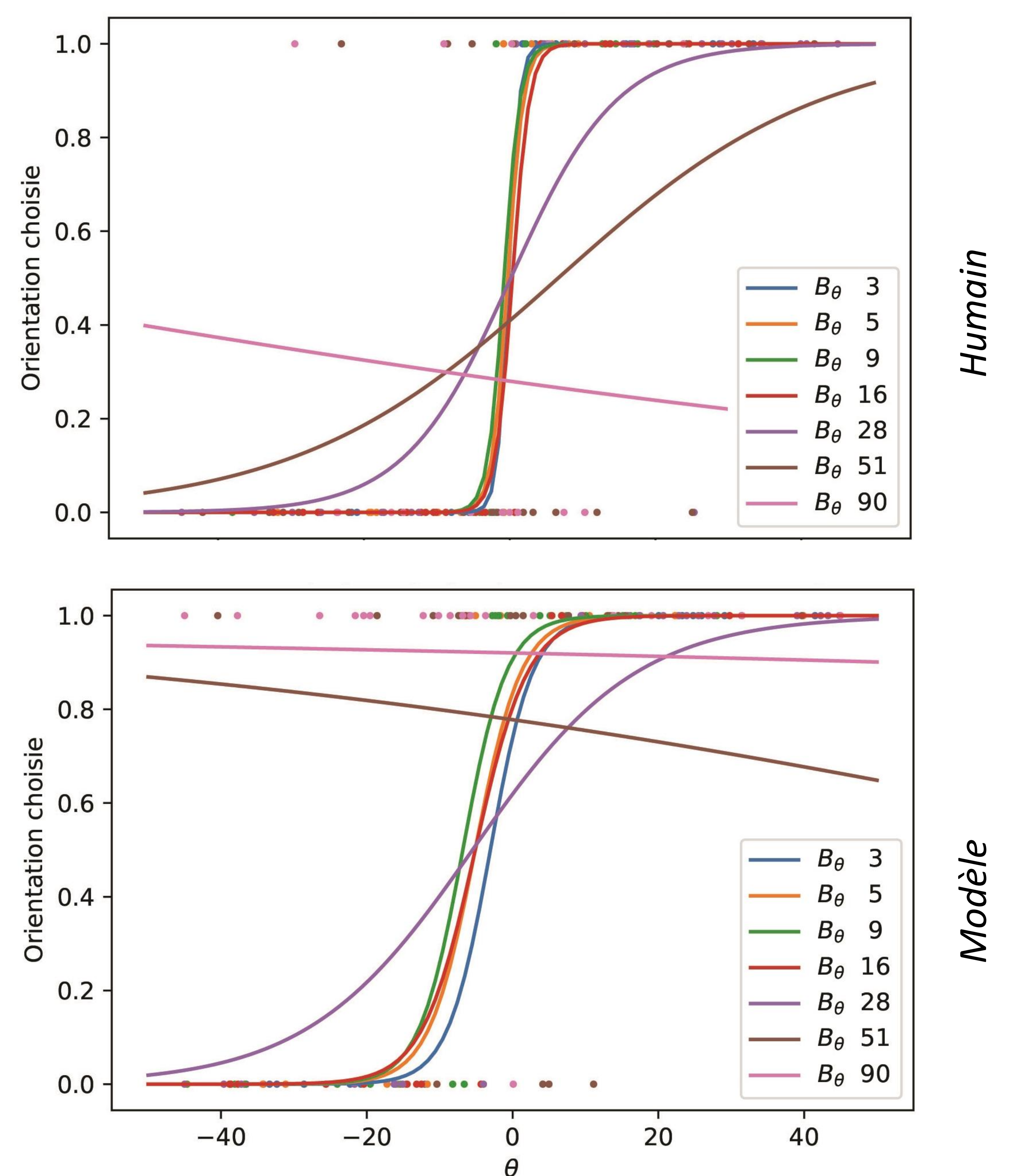
Le réseau a été entraîné sur un ensemble de 3800 stimuli avec 16 orientations entre 0 et π . La précision finale est de **92%**.

Tâche discriminative



Notre **2AFC** est une tâche simple permettant de chercher un seuil discriminatif des stimuli visuels présentés, ce qui fournit une mesure de comparaison entre les performances du modèle et celles d'un humain.

Performance du modèle



Le *ring model* et les sujets humains possèdent des performances proches. Ils sont capables de classifier correctement les MC présentés lors de la 2AFC jusqu'au seuil de $B_\theta = 51^\circ$. Quantitativement, on observe des scores F1 similaires pour le modèle et les sujets.

Ce modèle est donc suffisamment robuste pour atteindre des **performances proches de l'humain** alors qu'il ne modélise que 30 colonnes sélectives à l'orientation. Il utilise un **framework informatique simple à modifier** qui permettra de l'intégrer à d'autres modèles neurocomputationnels.

Bibliographie et code source :

<https://github.com/hugoladret/InternshipM1>

[1] Zhang K., *Representation of spatial orientation by the intrinsic dynamics of the head-direction cell ensemble: a theory*, Journal of Neuroscience, 1996

[2] Hubel DH. & Wiesel TN, *Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex.*, Journal of Physiology, 1962

[3] Leon P., Vanzetta I., Masson G., Perrinet L., *Motion Clouds: Model-based stimulus synthesis of natural-like random textures for the study of motion perception*, Journal of Neurophysiology, 2012