



Nicolas Bouisset: Doctorant
Supervision : Dr Alexandre Legros
Human Threshold Research Group
London (Ontario) Canada

L'équipe à Lawson

Alexandre Legros, PhD ^{1,2,3,4}

Sébastien Villard, PhD ^{1,3}

Nicolas Bouisset, PhD Cand ^{1,3}

Michael Corbacio, MSc ^{1,2}

Cadence Maureen Baker, MSc Cand ^{1,3}

Terry Thompson, PhD ^{1,2}

Frank Prato, PhD ^{1,2}

Rob Stodilka, PhD ^{1,2}

Lynn Keenlside ¹

Collaborateurs:

Michel Guerraz, PHD ¹⁰

Richard Fitzpatrick ¹¹

Raymond Reynolds ¹²

Daniel Goulet, PhD ⁵

Jacques Lambrozo, MD ⁶

Michel Plante, MD ⁵

Martine Souques, MD ⁶

François Deschamps, P.Eng ⁷

Genevieve Ostiguy, MD ⁵

Duc Nguyen, PhD ⁵

1 Lawson Health Research Institute, London (ON) Canada

2 Departments of Medical Biophysics and Medical Imaging, Western University, London (ON) Canada

3 School of Kinesiology, Western University, London (ON) Canada

4 EuroMov, Université de Montpellier, France

5 Hydro-Québec, Montréal (QC) Canada

6 Service des Études Médicales, EDF, Paris France

7 Réseau de Transport d'Électricité, Paris France

8 Electric Power Research Institute, Palo Alto (CA) USA

9 NationalGrid, London UK

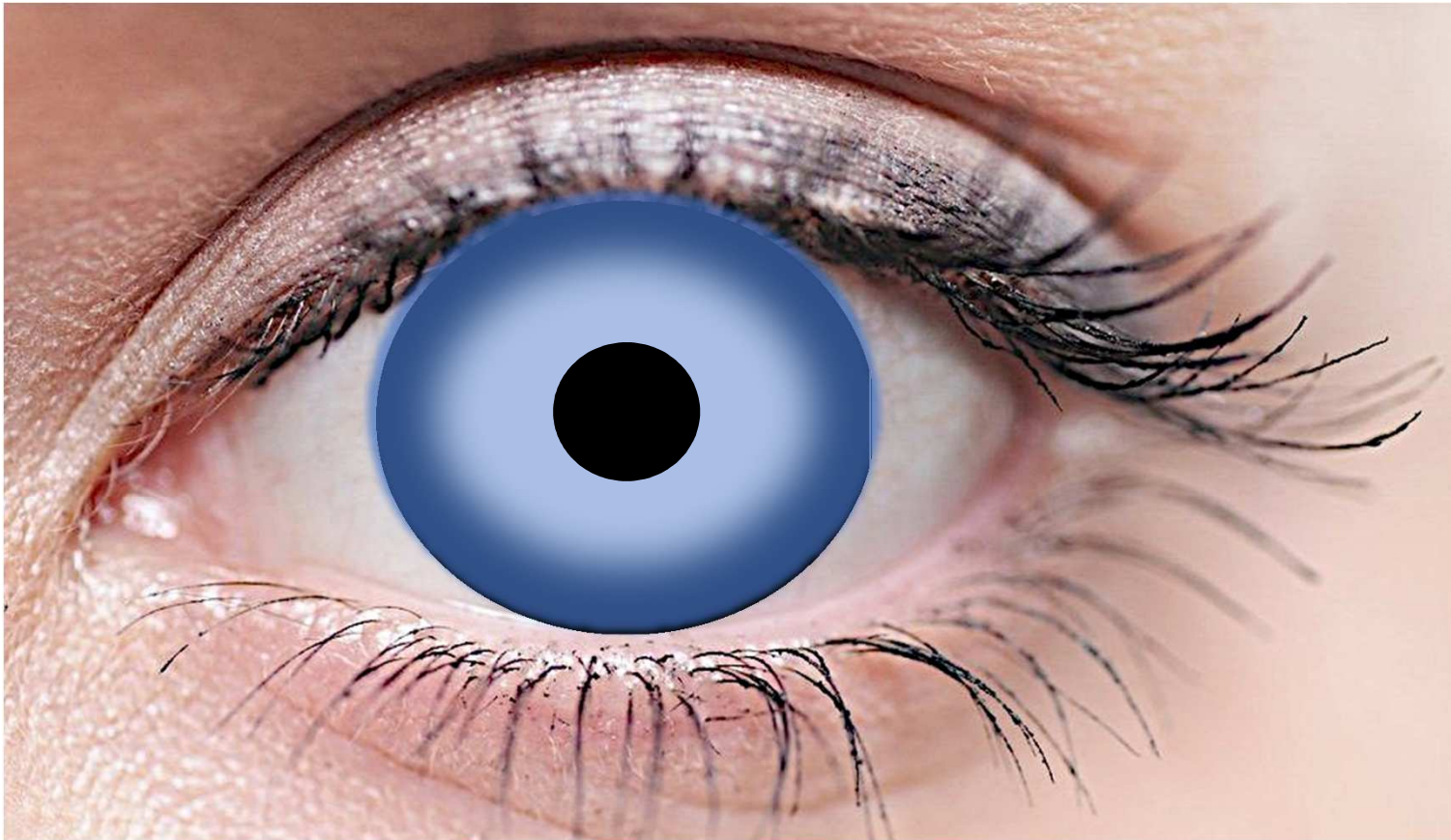
10 Université Savoie Mont Blanc, Chambéry, France

11 NeuRA, Sydney, Australia

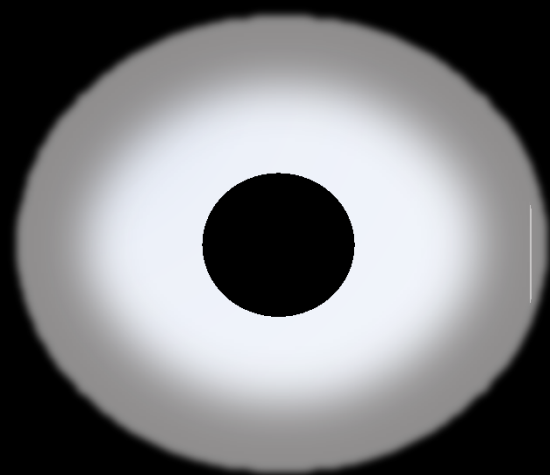
12 School of Sport, Exercise and Rehabilitation Sciences
University of Birmingham, UK



Réponse aigue aux CM-EBF: Magnétophosphènes

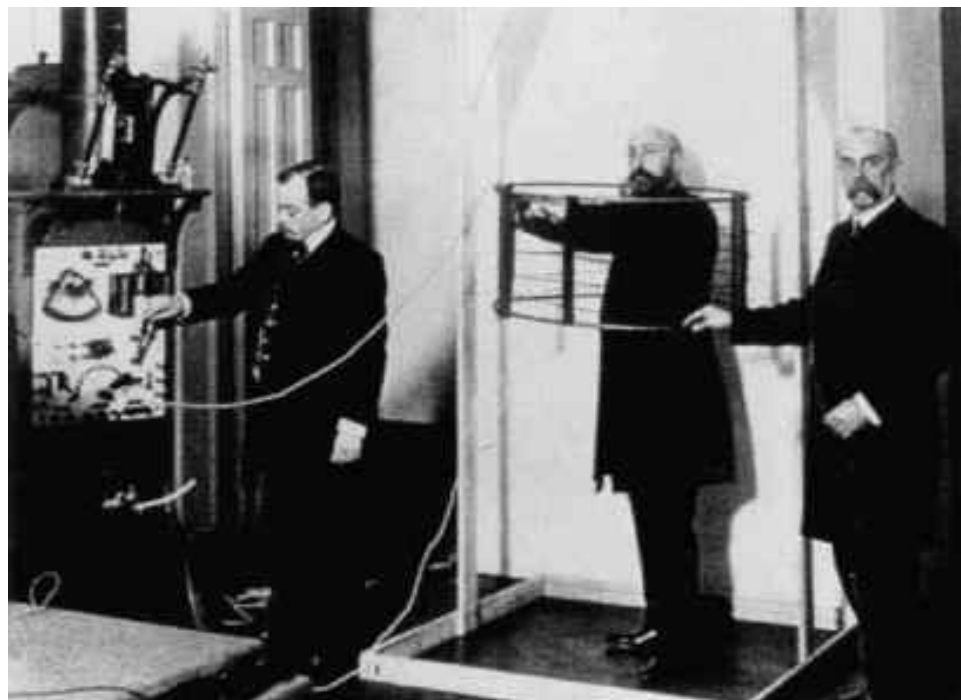


Flashes achromatiques au niveau du champs visuel périphérique
Dus à une modulation du potentiel de membrane de la rétine



Réponse aigue : Magnétophosphènes

D'Arsonval en 1896



SÉANCE DU 2 MAI 1896

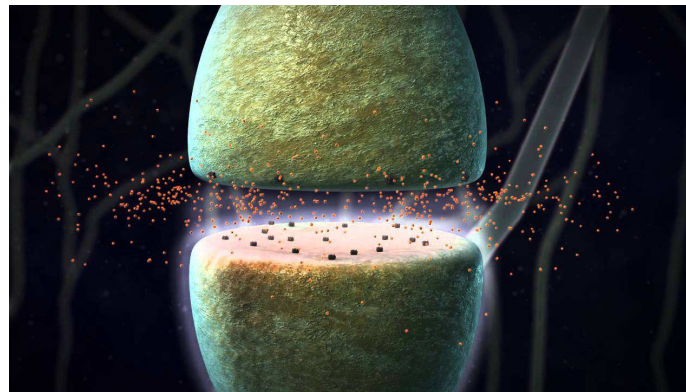
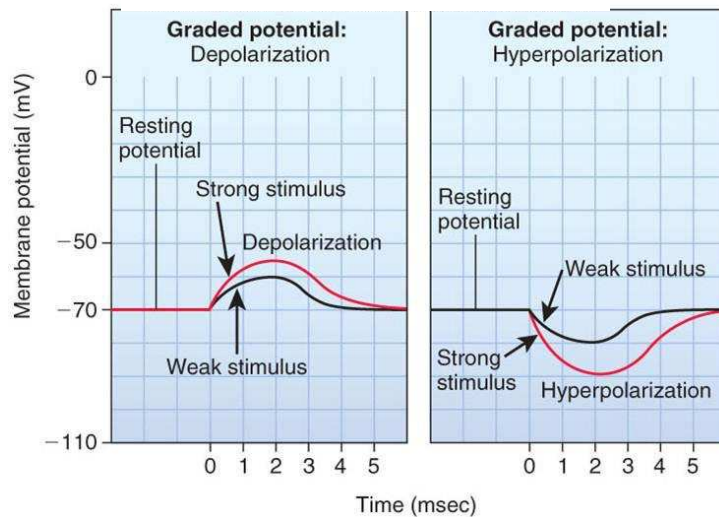
DISPOSITIFS POUR LA MESURE
DES COURANTS ALTERNATIFS DE TOUTES FRÉQUENCES.

Note de M. A. D'ARSONVAL.

Dans une communication verbale faite il y a environ un mois à la Société, j'avais annoncé qu'un champ magnétique alternatif intense (de 110 volts, 30 ampères et 42 périodes par seconde) donnait naissance, lorsqu'on y plongeait la tête, à des phosphènes et à un vertige pouvant aller chez quelques personnes jusqu'à la syncope. — Il est inutile d'avoir un champ aussi puissant pour constater la production des phosphènes. Avec des bobines ayant un faisceau de fils de fer doux de 3 centimètres de diamètre sur 30 centimètres de long, les phosphènes apparaissent. Ce champ magnétique alternatif modifie également la forme de la contraction musculaire et produit sur les êtres vivants d'autres effets qu'il est facile de mettre en relief, et dont je poursuis l'étude en ce moment.

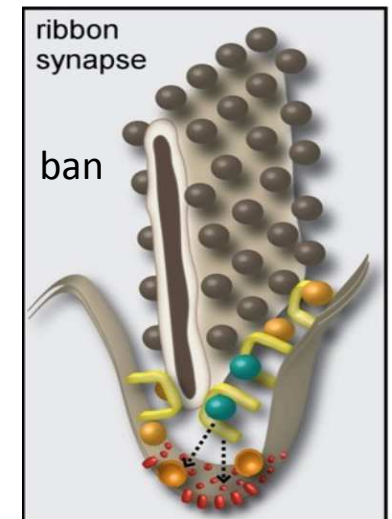
Similitudes neurophysiologiques entre systèmes visuel et vestibulaire :

Cellules à potentiels gradués



Glutamate

Synapse en ruban



Juusola et al.1996

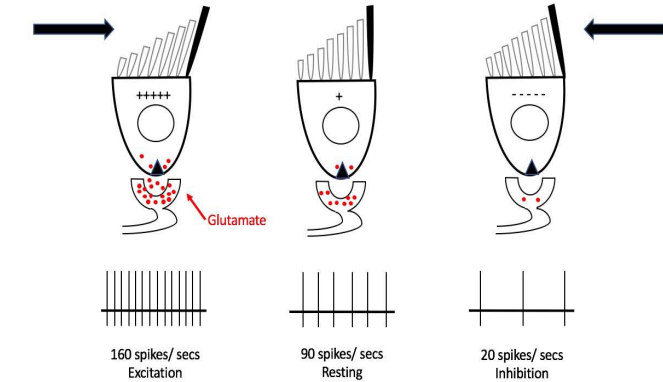
Ghosh et al. 2001 Sadegh
et al., 2014

~~Signal Lumineux~~

~~Signal mécanique~~



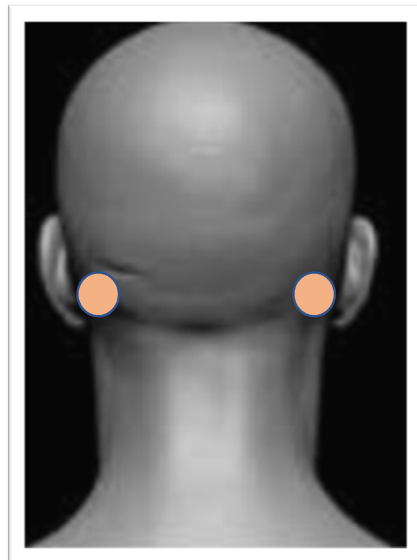
Transduction



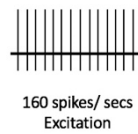
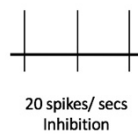
signal électrique (potentiel d'action)

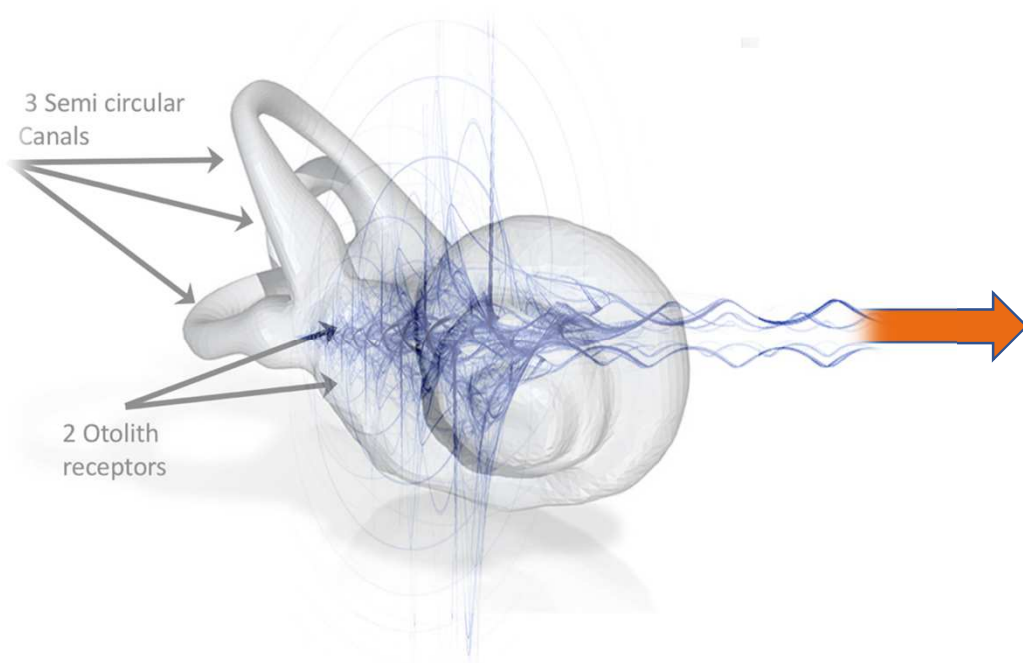
Stimulation Vestibulaire Galvanique (GVS)

Anode



Cathode





REPONSE AIGUE ?

POSTURE



CM-EBF



GVS-CA

Stimulation:

CM-EBF (100 mT) vs. GVS- CA (2 mA)

GVS-CD (2 mA) comme contrôle positif

Fréquences:

Sham, 20, 60, 90, 120, & 160 Hz

POSTURE



CM-EBF



GVS-CA

Stimulation:

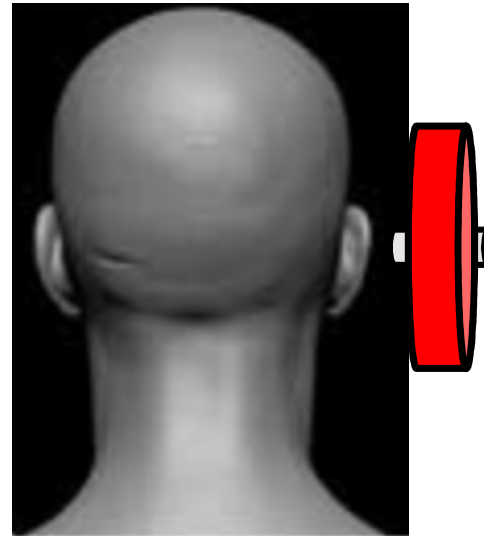
CM-EBF (100 mT) vs. GVS- CA (2 mA)

GVS-CD (2 mA) comme contrôle positif

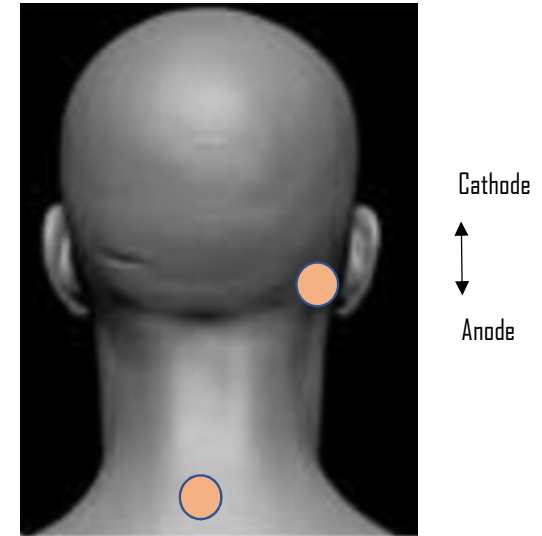
Fréquences:

Sham, 20, 60, 90, 120, & 160 Hz

ELF-MF (100mT)



AC GVS (2mA)



POSTURE



CM-EBF



GVS-CA

Stimulation:

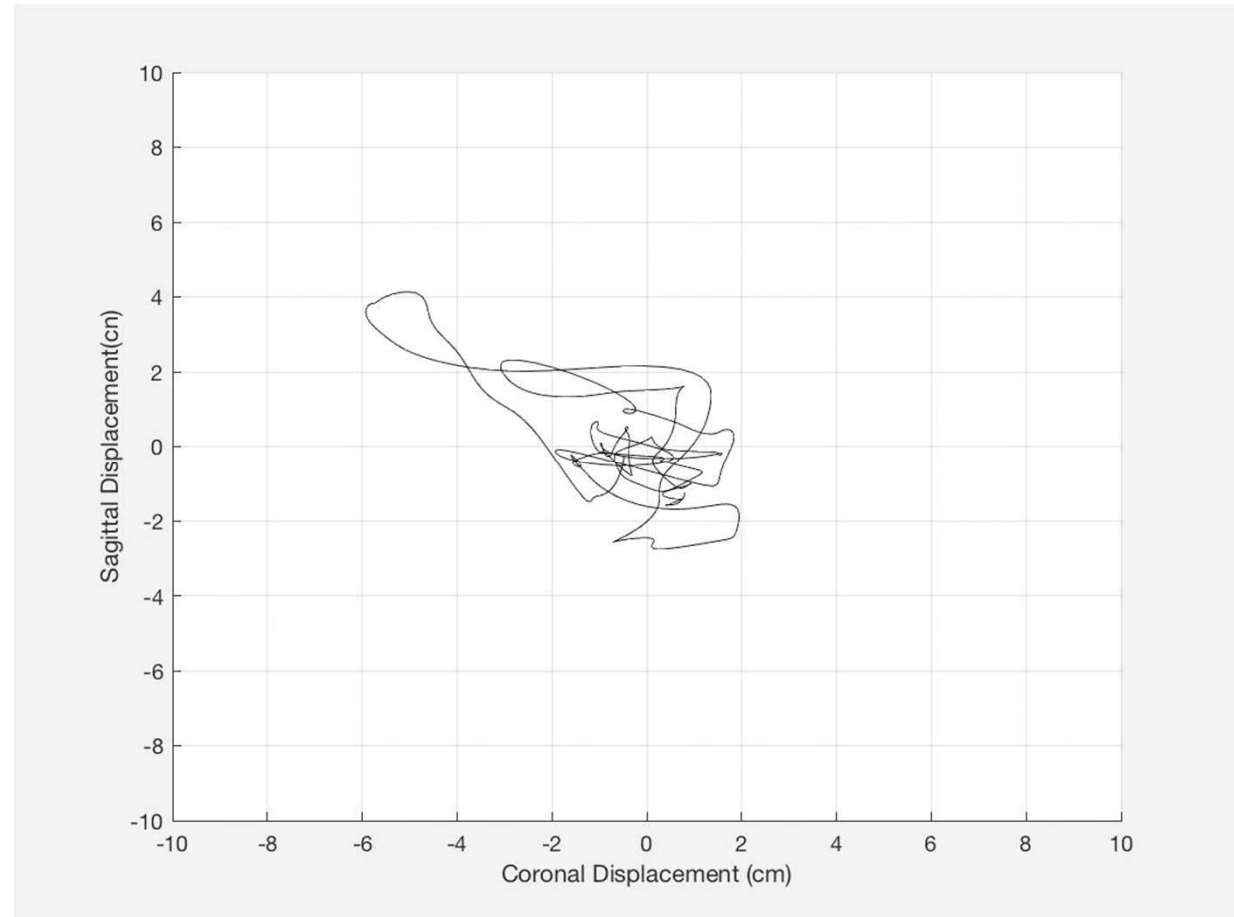
CM-EBF (100 mT) vs. GVS- CA (2 mA)

GVS-CD (2 mA) comme contrôle positif

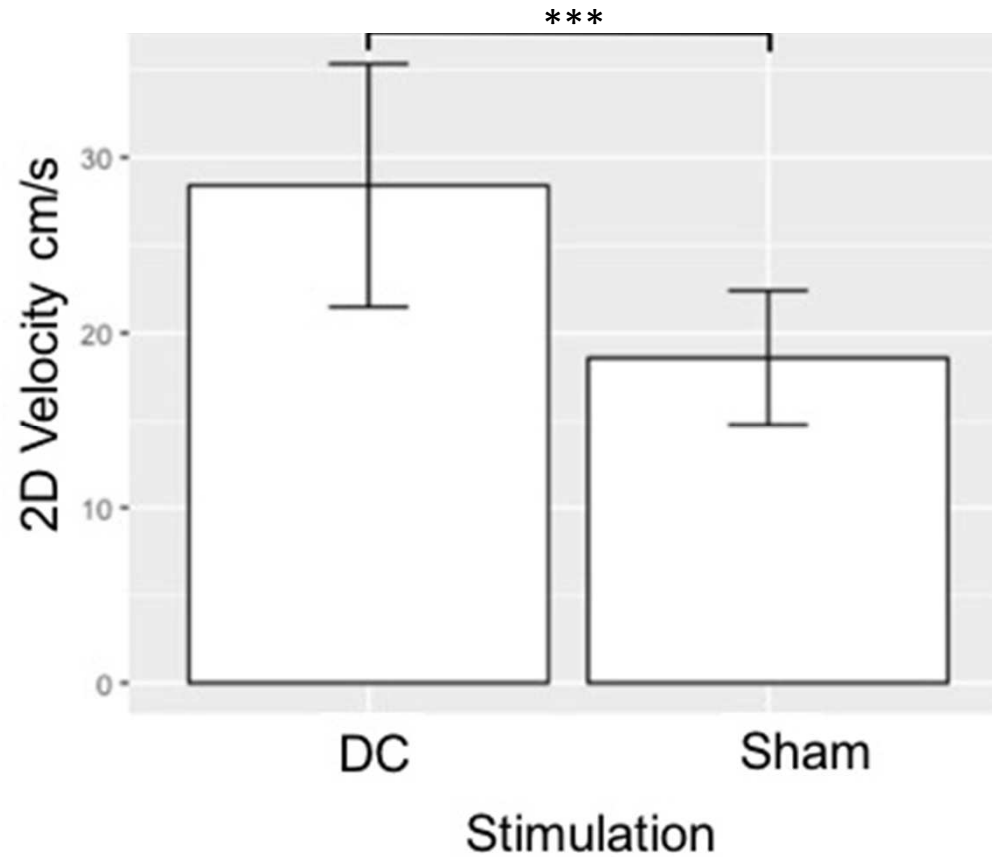
Fréquences:

Sham, 20, 60, 90, 120, & 160 Hz

participant représentatif (total N=40)



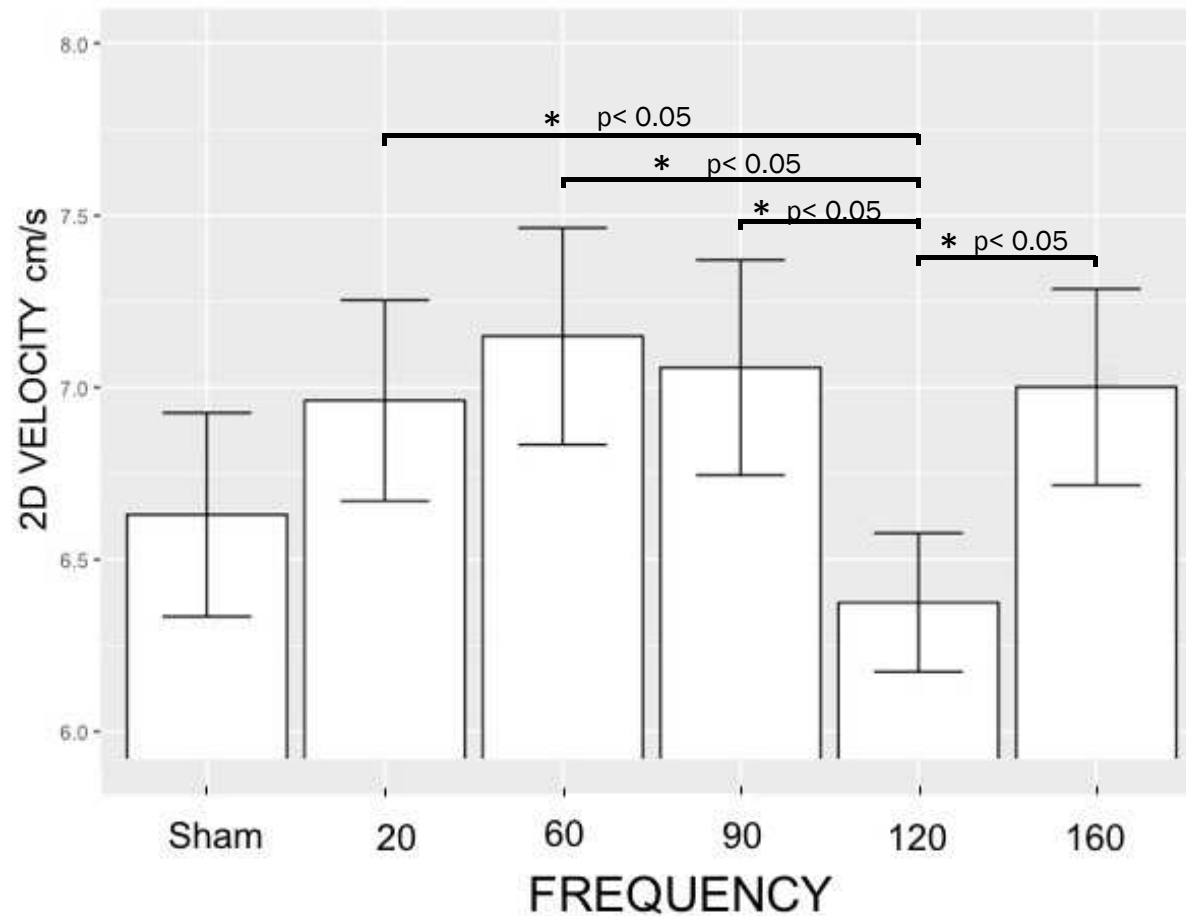
Résultats



Paired t-test : $p < 0.001$

Comme prévu nos données confirment un effet aigu de la GVS-CD. Sur le contrôle postural (contrôle positif).

Résultats



ANOVA à deux facteurs (2 stimulations x 6 conditions d'exposition) mesures répétées : $p < 0.05$

Résultats

Contrôle Positif :

- Tous les participants ont perdu leur équilibre vers la gauche avec la GVS CC
- Augmentation des vitesses avec le CC

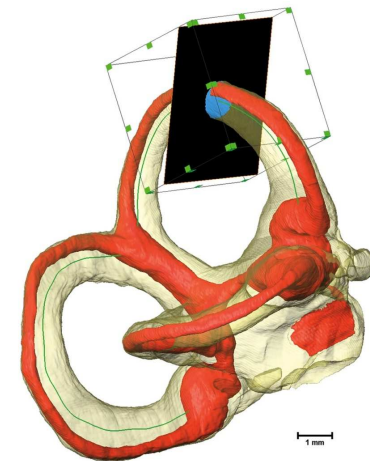
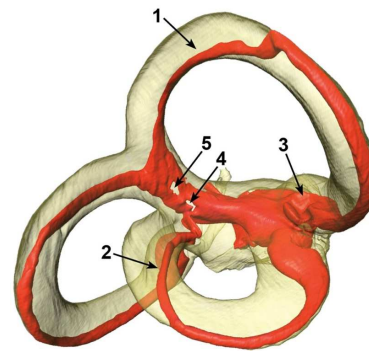
Vitesse:

- Pas de différences entre les CM EBF et la GVS CA
- Effet simple des fréquences :
 - Vitesse dans le plan plus élevée pour 60 Hz
 - Les plus basses pour 120 Hz
 - Pas de différence significative par rapport au Sham

Discussion

Variabilité Inter-individuelle

Chacko et al, 2018, *Frontiers in Neurosci.*



Discussion

personnalisation des stimulations

Variabilité Inter-individuelle

Laakso et al., 2015, Brain Stimulation

min **0.62 V.m-1**

max **1.43 V.m-1**

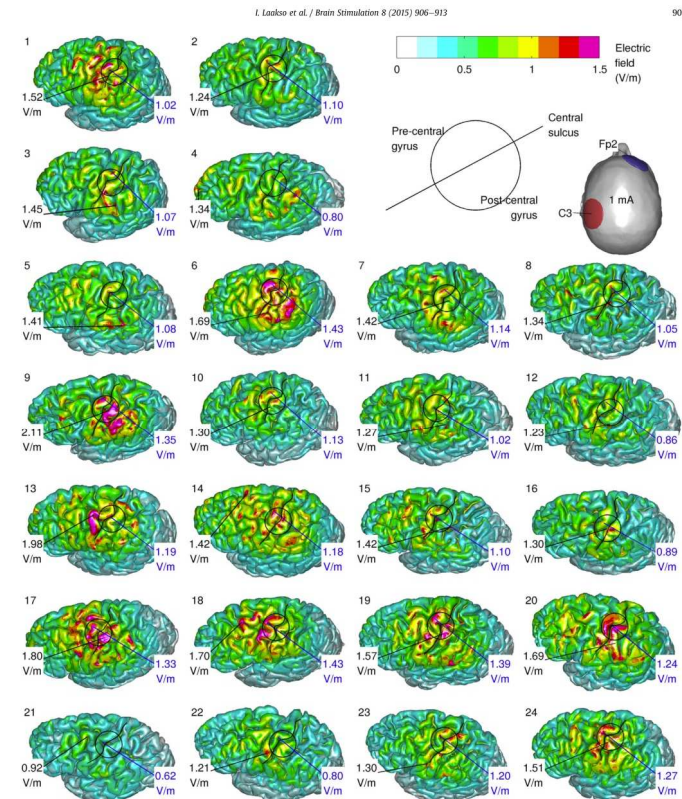


Figure 4. Electric fields on the left hemisphere of 24 subjects for tDCS of the motor cortex. The locations and magnitudes of the maximum electric field over the whole hemisphere (black) and maximum electric field in the region of interest (blue) are indicated for each subject. The circle surrounds the vicinity of the hand motor area. The brain surfaces are not drawn to scale. A current of 1 mA is used in the stimulation. (For interpretation of the references to color in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

Discussion

Perception avec CA (2.5 mA – 0.8 Hz): 400 ms après le début de la stimulation (Barnett-Cowan, 2009, Exp Brain res.)

Fréquence de Stimulation

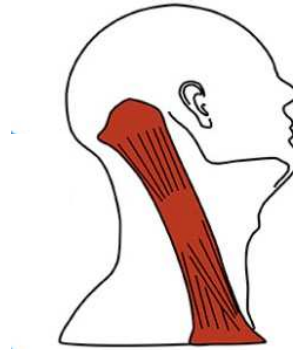
Perception avec CA (2.5 mA – 0.1 to 5Hz):

- 100% @ 0.1 – 1Hz
- 91% @ 2Hz
- 40% @ 5Hz

(Stephan et al., 2005, NeuroImage)

Effet de destabilisation (<5Hz)?

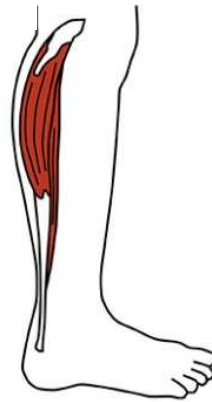
Discussion



Jusqu'à 100 Hz

Fréquence de Stimulation

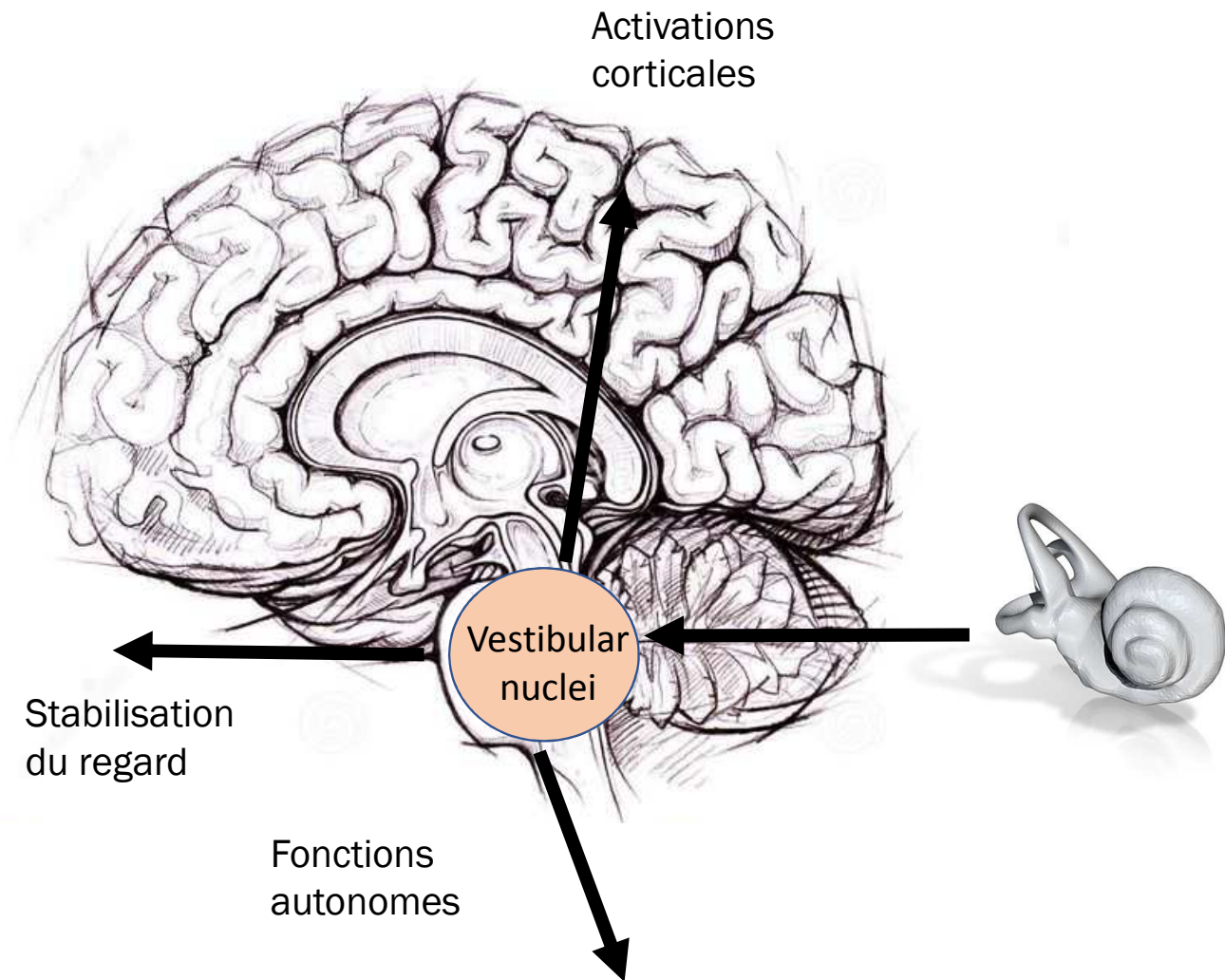
Implication de filtrage
Neurologique



Jusqu'à 20 Hz

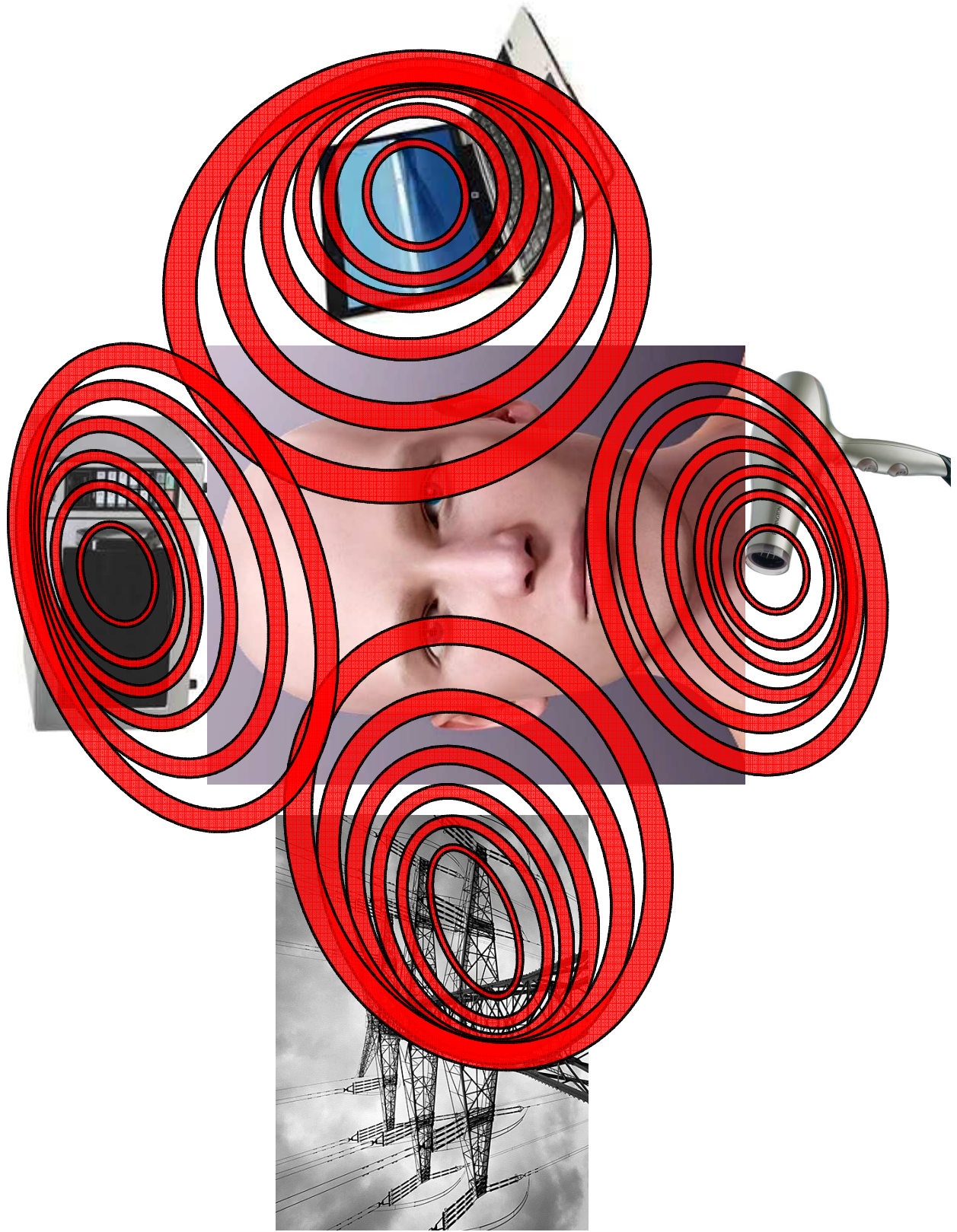
Carriot 2014
Forbes et al. 2018

Future directions



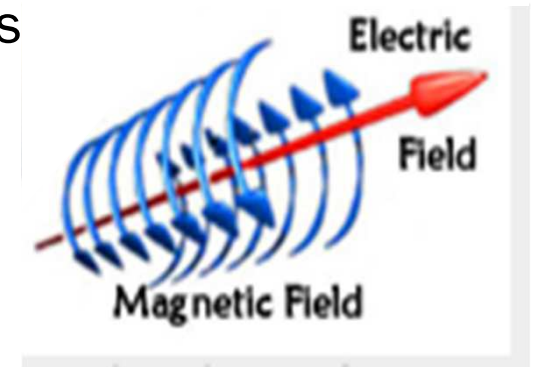
Merci pour votre attention





Champs Magnétiques d'Extremes Basses Fréquences (< 300 Hz)

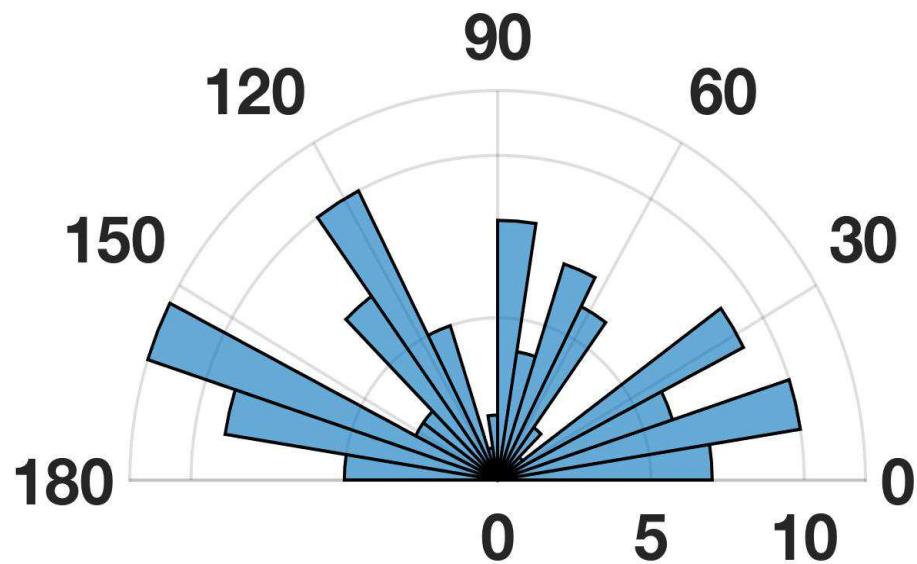
- Ces champs ont la propriété d'induire des champs électriques des courants au sein de conducteurs
- Le corps humain est un conducteur
- Il est reconnu que ces champs peuvent moduler le système nerveux



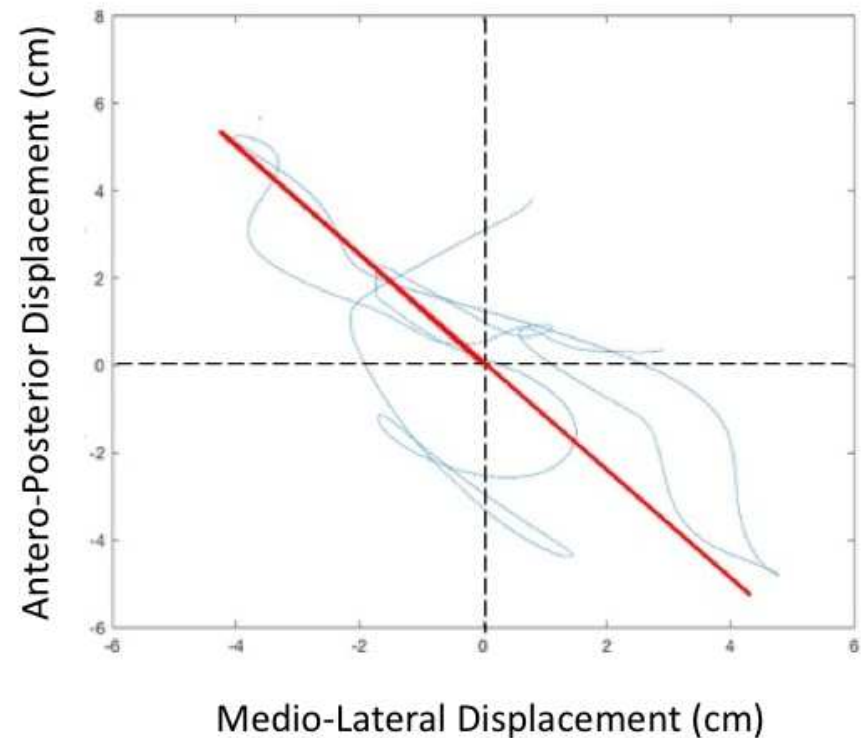
Saunders and Jefferys, 2002
Foster, 2003
Jefferys et al., 2003
Saunders and Jefferys, 2007

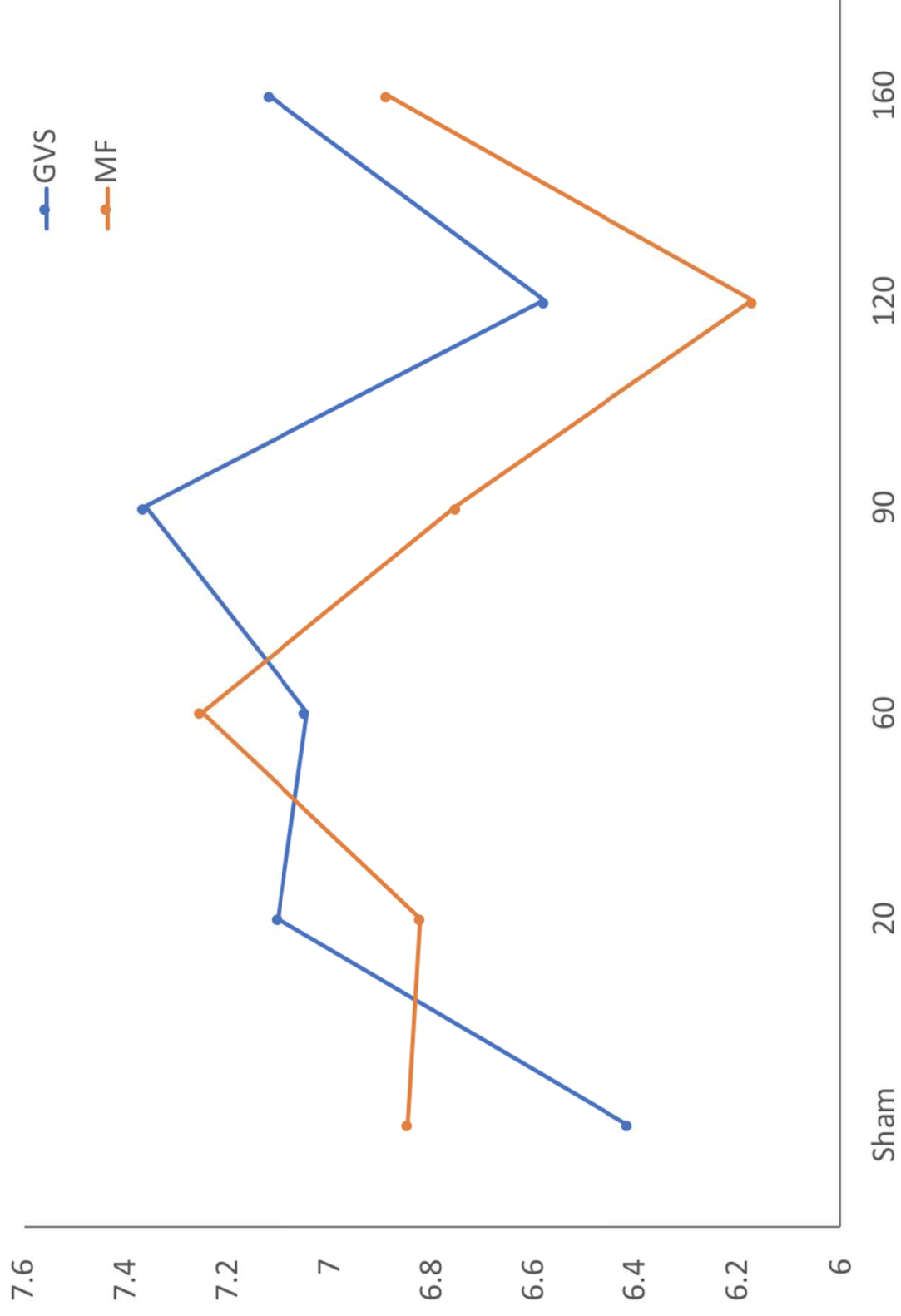
Revue et Guidelines

Direction posturale préférentielle (SHAM- tous les participants)

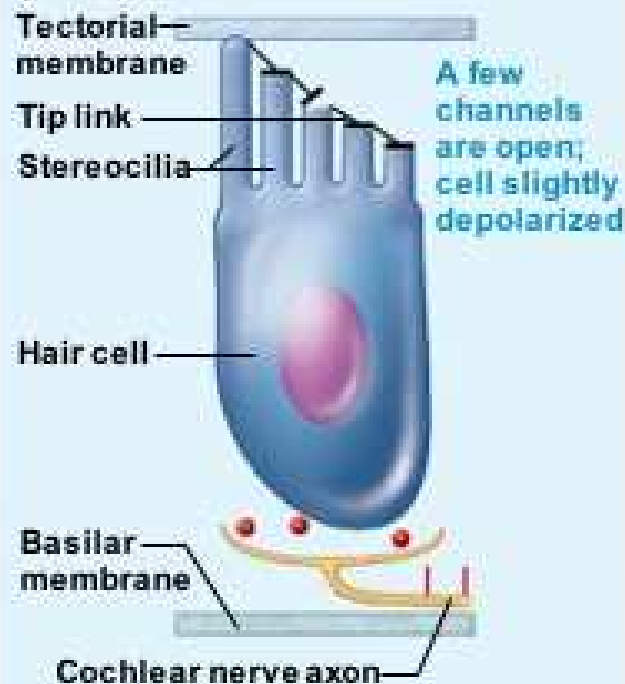


Analyse de la Vitesse en 2D

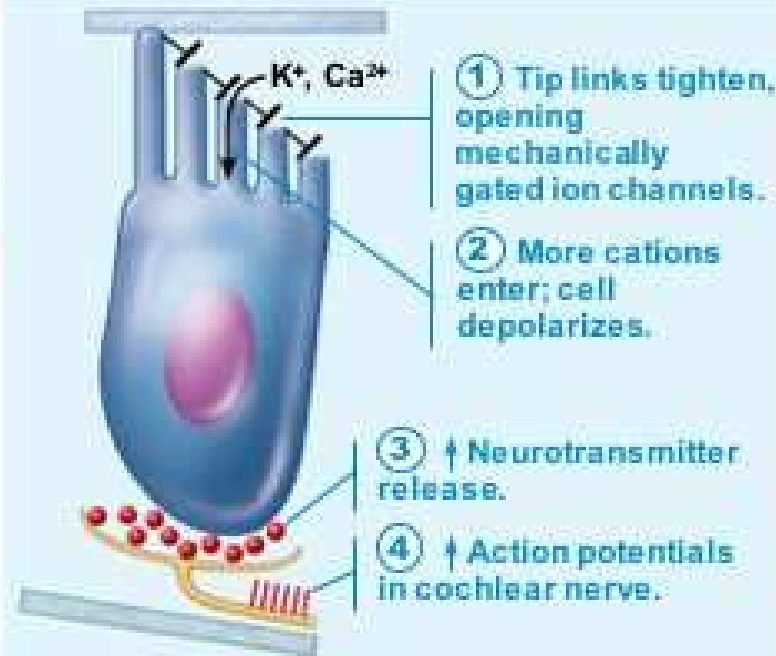




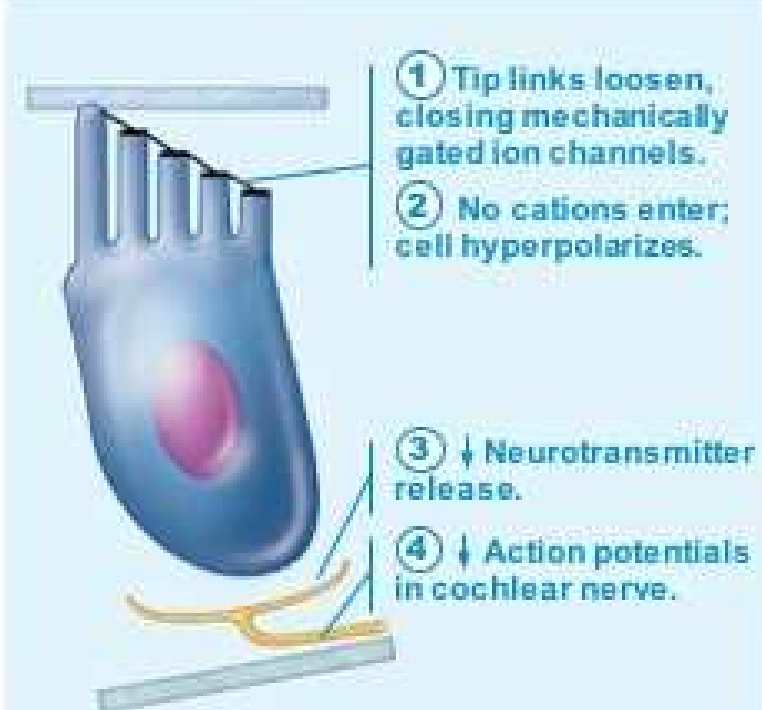
Basilar membrane at rest



Hairs bent toward tallest stereocilium

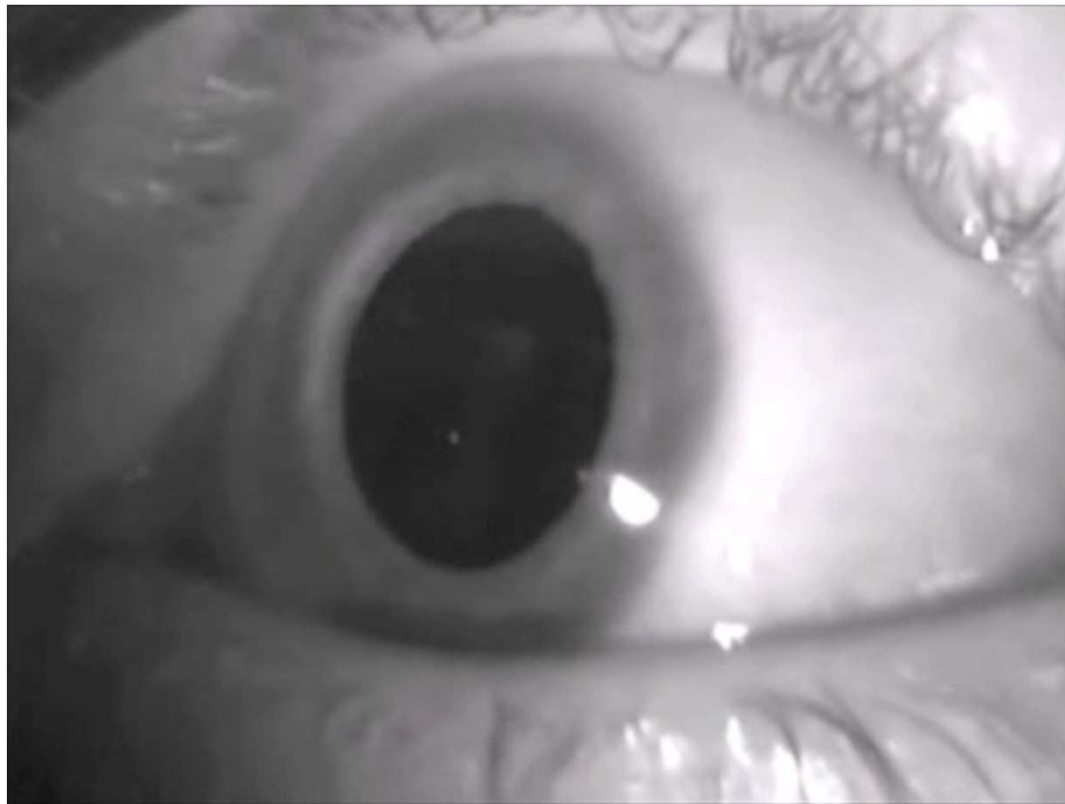


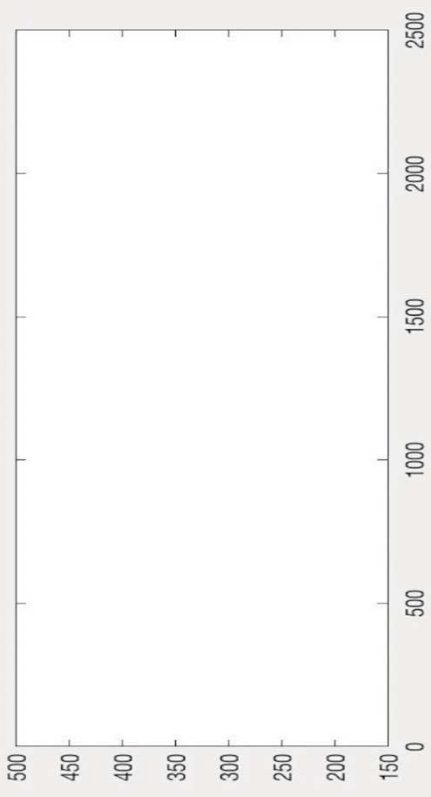
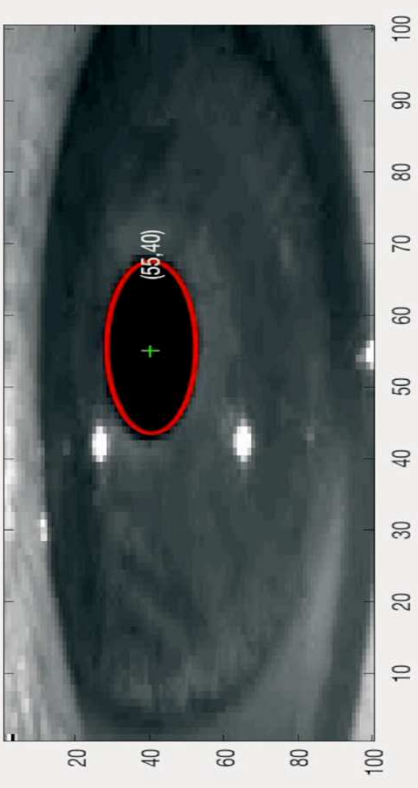
Hairs bent away from tallest stereocilium

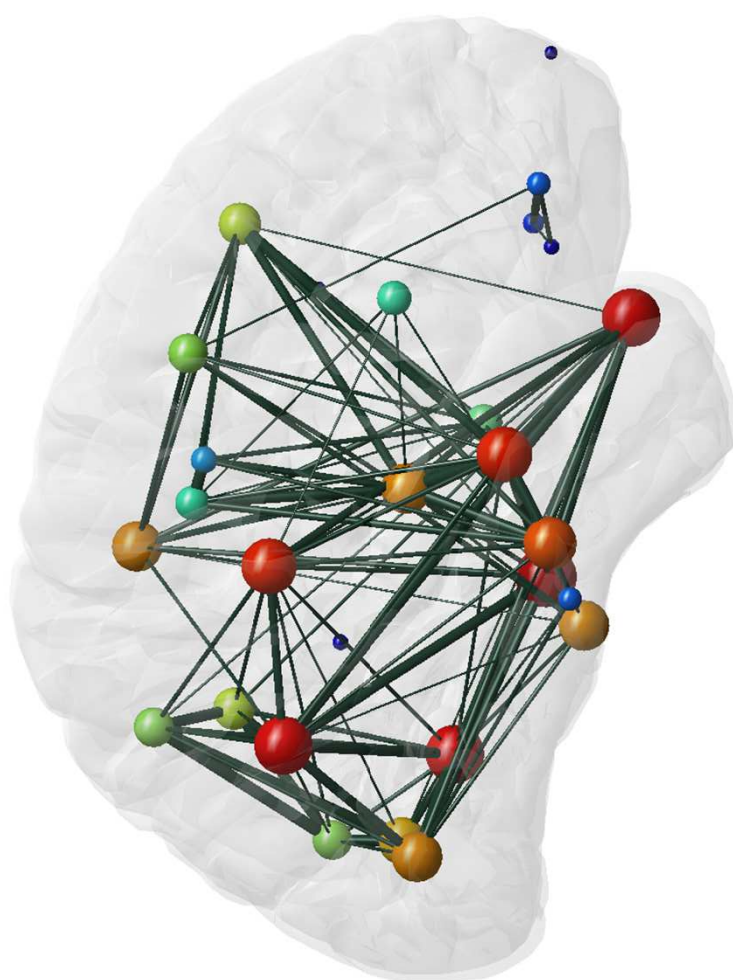


“...suggesting that most if not all EMF-mediated responses may be produced through VGCC stimulation. **Voltage-gated calcium channels are essential to the**

Nystgamus

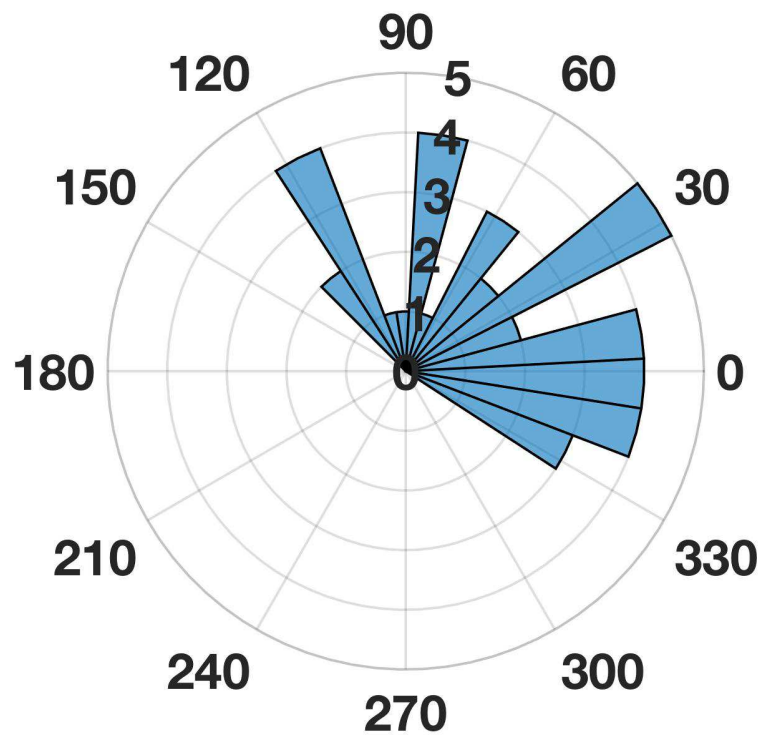




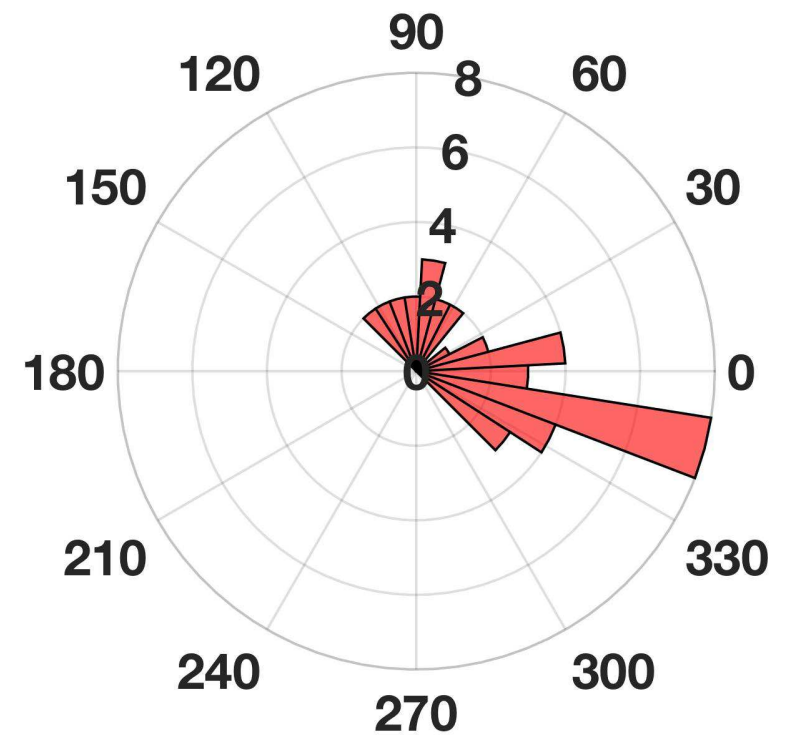


Results

Preferred sway direction
(SHAM- All participants)



Preferred sway direction
(DC - All participants)



Watson's Two-Sample Test : $p = 0.18$