



Développement d'un Robot d'assistance à la Stimulation Magnétique Transcranienne (TMS)

Présentation GDR Robotique
21 juin 2013

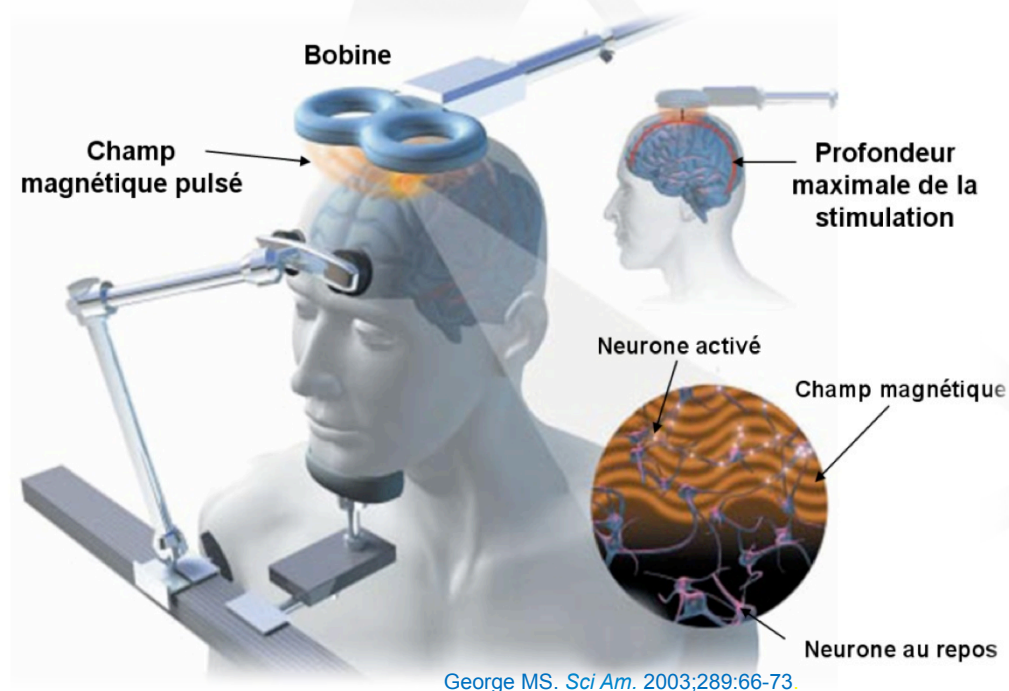
Michel Berg
Cofondateur , Président Axilum Robotics
Pierre Renaud
Cofondateur, AVR/ICube

La Stimulation Magnétique Transcranienne (TMS)

- Méthode de neurostimulation focalisée non invasive

- Application d'un **champ magnétique**

- Courant induit dans le néocortex
- Excitation des neurones



- Premier équipement en 1985

- Développement depuis le milieu des années 90

Applications de la TMS/rTMS

- **Recherche en neurosciences :**
Améliorer les connaissances des mécanismes neurophysiologiques et cognitifs
- **Diagnostic :**
Cartographie pré-chirurgicale du cortex cérébral moteur
- **Thérapeutique :**
 - *Haut niveau de preuve clinique (A)*
 - Episodes dépressifs majeurs résistant au traitement médicamenteux
 - Douleurs neuropathiques chroniques
 - Hallucinations auditives de la schizophrénie
 - *Niveau intermédiaire de preuve clinique (B - effet probable)*
 - Maladie de parkinson, Accidents Vasculaires Cérébraux, acouphènes

Sources : Recommandations Françaises TMS 2011, CEPAC report 2011 , Taylor RS 2006

La TMS : Un équipement évolutif



Composants →

1: Stimulateur et bobine

Equipement de base

2: + neuro-navigateur

Logiciel + camera 3D :
Personnalisation par
intégration d'image du
cerveau,
Précision grâce au suivi de la
bobine et de la tête

3: + robot

Précision, Répétabilité,
Compensation des
mouvements,
Confort et sécurité
opérateur,
Accès à des protocoles
complexes

Axilum Robotics Robot : Du besoin-utilisateur à la preuve de concept

Besoin-utilisateur (2004)

Assistance robotique pour les protocoles de stimulation complexes

Dr Jack Foucher,
Psychiatre

Inserm

Institut national
de la santé et de la recherche médicale



Bobine en position fixe

- Pas de compensation des mouvements sujet/bobine
- Contact bobine/tête pouvant être interrompu

Bobine manipulée par le praticien

- Procédures longues
- Précision difficile à maintenir
- Fatigue du fait du poids et de la complexité du geste

Axilum Robotics Robot : Du besoin-utilisateur à la preuve de concept

Besoin-utilisateur (2004)

Assistance robotique pour les protocoles de stimulation complexes

Dr Jack Foucher,
Psychiatre

Inserm

Institut national
de la santé et de la recherche médicale



PoC ICube (2010)

Brevet

University of Strasbourg/ CNRS/
INSA : **Architecture sphérique**
Licence exclusive Axilum Robotics



Un système robotique

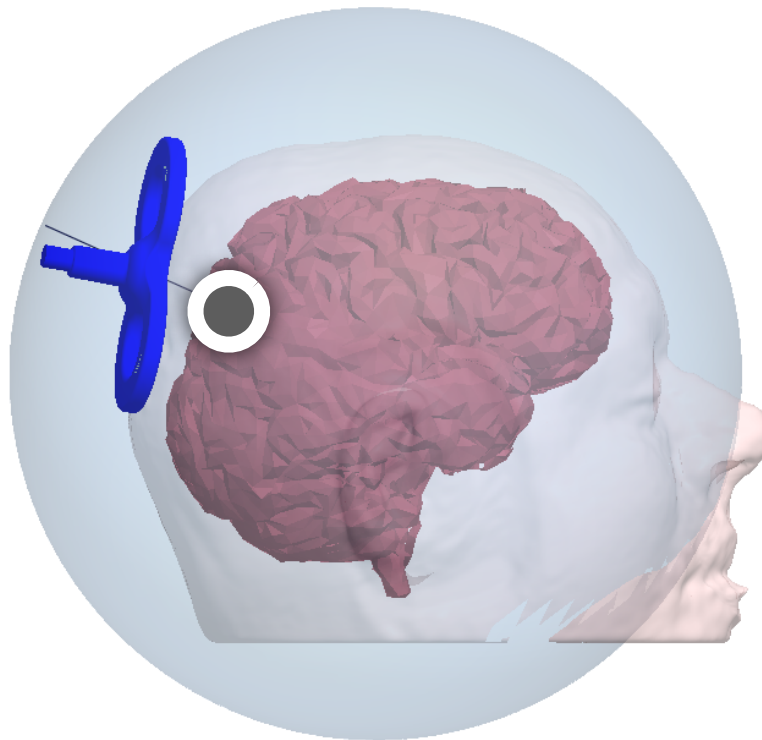


Approche automatisée

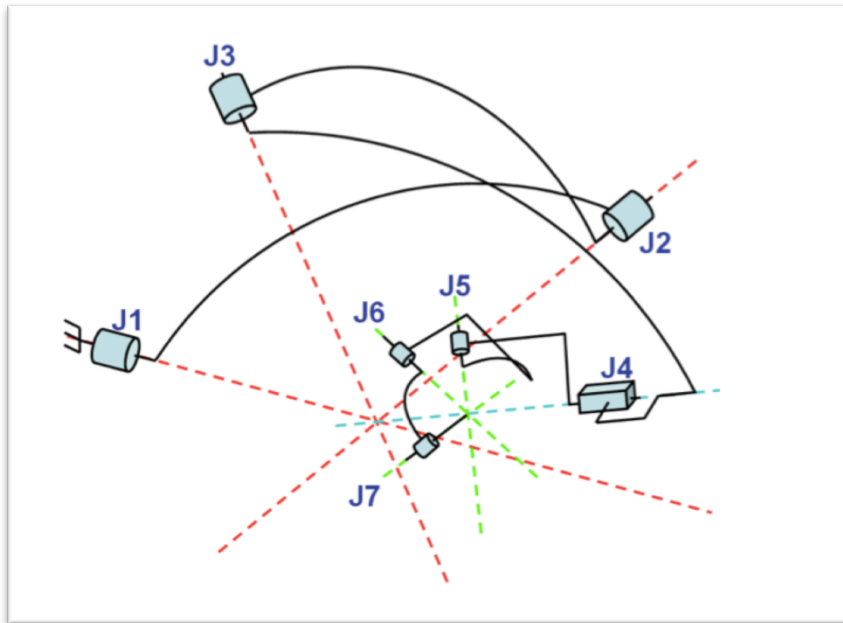
Positionnement automatique à partir d'une définition du traitement dans l'image

- ➔ Niveau de sécurité élevé nécessaire :
Travail sur la sécurité intrinsèque, fournie notamment par l'architecture
- ➔ Polyvalence :
L'architecture doit permettre de réaliser une large palette de traitements

Un système robotique dédié : Sphéricité pour la sécurité



Cinématique du robot



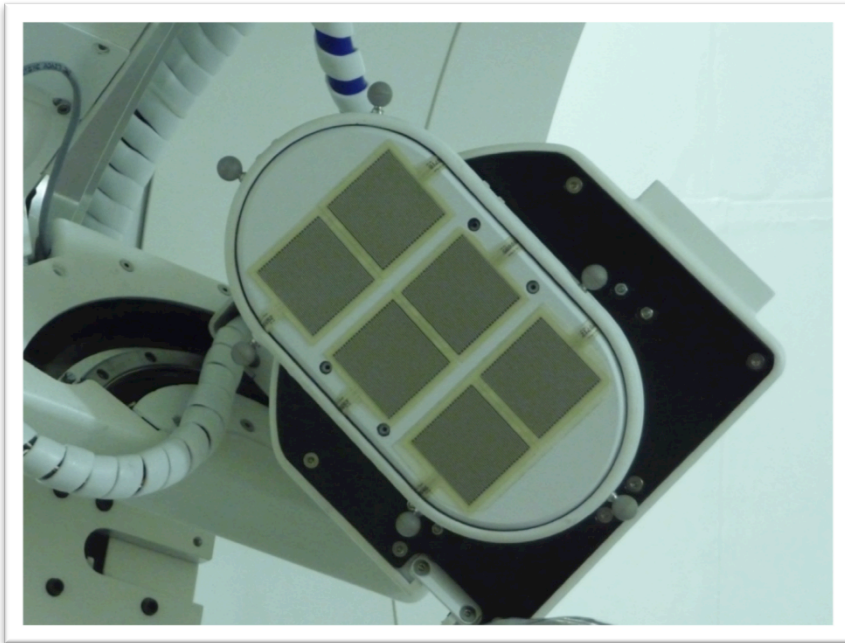
2 mécanismes sphériques

- 1 mécanisme sphérique pour la positionnement du centre de la sonde
- 1 poignet sphérique pour assurer la tangence de la bobine sur tête
- Limites articulaires simples à définir

1 liaison glissière

- Pour le contact bobine/tête
- Commande en effort d'un seul DDL

Perception



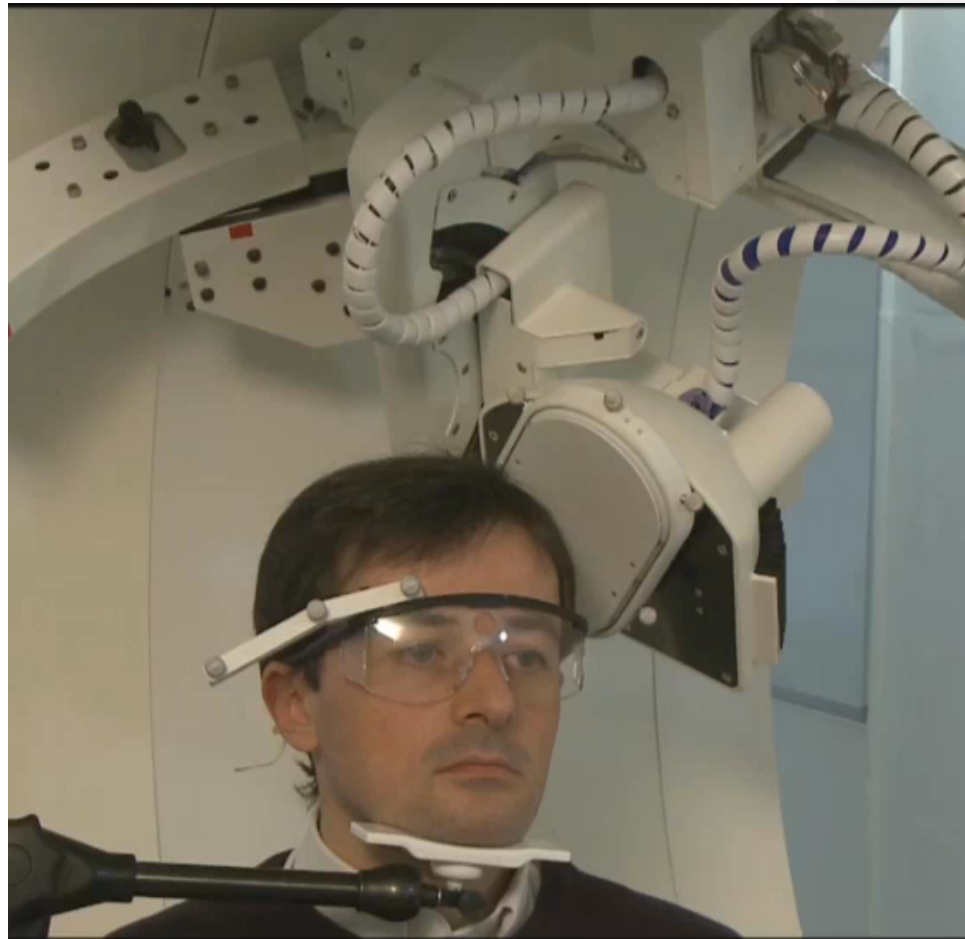
Capteurs piezorésistifs

- Pour permettre une commande en effort
- Mesure directe de l'effort de contact

Mesure optique externe

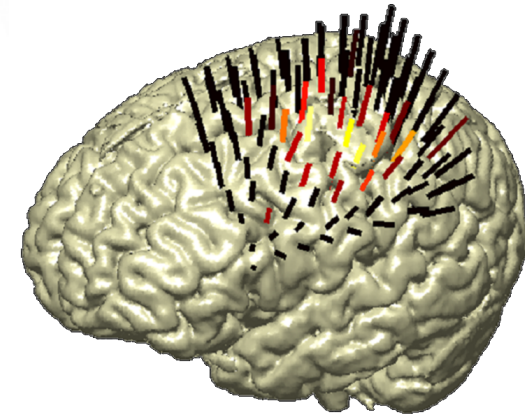
- Compensation des mouvements du patients
- Commande en boucle fermée pour améliorer la précision

Video



Premiers résultats

- Expérimentation sur sujets sains
- Cartographie du cortex moteur
- Automatisation : geste moins fatigant ($p < 0.01$)
- Précision supérieure : 90% des stimulations sont à moins de 5 mm de la cible en situation robotisée pour moins de 50% en manuel (navigation)



Le robot Axilum Robotics : de la PoC au marché

TMS-Robot-0 :
PoC
Déc. 2010



TMS-Robot-1 :
Proto ind. Fonct.
Fév. 2012



TMS-Robot-2 :
Pré-série
Nov. 2012



Les défis techniques

- Adapter la conception aux normes industrielles et réglementaires
 - Sécurité électrique et mécanique
 - Compatibilité électromagnétique
- Précision et répétabilité
 - Maximiser la rigidité
 - Boucle fermée / ouverte
- Design / Ergonomie
- Maîtriser la commande en effort
- Assurer la compatibilité avec les équipements existants
 - Neuro-navigateurs : Co-développement d'interfaces
 - Bobines : Adaptateurs

Les évolutions



Bobines de TMS

- Bobines standards
- Système spécifique de gestion de l'alimentation, externe au robot

Cinématique du robot

- 7 DDL en continu
- Légère augmentation des vitesses pour gérer le temps de session

Les évolutions



Positionnement patient

- Siège piloté
- Exploitation des 2 DDL pour placer au mieux le patient / sonde

Mesure d'effort

- Développement de capteurs spécifiques

Partenaires de développement

Neuro-navigateurs



Consortium



Bobines et stimulateurs



Le robot intégré dans l'équipement de TMS

Neuronavigateur Rogue,
Localite ou Syneika

*Le navigateur
Pilote le robot*

*Le robot
Positionne la
bobine connectée
au stimulateur*



Stimulateur et bobine
Magstim ou Magventure



Axilum
Robotics

INNOVATION
in design

Axilum
Robotics

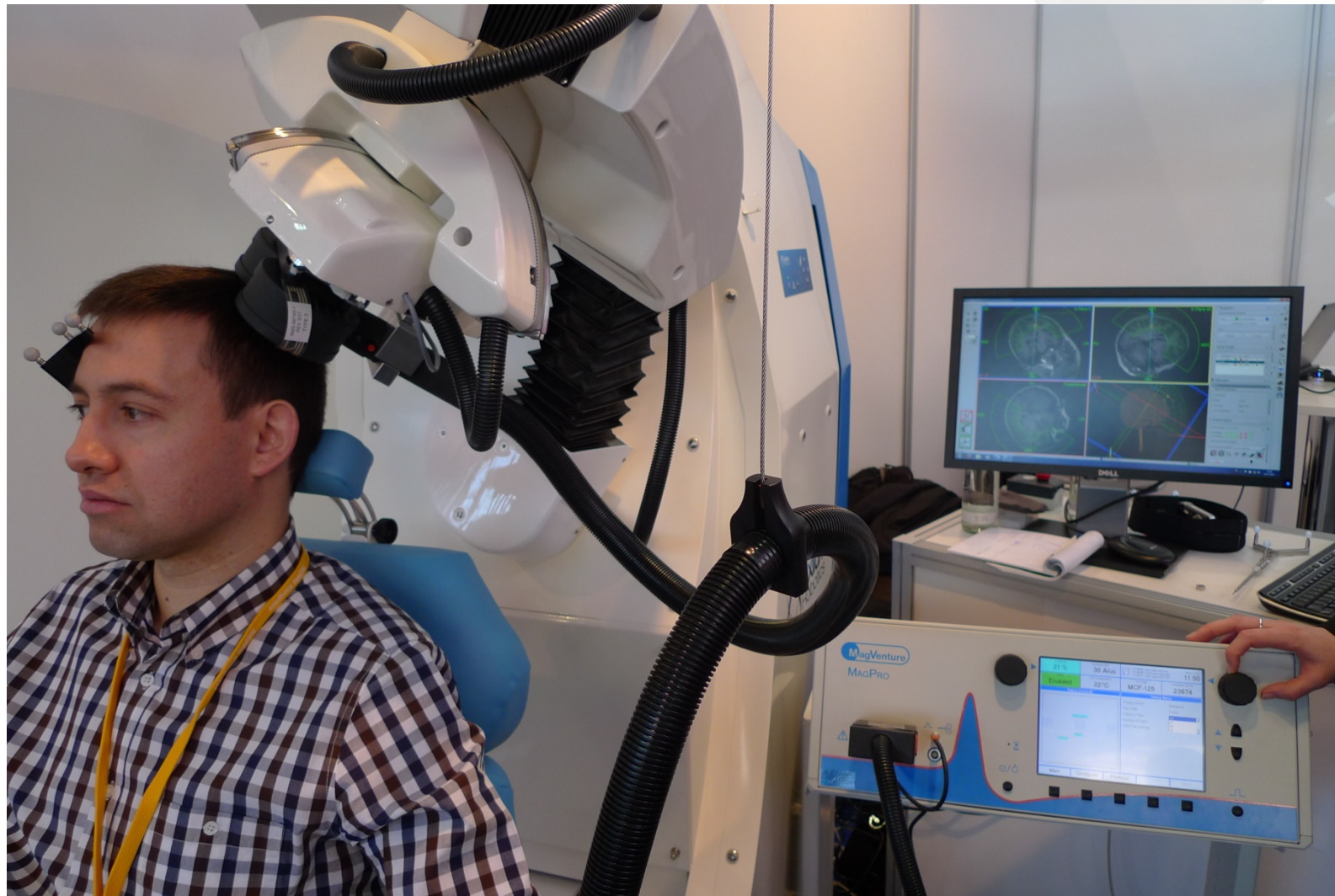
Le robot Axilum Robotics : de la PoC au marché

TMS-Robot-3 :
Série
Juin 2013

*Marquage CE
Médical prévu
Q3 2013*



Démonstrations



Démonstrations



Démonstrations





Merci et suivez nous sur...

axilumrobotics.com



1 place de l'Hôpital
c/o IRCAD
67091 Strasbourg Cedex, France
Tél: +33 (0)3 88 11 90 33
Fax: +33 (0)3 88 11 90 99
info@axilumrobotics.com

www.axilumrobotics.com