

# La modulation de l'activité du pulvinar modifie la synchronisation neuronale à travers l'architecture corticale des aires visuelles

K. Kadri<sup>1</sup>, N. Cortes<sup>2</sup>, C. Casanova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sorbonne Université (France)

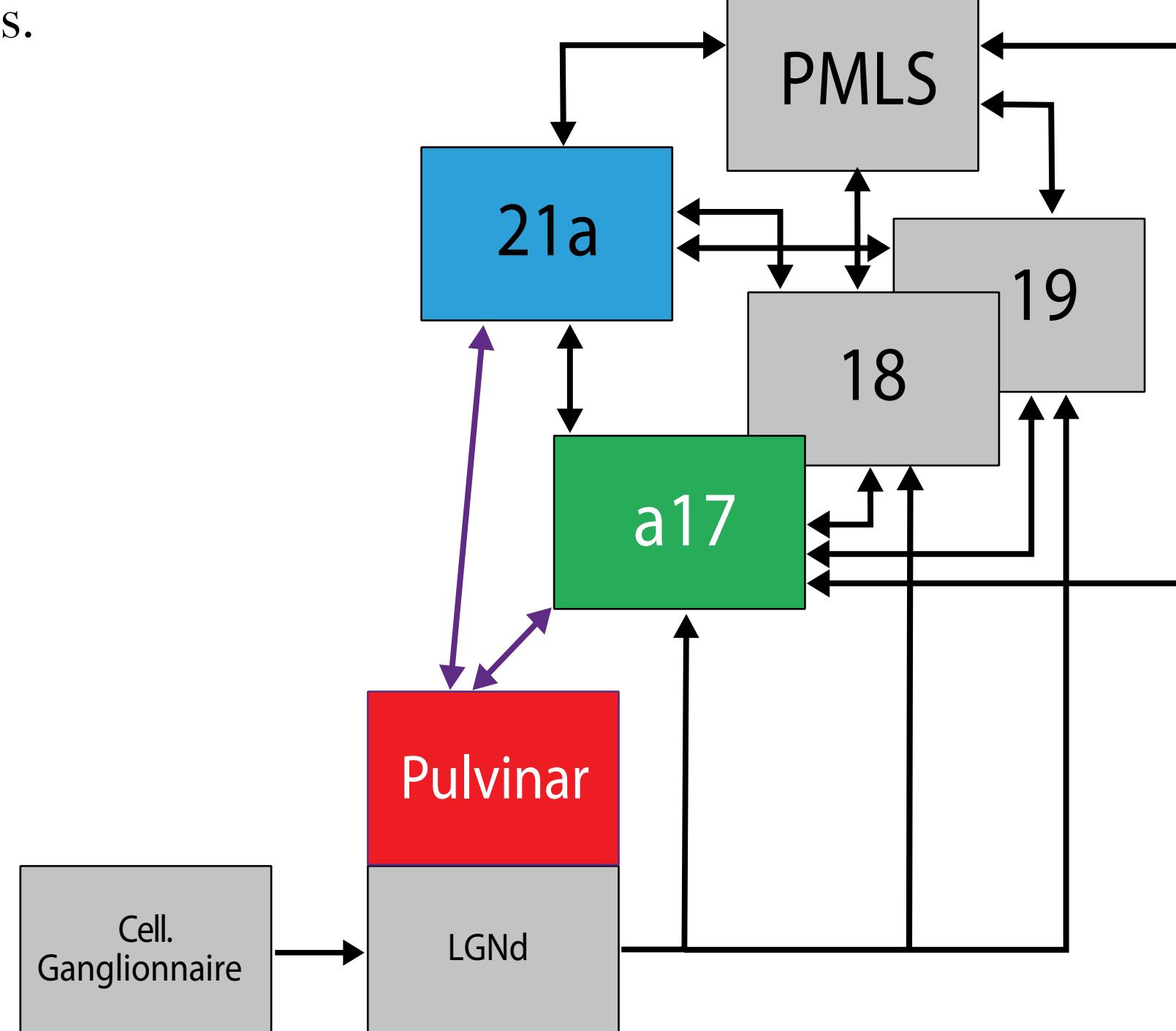
<sup>2</sup> Laboratoire des Neurosciences de la vision, Ecole d'Optométrie, Université de Montréal (Canada)

## Introduction

Le **pulvinar**, le noyau thalamique le plus volumineux chez les mammifères possède des connexions dans l'ensemble de l'architecture corticale des aires visuelles. Il est connecté réciproquement aux **aires visuelles 17 et 21a** chez le chat et permet le transfert de l'information du thalamus vers les cortex. Pourtant, son rôle sur la modulation de ces derniers reste peu connu.

Il semble de plus être impliqué dans de nombreuses fonctions cognitives, tel que l'attention visuelle. En effet lors d'une tâche attentionnelle on observe une augmentation de la synchronisation entre les neurones d'une même aire corticale visuelle.

La réalisation d'un modèle théorique de réseau de neurones pourrait permettre d'expliquer le rôle du pulvinar dans la modulation de la synchronisation des aires corticales visuelles.

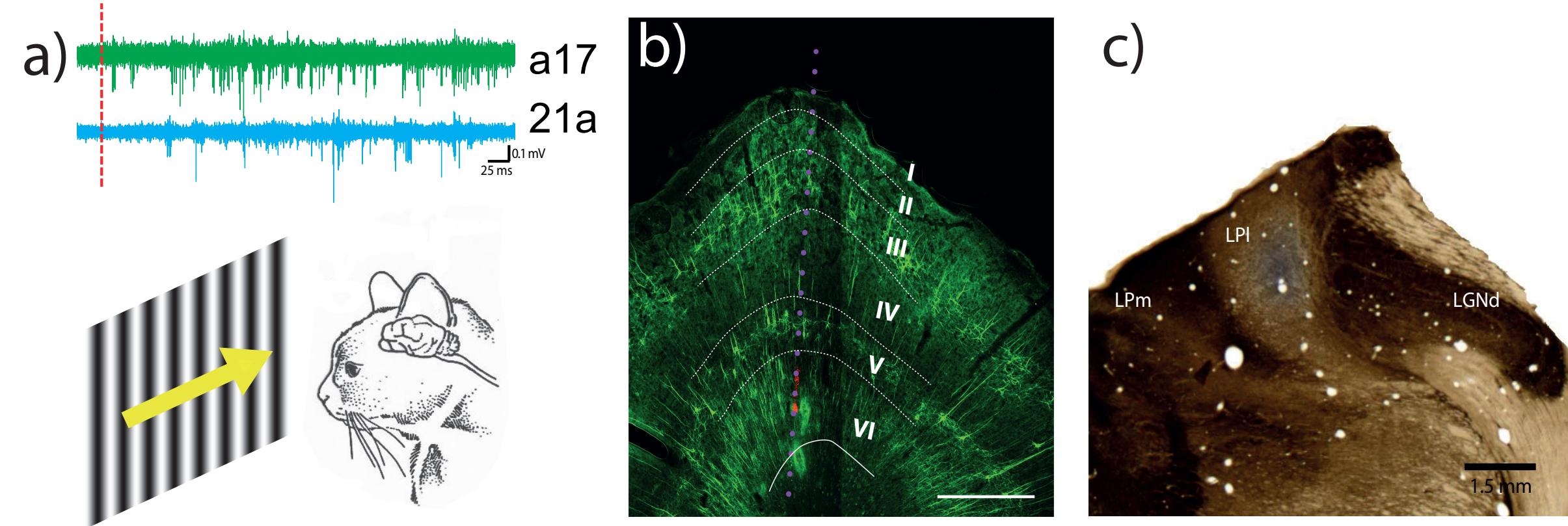


Organisation de l'architecture des aires visuelles chez le chat

## Objectifs

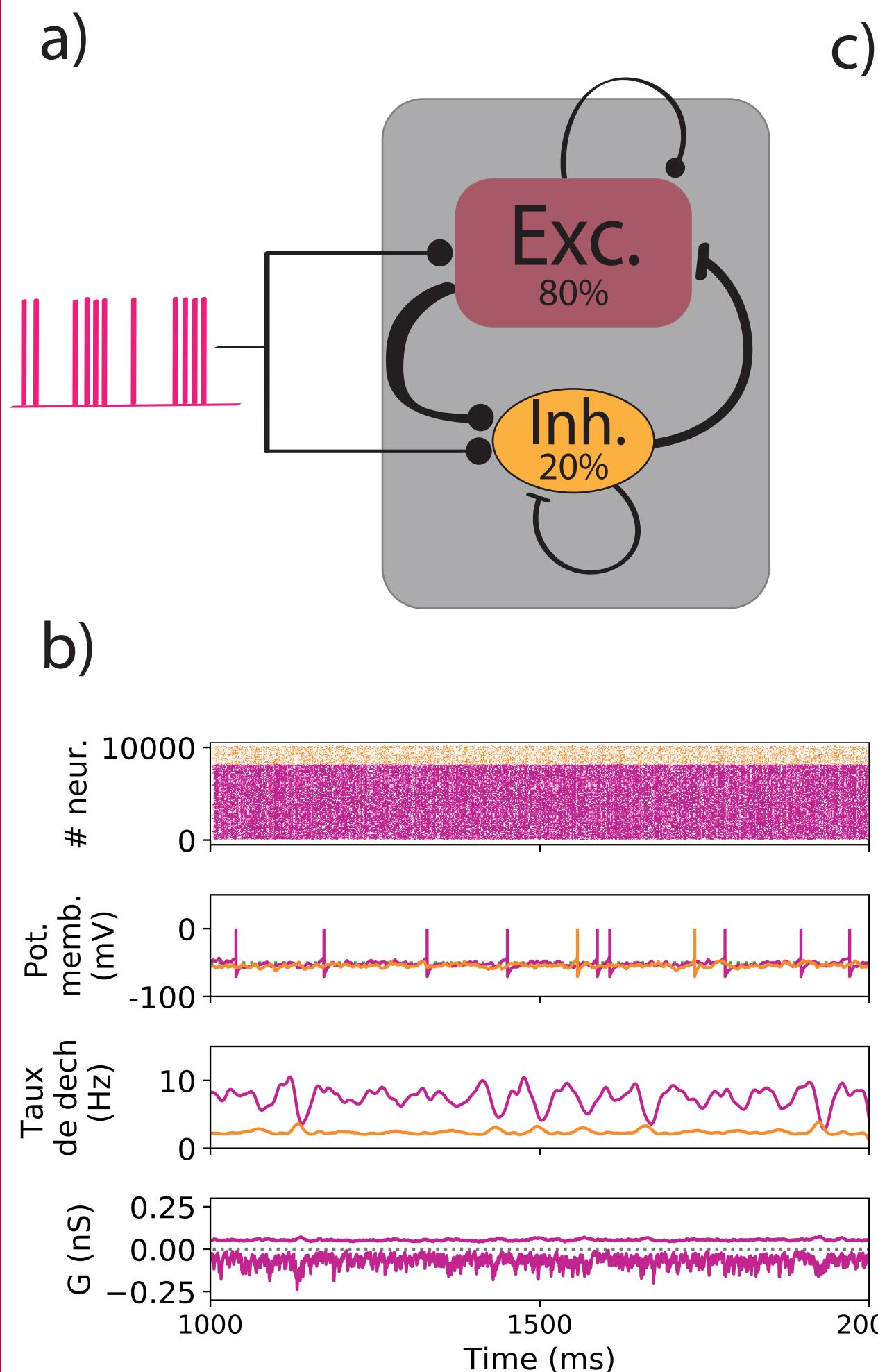
- Etude de la **synchronisation neuronale** des aires 17 et 21a chez le chat après une **injection de GABA** au niveau du pulvinar.
- Modélisation d'un réseau cortico-pulvino-cortical de 10 000 **spiking neurons** reproduisant les résultats expérimentaux.

## Modèle expérimental



- Les enregistrements électrophysiologiques ont été réalisés, sur un chat anesthésié, puis filtré pour obtenir des **potentiels de champs locaux**. Toutes les couches corticales ont été enregistrées.
- La validation des sites d'enregistrements a été réalisée *post-mortem* par marquage au SMI-32 pour l'aire 21a. Les points représentent les localisations des sondes d'enregistrement initialement marquées au Dil à travers les couches corticales.
- La zone d'injection de **100mM de GABA** (bleu) est mise en évidence par de l'Acétyl-cholinestérase au niveau du pulvinar latéral.

## Modèle théorique



$$C * \frac{dV_m}{dt} = g_{Le} * (E_L - V_m) + g_{Le} * \Delta t * e^{\frac{V_m - V_T}{\Delta t}} + g_e * (E_e - V_m) + g_i * (E_i - V_m) - w$$

$$\tau_w * \frac{dw}{dt} = a(V_m - E_L) - w$$

a) Le réseau neuronal produit un taux de décharge asynchrone irrégulier. Le réseau à l'état d'équilibre est caractérisé par une forte connectivité entre les populations. Chaque région possède **10 000 neurones** dont 800 synapses excitatrices et inhibitrices par neurone.

b) Profil d'activité de l'aire 17 obtenu à partir d'un input suivant une loi Poisson de 50Hz (Contraste de 75%). L'activité asynchrone est observée pour la population excitatrice (magenta) et inhibitrice (orange).

c) Équations décrivant la dynamique du modèle de *spiking neuron* : un modèle dit *adaptive exponential integrate and fire*. Seul les neurones excitateurs font de l'adaptation, *w*.

## Résultats expérimentaux

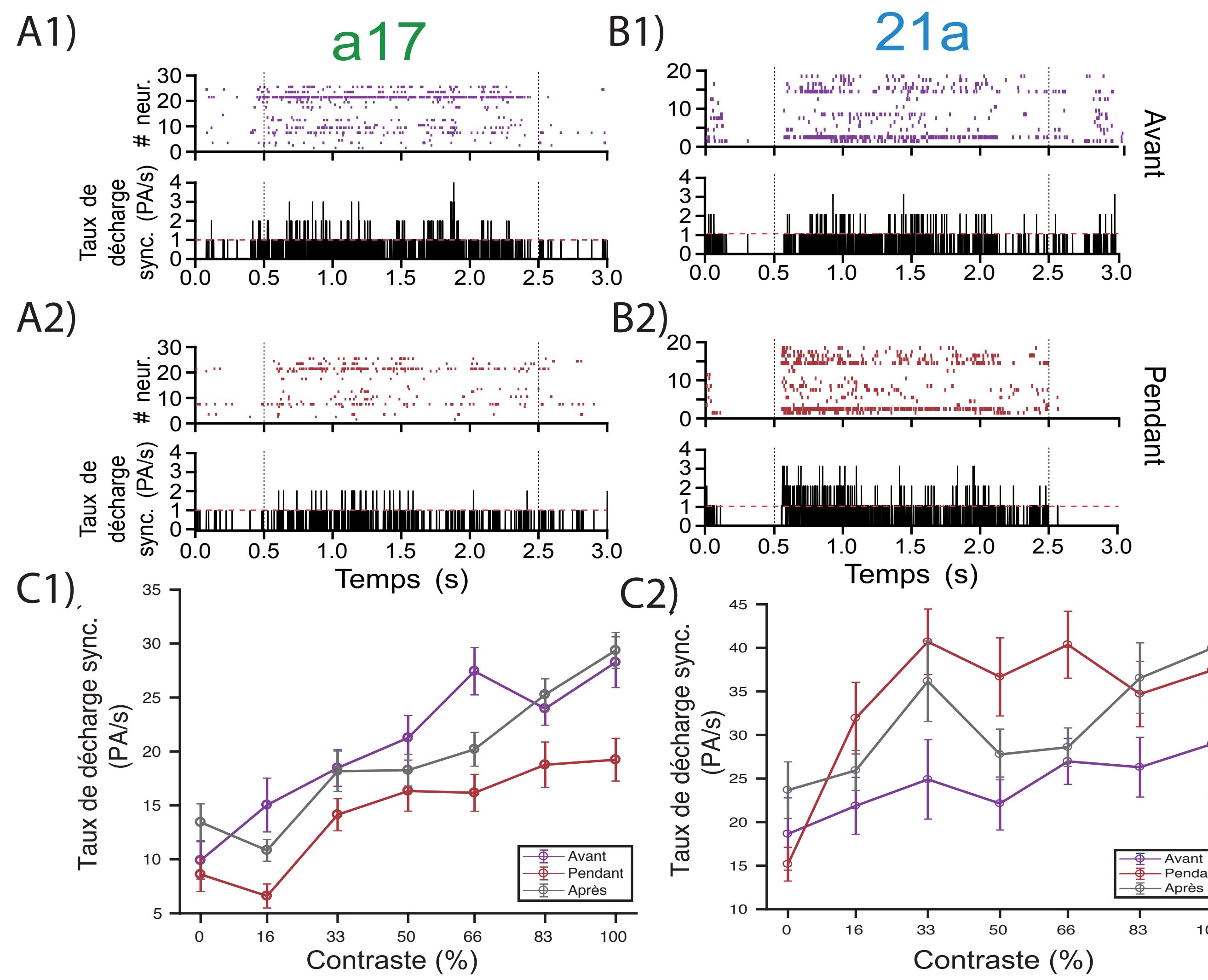


Figure 1 : L'injection de GABA au niveau du pulvinar induit une modification de la synchronisation neuronale dans les aires 17 et 21a respectivement chez le chat.

A) & B) Raster plot et PSTHs synchrones de 30 neurones dans l'aire 17 (A) et l'aire 21a (B) (1) avant inactivation du pulvinar et (2) pendant l'inactivation du pulvinar C) Taux de décharge synchrones en fonction du temps (ms) avant inactivation du pulvinar (rouge) et pendant l'inactivation du pulvinar (violet) (1) dans l'aire 17 et (2) dans l'aire 21a avec un intervalle de confiance à 95%

## Résultats théoriques

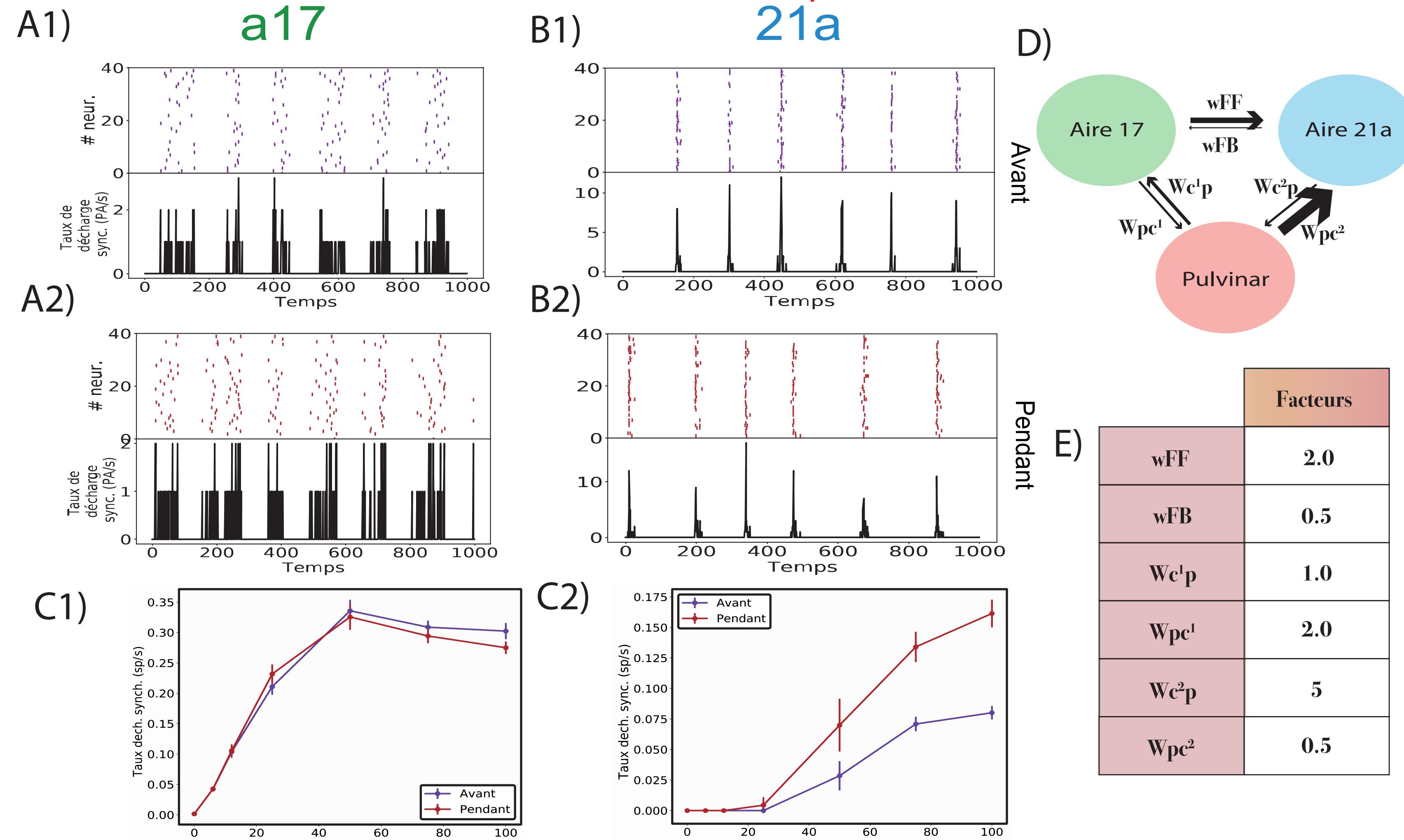
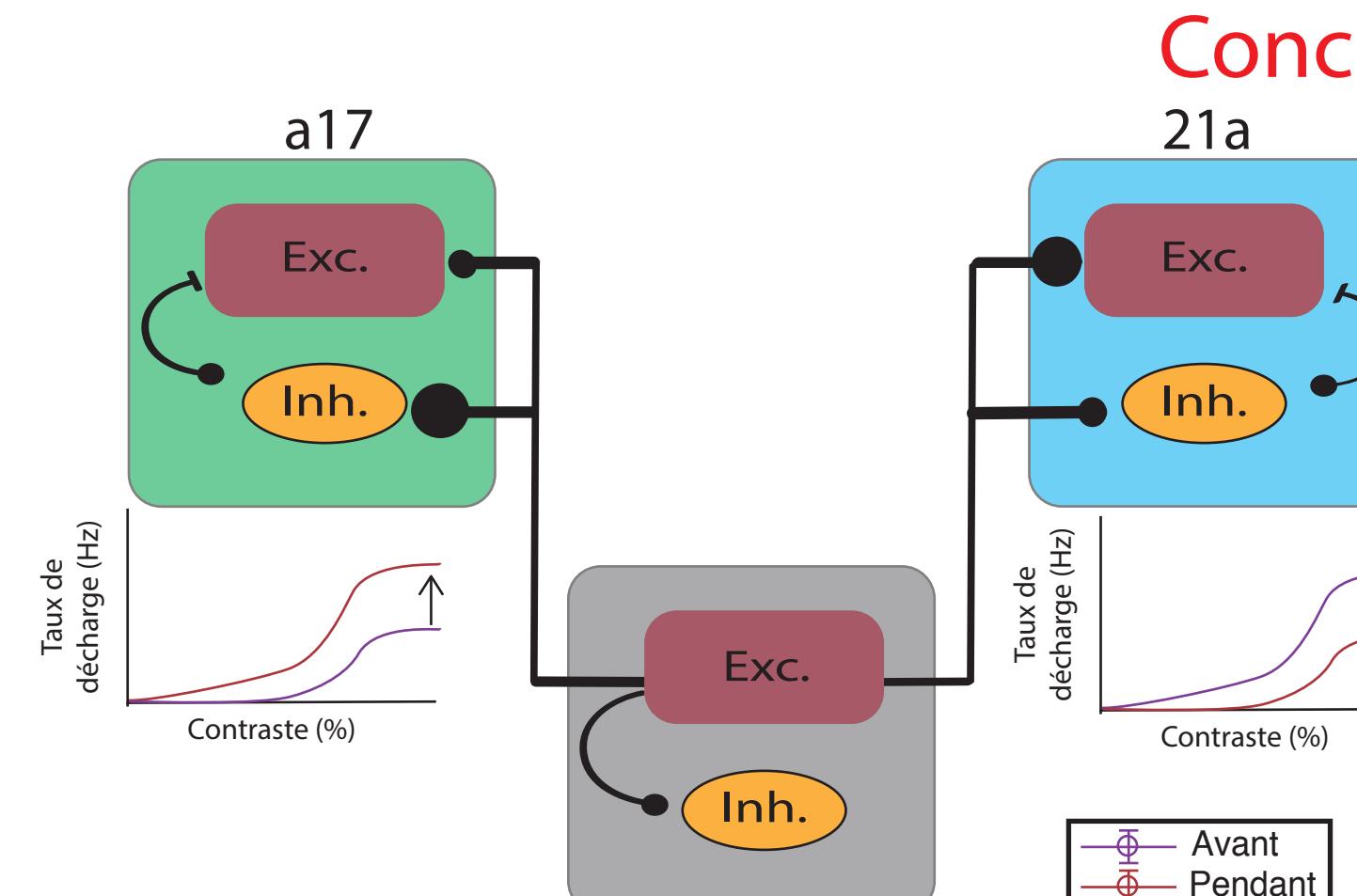


Figure 2 : L'inactivation du pulvinar induit une modification de la synchronisation neuronale

Pour inférer les effets de l'injection de GABA dans le pulvinar, le modèle possède 2 états : Pulvinar activé (wLL = 1) avant l'injection et Pulvinar inactivé (wLL = 0) pendant l'injection. A) & B) Raster plot et PSTHs synchrones de 40 neurones dans l'aire 17 (A) et l'aire 21a (B) (1) avant inactivation du pulvinar et (2) pendant l'inactivation du pulvinar C) Taux de décharge synchrones en fonction du temps (ms) avant inactivation du pulvinar (violet) et pendant inactivation du pulvinar (rouge) (1) dans l'aire 17 et (2) dans l'aire 21a avec un intervalle de confiance à 95%. D) & E) Les connectivités entre les aires cérébrales sont modélisées par différents facteurs.

## Conclusion & Discussion



- Les données expérimentales et les données théoriques suggèrent que l'inactivation du pulvinar induit une diminution et une augmentation de la synchronisation des aires 17 et 21a respectivement.

L'asymétrie des connectivités entre les différentes régions est primordiale dans le modèle théorique pour retrouver ces résultats.

## Perspectives

Ce modèle explore le rôle des projections asymétriques entre les différentes aires corticales lors d'une inactivation du pulvinar et ses effets sur la synchronisation neuronale à travers l'architecture corticale des aires visuelles. Un modèle similaire est en cours de réalisation avec deux couches par aire cérébrale (couche superficielle et couche profonde), pour étudier en profondeur les effets du pulvinar sur les rythmes cérébraux (onde alpha et gamma).

## Références

1. de Souza, B. O. F., Cortes, N. & Casanova, C. Pulvinar Modulates Contrast Responses in the Visual Cortex as a Function of Cortical Hierarchy. *Cerebral Cortex* (2019). doi:10.1093/cercor/bhz149
2. Vreeswijk, C. van & Sompolinsky, H. Chaotic Balanced State in a Model of Cortical Circuits. *Neural Computation* 10, 1321–1371 (1998).