Modulation de l'activité cérébrale pendant une tâche de tapping après exposition à un champ magnétique de 3000 μT à 60 Hz

Alexandre Legros

alegros@lawsonimaging.ca

Bioelectromagnetics Group, Imaging Program, Lawson Health Research Institute

and

Department of Medical Biophysics, University of Western Ontario,

London (ON), Canada

© Copyright 2010 Alexandre Legros – Lawson Health Research Institute

L'équipe du Lawson:

Dr. Jodi E. Miller[1,2]
Dr. Julien Modolo[1,2]
Michael Corbacio[1,2]
John R. Robertson[1,2]
Nicole Juen[1,2]
Dr. Jean Théberge[1,2]
Dr. Frank S. Prato[1,2]
Dr. Alex W. Thomas[1,2]

Collaborateurs:

Dr. Daniel Goulet[3]
Dr. Jacques Lambrozo[4]
Dr. Michel Plante[3]
Dr. Martine Souques[4]
Dr. Anne Beuter[5]

[1]Bioelectromagnetics, Imaging Program, Lawson Health Research Institute, London (ON) Canada [2]Department of Medical Biophysics, University of Western Ontario, London (ON) Canada
[3]Hydro-Québec, Montréal (QC) Canada
[4]Service des Études Médicales, EDF, Paris France
[5]Institut polytechnique de Bordeaux, France

Sources de financement

© Copyright 2010 Alexandre Legros – Lawson Health Research Institute

- **Champs Magnétiques d'Extrêmement Basse Fréquence(CM ELF) - Humain**

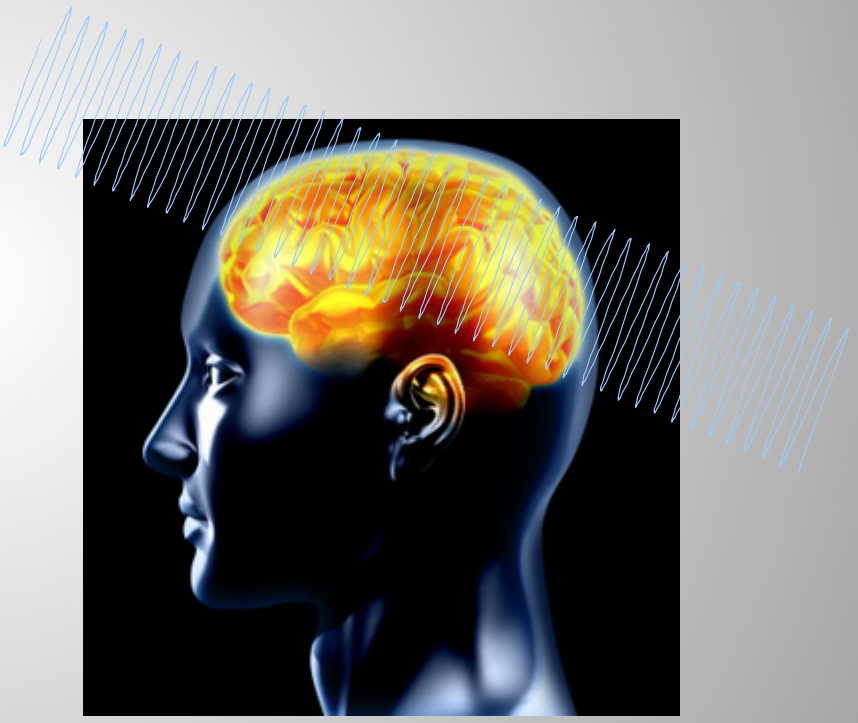
Courants domestiques alternatifs 50/60 Hz

↓

CM à 50/60 Hz (ELF < 300 Hz)

↓

Induction de champs et courants électriques dans les systèmes biologiques



© Copyright 2010 Alexandre Legros – Lawson Health Research Institute

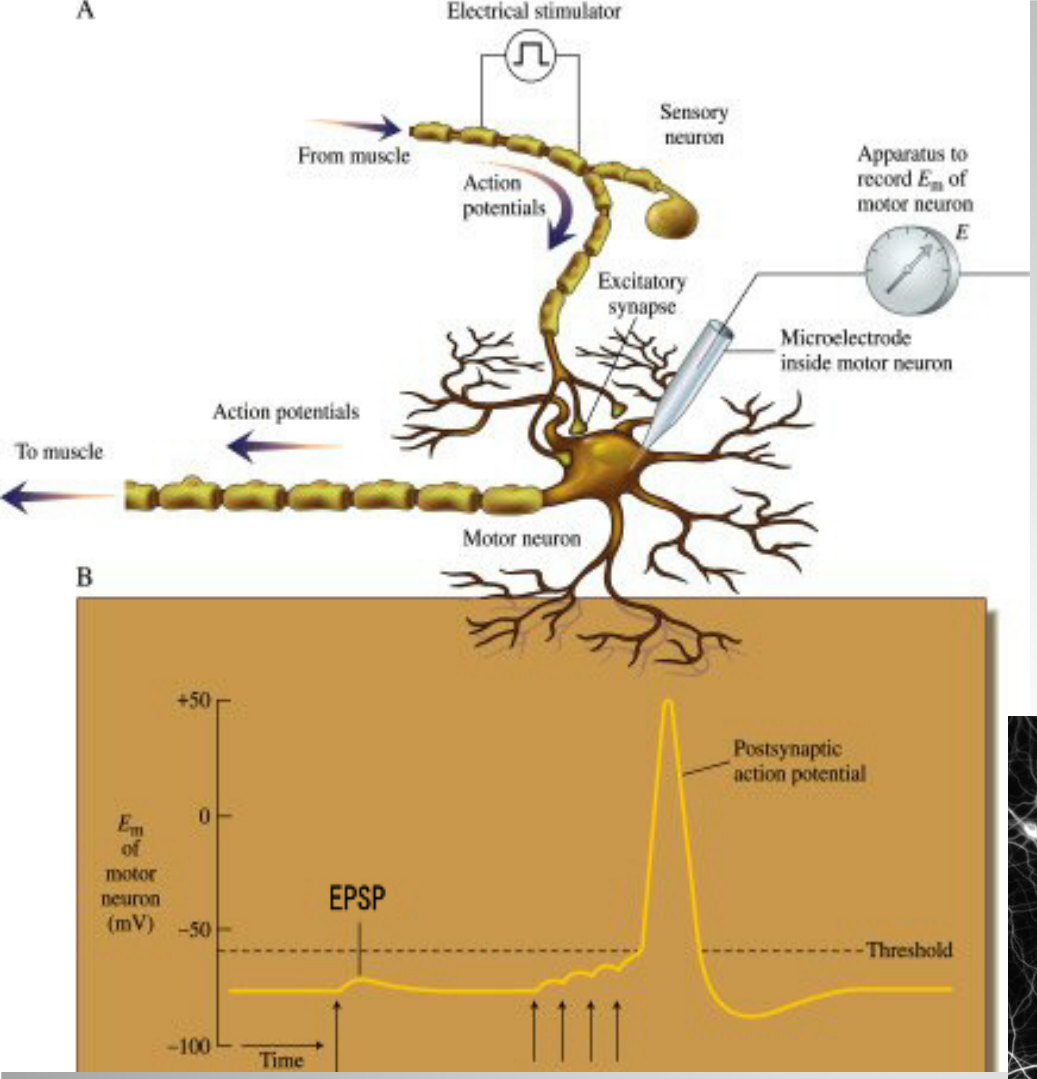
- Des études suggèrent qu'un CM ELF pourrait moduler les rythmes cérébraux et les fonctions cognitives et motrices chez l'humain:
  - Électroencéphalogramme (EEG[1,2]) et potentiels évoqués[3]
  - Performances cognitives (attention sélective[3], raisonnement syntactic [4], vigilance[4], mémoire de travail[5])
  - Activité motrice normale (contrôle postural[6,7] et tremblement physiologique[7,8])

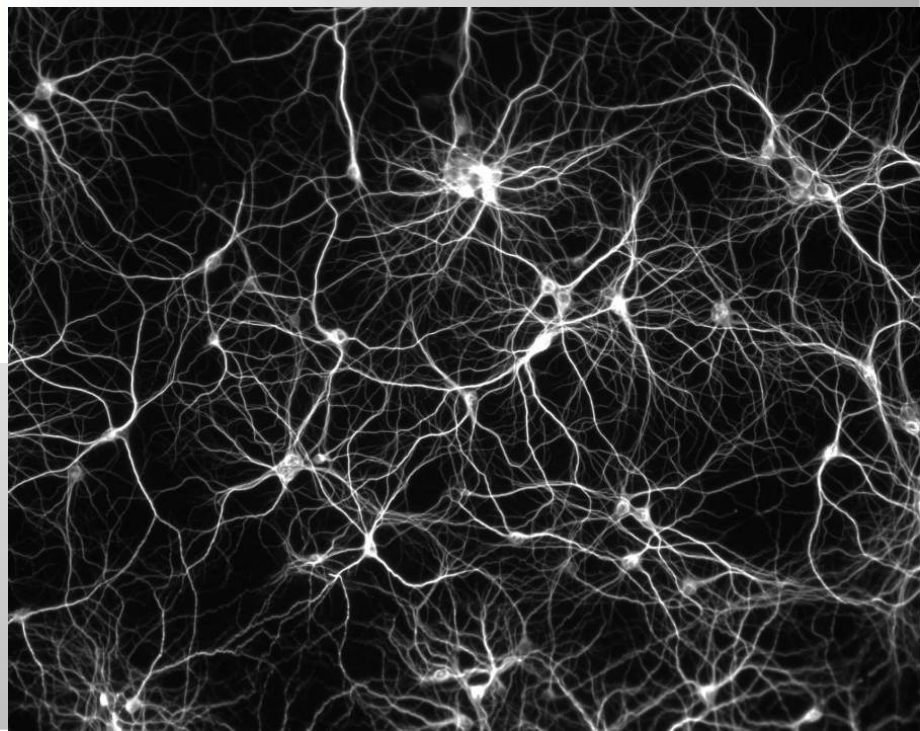
[1]*Cook et al., Bioelectromagnetics (2004)*
[2]*Ghione et al. Neuroscience Letters (2005)*
[3]*Crasson et al., Bioelectromagnetics (1999)*
[4]*Stollery et al., Br J Ind Med (1986)*
[5]*Preece et al., Int J Radiat Biol (1998)*
[6]*Thomas et al., Neuroscience Letters (2001)*
[7]*Legros et al., REE (2010)*
[8]*Legros et al., Med Eng and Phys (2006)*

© Copyright 2010 Alexandre Legros – Lawson Health Research Institute

- Neurones: transportent de l'information sous forme de signaux électriques

- Chaque neurone a en moyenne 10 000 connexions synaptiques avec d'autres neurones

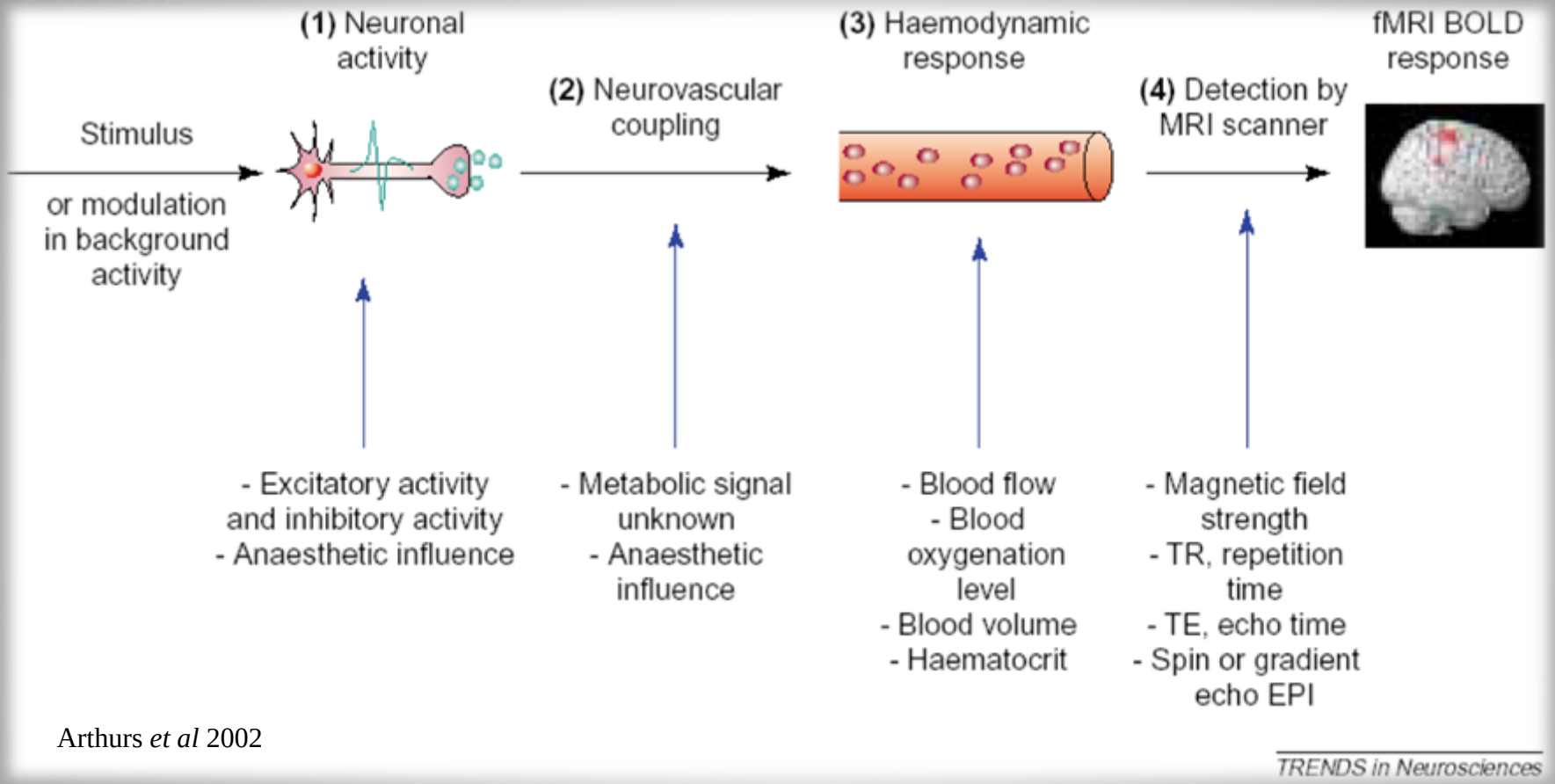




- 10^{11} (100 milliards) neurones

© Copyright 2010 Alexandre Legros – Lawson Health Research Institute

- IRMf: mesure l'activation cérébrale induite par une tâche



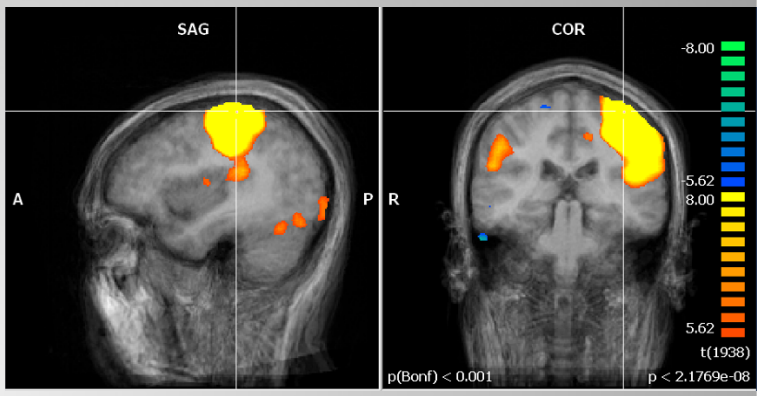
- Tâche de tapping simple: activation controlatérale des **aires motrices primaire** et **supplémentaire** (**M1** et **SMA**), du **cortex prémoteur** et du **cervelet**[1].

[1]*Toma et al., Magn Reson Med Sci (2002)*

© Copyright 2010 Alexandre Legros – Lawson Health Research Institute

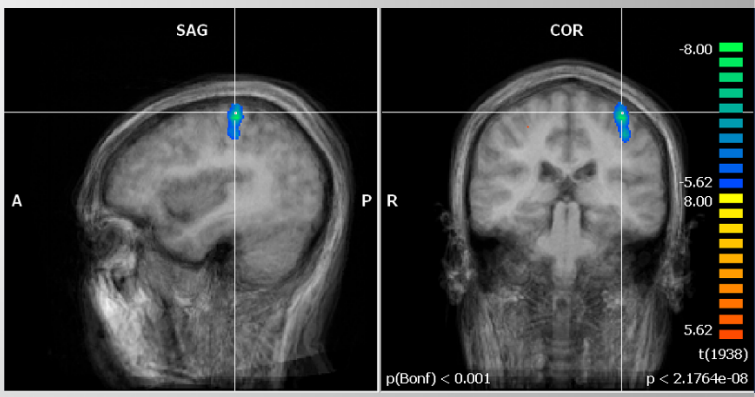
- Étude pilote à 60 Hz, 1800 μT: activation post exposition réduite en SHAM et pas en EXPO[1]

1. Pré exposition: TOUS les sujets(n=9)



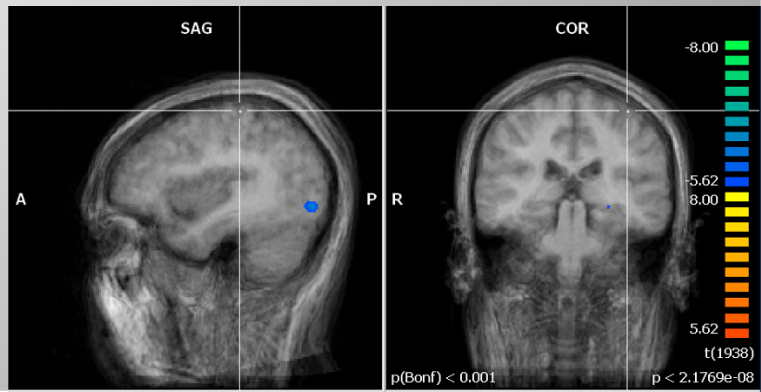
2. Post moins Pré SHAM (n=5)

Désactivation dans le cortex somatosensory primaire (S1)



3. Post moins Pré EXPO (n=4)

Aucune sur activation de S1 n'est relevée



[1] *Legros et al., Neuroscience letters (soumis)*

© Copyright 2010 Alexandre Legros – Lawson Health Research Institute

Objectifs

- Confirmer que l'IRMf est un outil adapté pour étudier la modulation des patrons d'activation cérébrale par une exposition ELF

- Confirmer les résultats de notre étude pilote

Hypothèse

- L'exposition au CM à 60 Hz, 3000 µT va entrainer une augmentation du niveau d'activation cérébral (cortex moteur et cervelet) induit par la tâche de tapping réalisée à fréquence naturelle

© Copyright 2010 Alexandre Legros – Lawson Health Research Institute

- 20 sujets (25 ± 5; 10 femmes and 10 hommes)

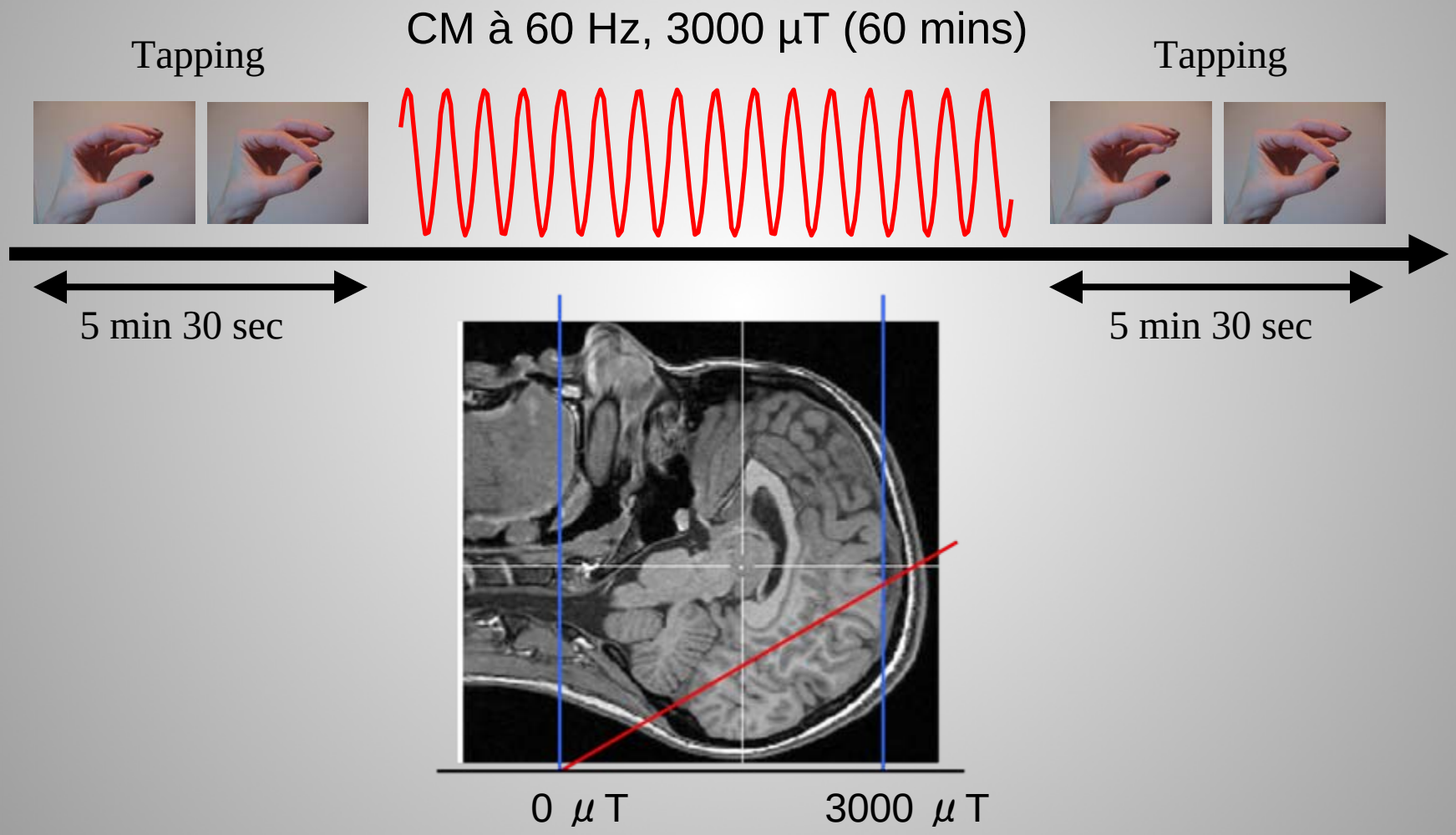
- IRM - 3 T Verio (Siemens)

- Images fonctionnelles(Blood Oxygen Level Dependent-BOLD) pendant une tâche rythmique d'opposition index/pouce à fréquence naturelle

- 2 groupes: SHAM (n=11) et EXPO (n=9), procédure en pseudo double aveugle

© Copyright 2010 Alexandre Legros – Lawson Health Research Institute

- 1 session expérimentale, 3 tests avant et 3 tests après 1 heure de repos



© Copyright 2010 Alexandre Legros – Lawson Health Research Institute

- Les sujets n'ont pas détecté l'exposition à 60 Hz (FSQ: χ^2=3.23, p > .05 ; niveau de certitude = 2 out of 5)

- Pas de changement significatif du rythme (ANOVA 2x2; p > .1) ni de la variabilité (p > .2) du tapping - tendence

- Activation induite par la tâche (Brain Voyager QX 1.9.10, Brain Innovation, the Netherlands):

  - Activation controlatérale du cortex prémotor, de M1, SMA et S1

  - Activation ipsilatérale du lobe antérieur du cervelet

© Copyright 2010 Alexandre Legros – Lawson Health Research Institute

Cortex moteur – 20 Sujets

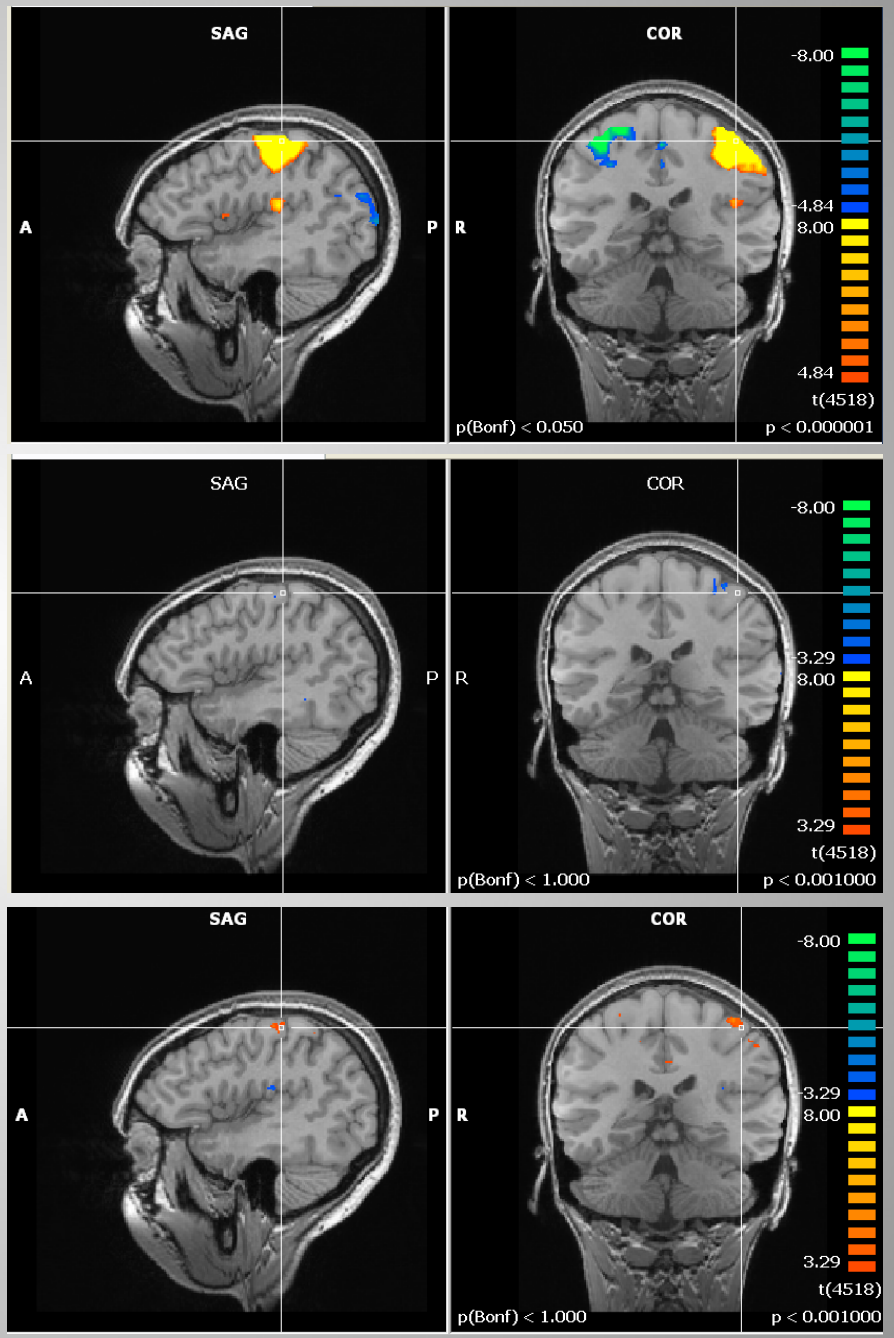
(Normalisé dans l'espace de Talairach - GLM multisudy analysis, Brain Voyager, p <.001)

1. Pré exposition TOUS les sujets (n=20)

2. Post moins Pré SHAM (n=11)

3. Post moins Pré EXPO (n=9)

Plus d'activation dans S1

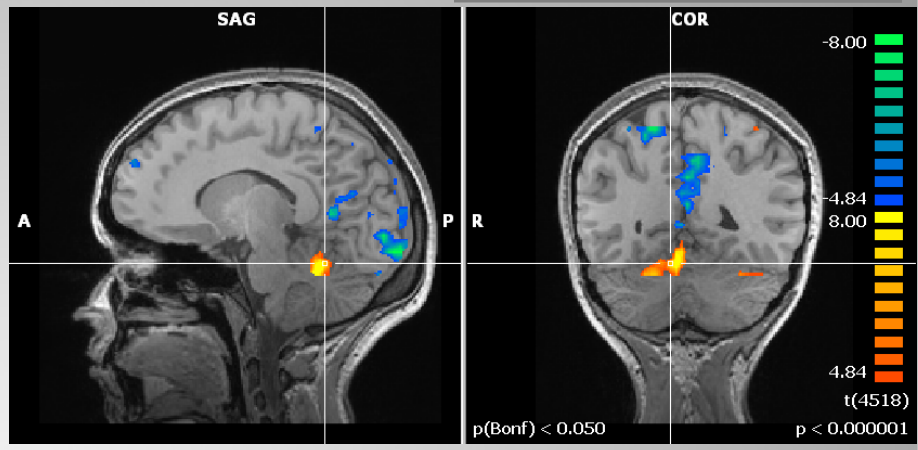


© Copyright 2010 Alexandre Legros – Lawson Health Research Institute

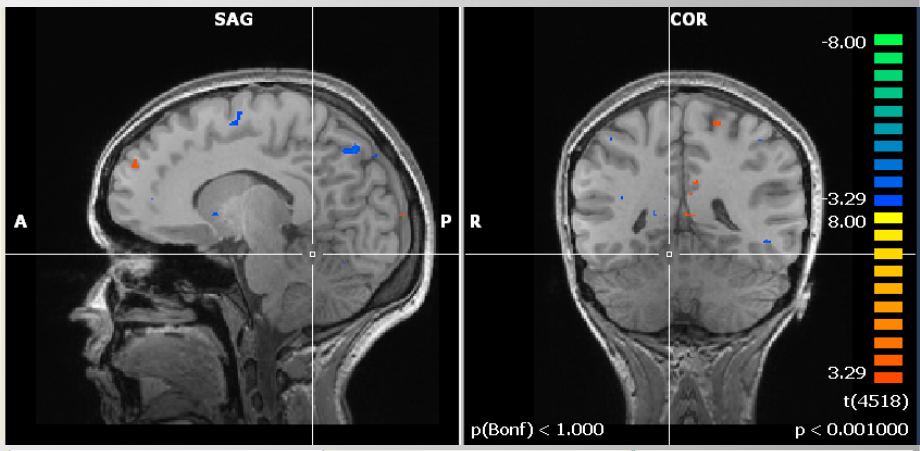
Cervelet – 20 Sujets

(Normalisé dans l'espace de Talairach - GLM multisudy analysis, Brain Voyager, p <.001)

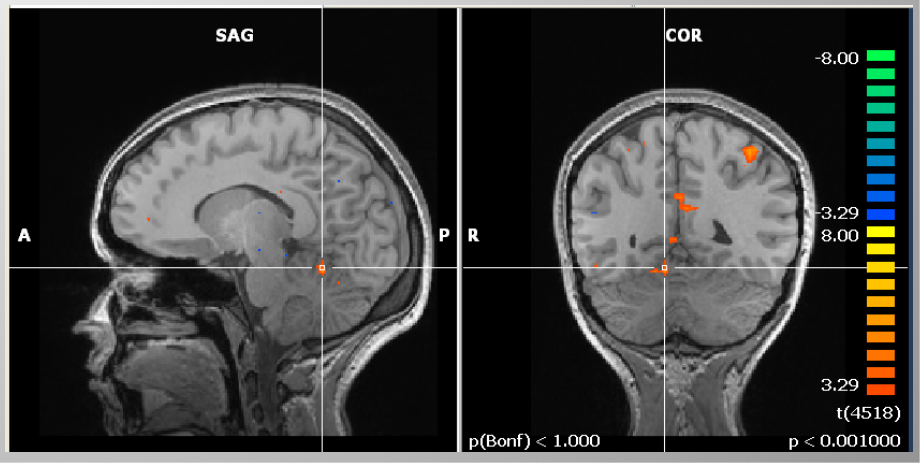
1. Pré exposition TOUS les sujets (n=20)



2. Post moins Pré SHAM (n=11)

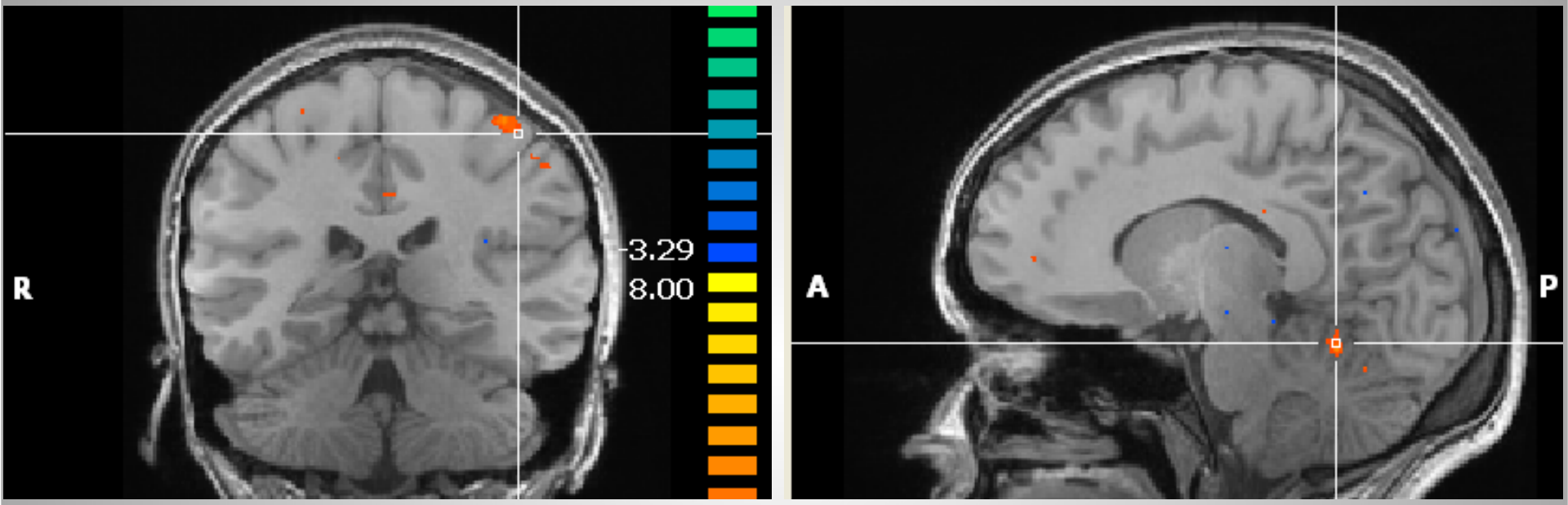


3. Post moins Pré EXPO (n=9)



Niveau d'activation augmenté dans le lobe antérieur du cervelet (ipsilatéral)

© Copyright 2010 Alexandre Legros – Lawson Health Research Institute



- « Beta weights » extraits des Régions d'Intérêt (ROI) pour tests statistiques classiques (ANOVAs 2x2 in SPSS): Effet d'interaction significatif pour S1 ($F=4.060$, $p=0.05$) et le cervelet ($F=31.626$, $p < 0.001$)

© Copyright 2010 Alexandre Legros – Lawson Health Research Institute

- Tâche rythmique d'opposition index/pouce: activations **controlatérales** du **cortex moteur (M1, SMA, S1)** et **prémoteur;** et **ipsilatéral** du **cervelet** (n=20)

- **Pas de différence** d'activation induite par la tâche entre les conditions pré et post repos (**SHAM**, n=11)

- **Activation** induite par la tâche **plus élevée** après une heure d'exposition au CM (relatif au niveau d'activation pré exposition - **REAL**, n=9) dans **S1** et dans le **cervelet**

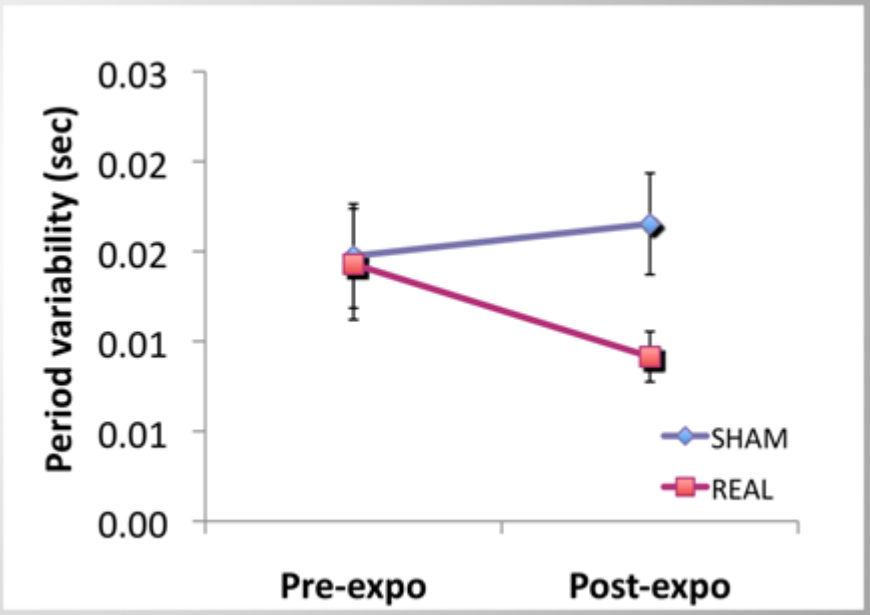
- Résultats **cohérent** avec notre **étude pilote**: activation impliquée après 30 minutes d'exposition augmentée quand comparée à la condition SHAM

© Copyright 2010 Alexandre Legros – Lawson Health Research Institute

- Ces résultats démontrent que l'IRMf est un outil valide pour étudier les effets des CM ELF sur les fonctions cérébrales

- S1: associée avec la stimulation haptique[1] (i.e. sens tactile); Cervelet: optimise le mouvement en utilisant le feedback sensoriel

- Exposition au CM induit une réduction spontanée de la variabilité du rythme de tapping (tendance non significative)



- Nous spéculons que l'exposition au CM pourrait induire des changements plastiques détectés par la procédure IRMf

[1] *Johansen-Berg et al., Neuroreport (2000)*
[2] *Allen et al., Science (1997)*

© Copyright 2010 Alexandre Legros – Lawson Health Research Institute

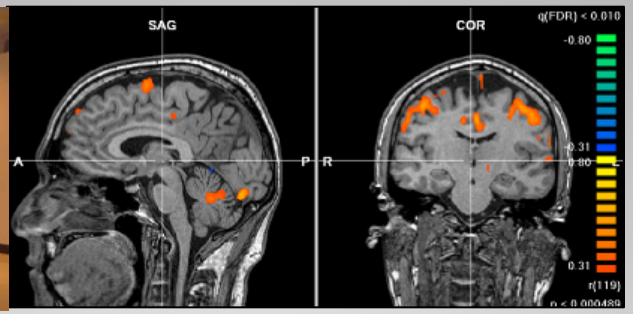
- Confirmer ce résultat en utilisant d'autre modalité d'imagerie: IRMf/EEG/TEP

- Développements de protocoles **établissant un seuil** auquel des effets systématiques se manifestent chez l'**humain**:

  - Exposition globale et locale, continues et intermittentes, pouvant atteindre 50 000 μT

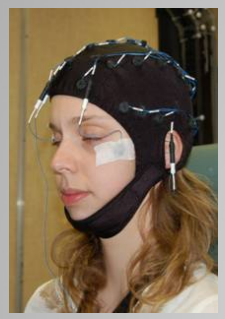
  - Étude des magnétophosphènes, EEG, IRMf, potentiel évoqués (ERP), électromyographie (EMG) et réponses motrices (tremblement et posture) à une exposition aigue à un CM ELF

© Copyright 2010 Alexandre Legros – Lawson Health Research Institute



fMRI

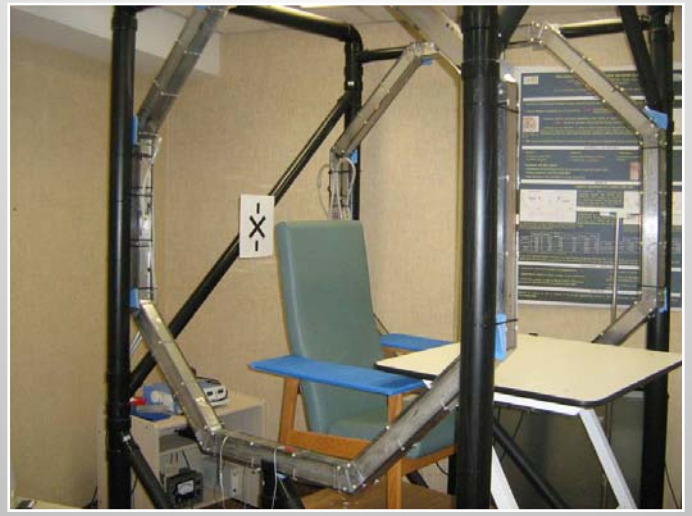
Physiological tremor

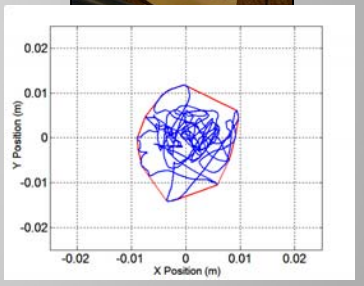


EEG and ECG

Merci

alegros@lawsonimaging.ca





Postural Oscillations

Voluntary movements

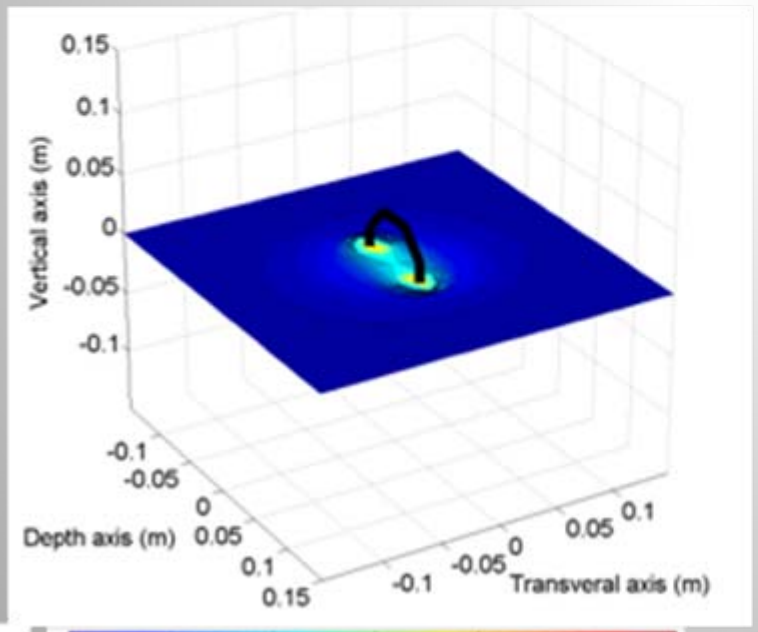
3 000 μT human exposure system

Blood Perfusion

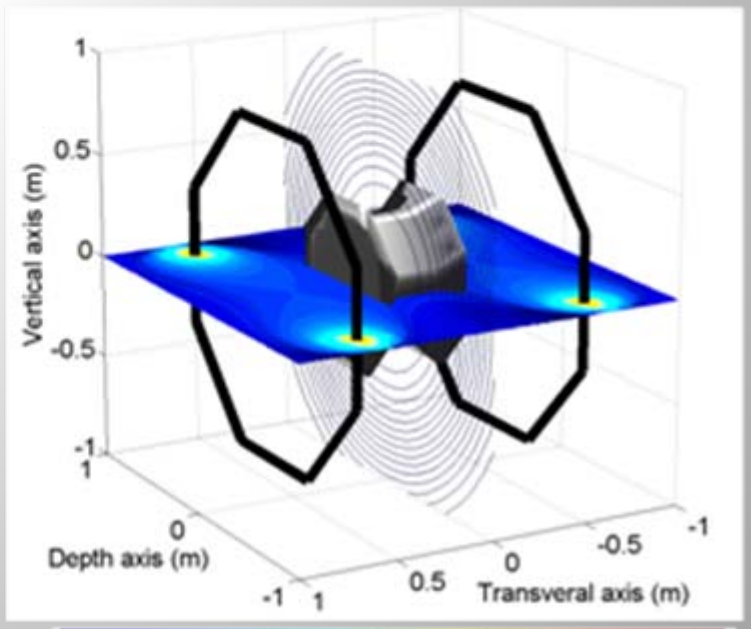
© Copyright 2010 Alexandre Legros – Lawson Health Research Institute

a.

c.



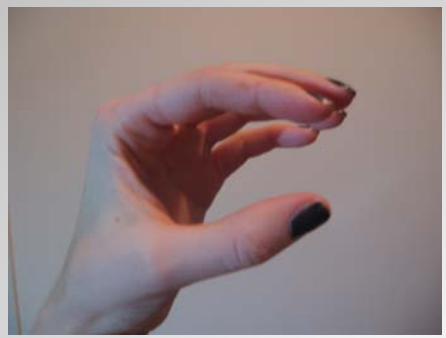
b.

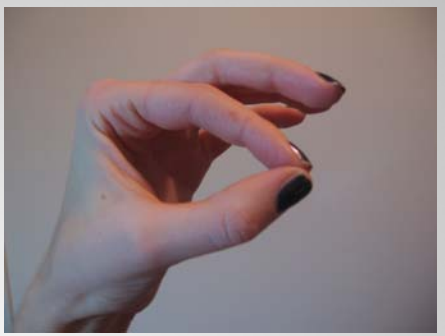


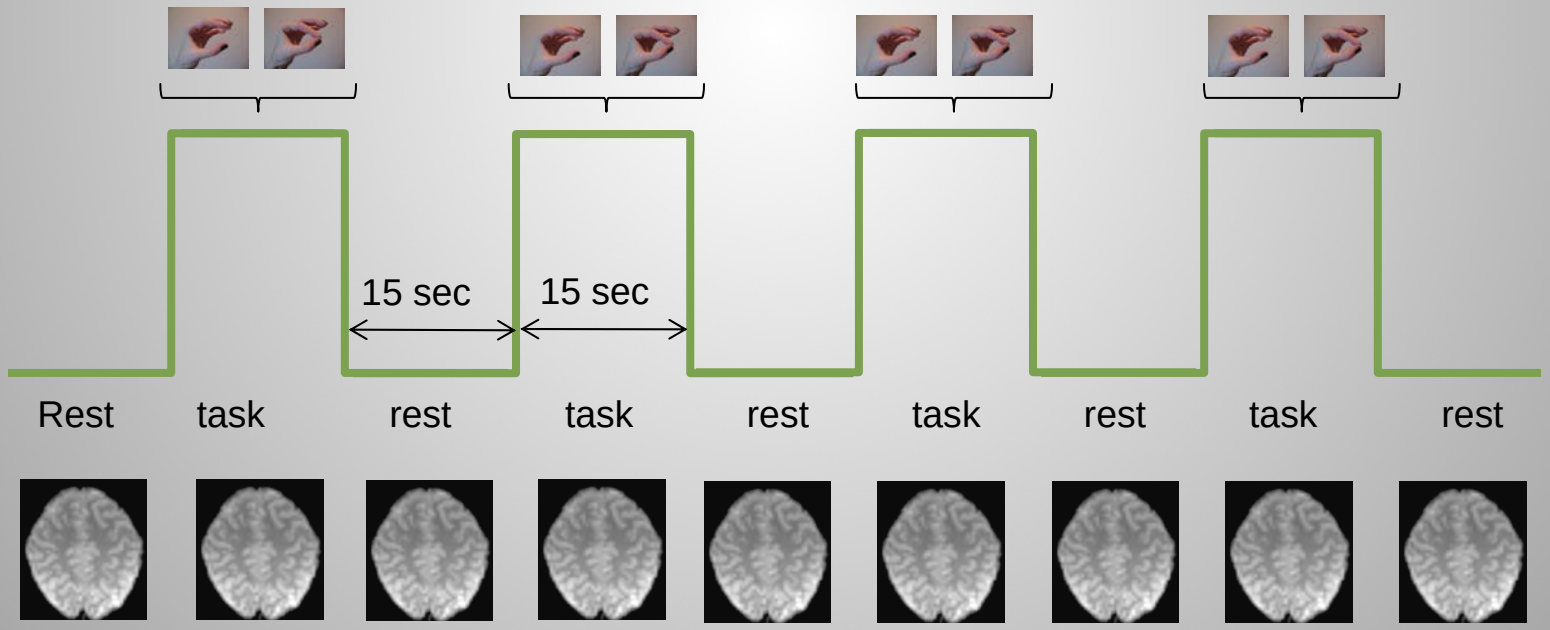
d.

© Copyright 2010 Alexandre Legros – Lawson Health Research Institute

- The tapping protocol:







© Copyright 2010 Alexandre Legros – Lawson Health Research Institute