

Problèmes inverses pour la localisation de sources en EEG

Rania BASSILA



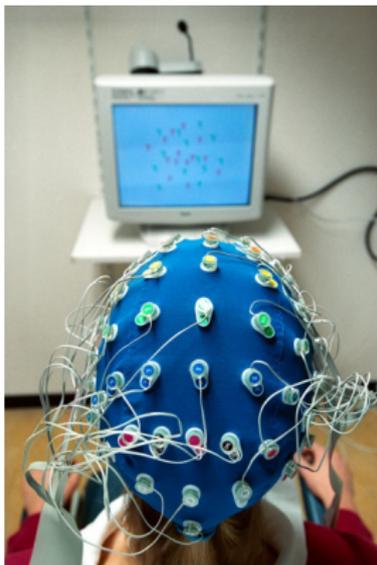
Sophia-Antipolis, Méditerranée (équipes Apics et Odysée) et EMP (CMA Sophia-Antipolis)

05/06/08

Plan

- Contexte
- But
- Propagation des données
- Projection harmonique
- Approximation rationnelle
- Logiciel FindSources3D
- Conclusion

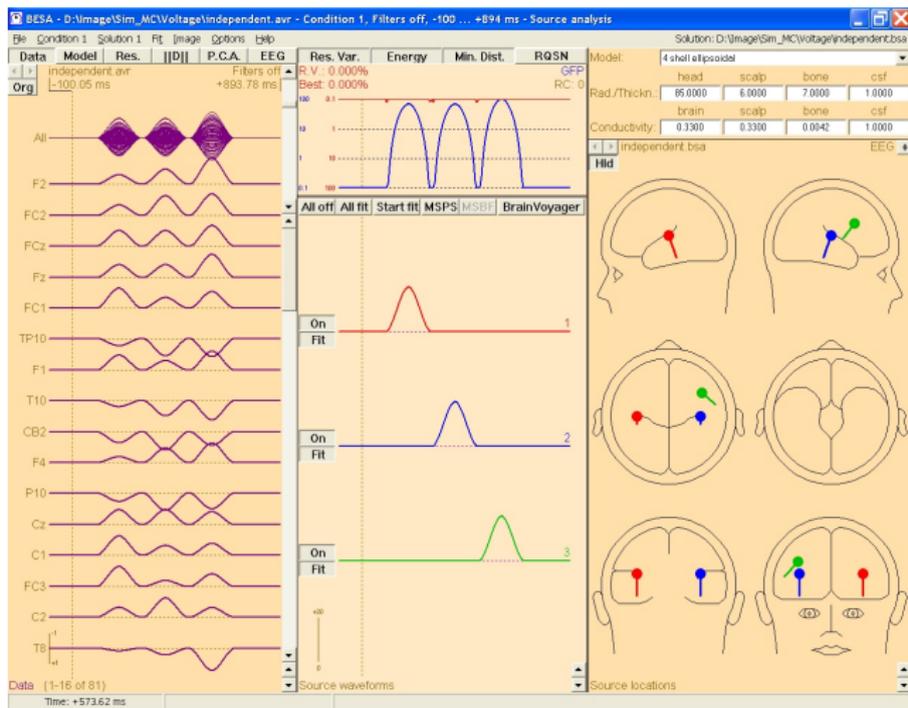
Contexte



ElectroEncéphaloGraphie : Enregistrement de l'activité électrique du cerveau (différence de potentiel électrique)

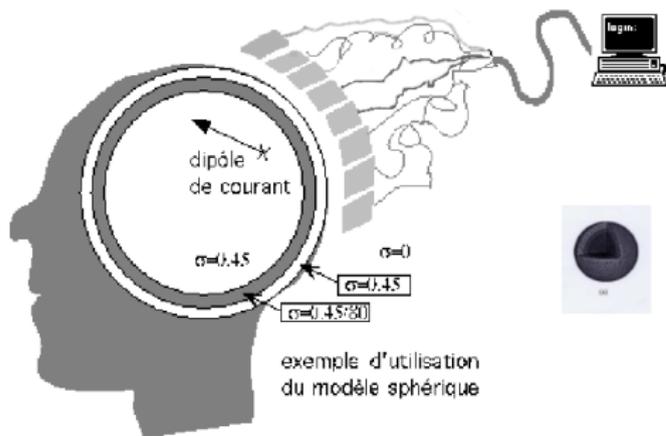
- Capteurs: 64 à 128 électrodes
 - Ordre de grandeur: quelques microvolts
 - Appareillage moins cher que la MEG
-
- Neurosciences: Traitement de l'information dans le cerveau
 - Médical (méthode non invasive): Aide au diagnostic pré-chirurgicale pour des patients épileptiques

But



- tracé EEG (temps continu)
- 3 sources indépendantes
- On récupère les valeurs du potentiel électrique et du flux sur les électrodes à l'activation des sources (1 temps donné)

- **ENTREE** : Valeurs ponctuelles de u et de $\partial_n u$ aux électrodes
- **SORTIE** : Positions et moments des sources (C_k, p_k)
- **MODELE** :

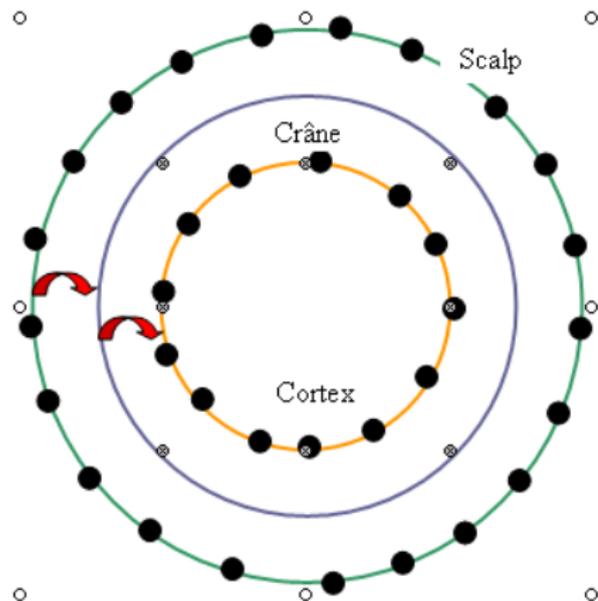


- ★ 3 sphère emboîtées (Scalp, Crâne, Cortex)
- ★ Conductivités σ_i constantes par morceaux
- ★ Sources dipolaires

Etape de résolution

- **Etape 1** : Propagation des données du Scalp vers le Cortex
- **Etape 2** : Projection anti-harmonique (sélectionner la partie où est stockée l'information sur les sources)
- **Etape 3** : Approximation rationnelle (permettant le calcul des positions et moments des sources)

Propagation des données du Scalp vers le Cortex



Projection harmonique

- **DONNEES** : Valeurs ponctuelles de u et de $\partial_n u$ sur le cortex.

$$u(X) = H(X) + \sum_{k=1}^3 \frac{\langle p_k, X - C_k \rangle}{4\pi \|X - C_k\|^3}$$

Les pôles de u sont liés aux emplacements des sources.

⇒ On cherche la partie anti-harmonique de u

Décomposition en harmonique sphérique

$$u(X) = u(r, \theta) = \sum_{k=0}^{\infty} \left\{ \underbrace{r^k \sum_{i=1}^{2k+1} \alpha_k^i Y_k^i(\theta)}_{\text{Partie harmonique}} + \underbrace{r^{-k+1} \sum_{i=1}^{2k+1} \beta_k^i Y_k^i(\theta)}_{\text{Partie anti-harmonique}} \right\}$$

Partie harmonique

Partie anti-harmonique

$$\begin{cases} \phi(X) = \phi(r, \theta) = \sum_{k=0}^{\infty} \sum_{i=1}^{2k+1} \phi_k^i Y_k^i(\sigma) \\ g(X) = g(r, \theta) = \sum_{k=0}^{\infty} \sum_{i=1}^{2k+1} \gamma_k^i Y_k^i(\sigma) \end{cases}$$

Décomposition en harmonique sphérique

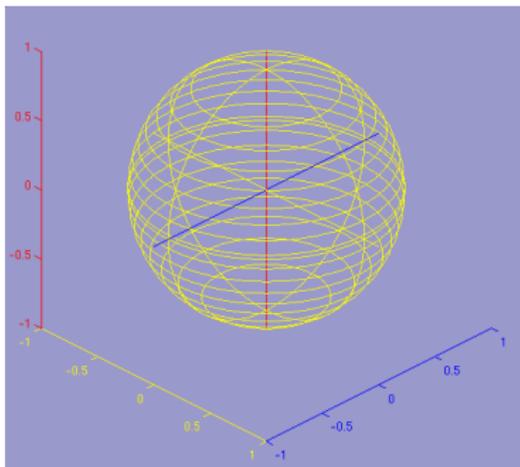
⇒ Système linéaire à résoudre : On obtient les β_k^i

⇒ On génère les valeurs ponctuelles de la partie anti-harmonique de u :
 u_a sur le cortex

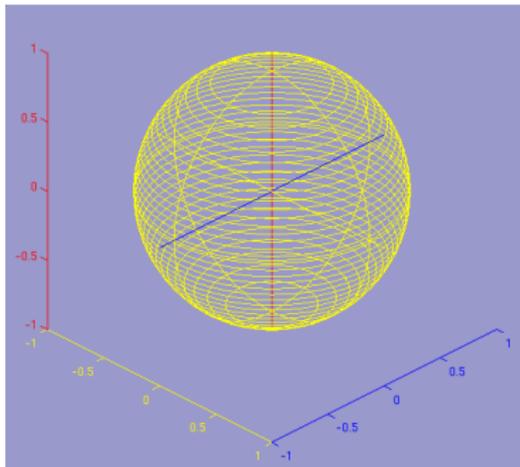
A PARTIR DE LA, ON CHERCHE LES POLES DE u_a

Passage du 3D en 2D

⇒ Découpe, selon un axe, de la sphère 3D par un ensemble de plans de section



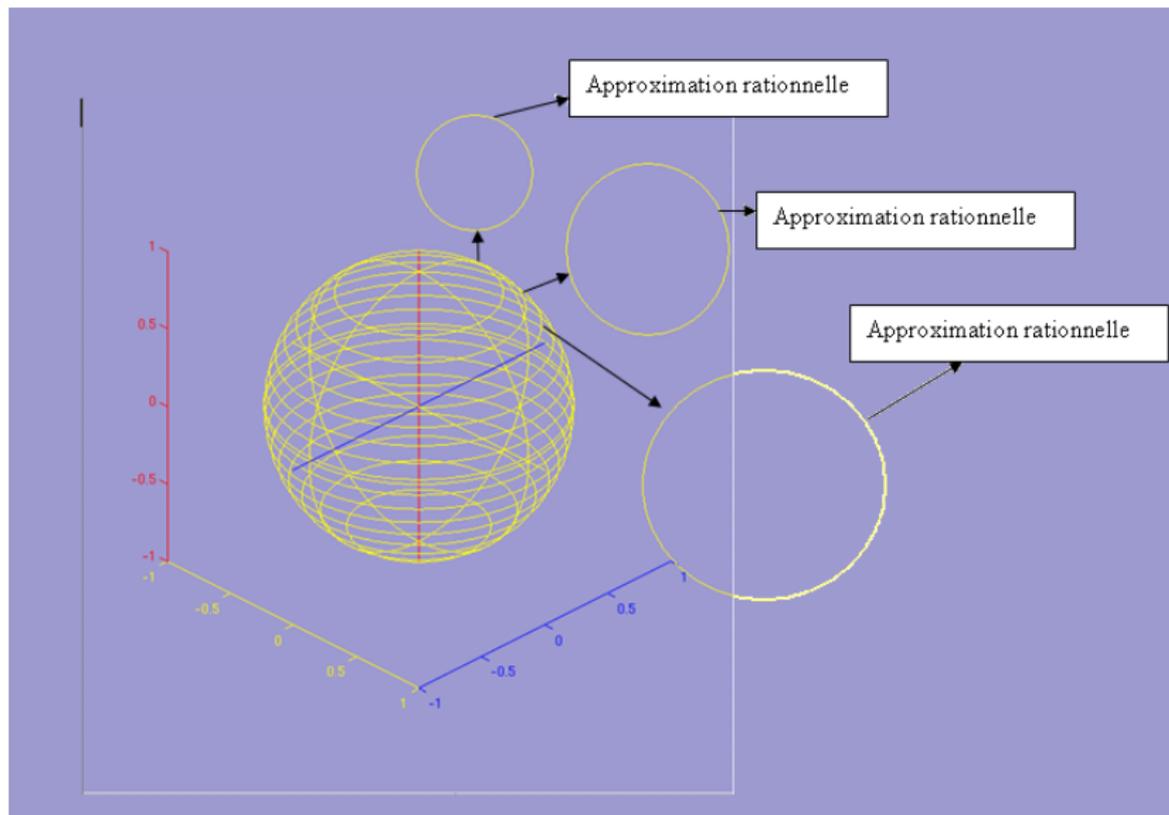
échantillonnage à 0.1



échantillonnage à 0.05

p disques en fonction de l'échantillonnage

Approximation rationnelle sur chaque disque



Approximation rationnelle sur chaque disque

Pour chaque disque: On génère les valeurs ponctuelles de u_a à partir des β_k

⇒ PASSAGE EN COMPLEXE

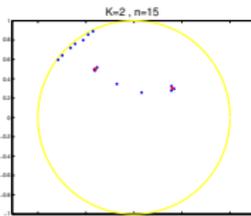
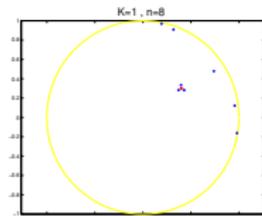
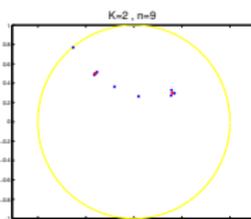
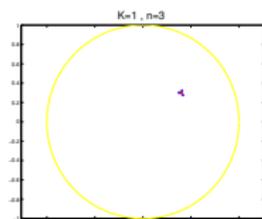
$u_a \Rightarrow f_p$

ARL2 approche au mieux f_p par une fonction rationnelle.

⇒ On récupère les pôles de l'approximant qui convergent vers les pôles de f_p

Approximation rationnelle sur chaque disque

Niveau: Calcul des pôles sur une famille de cercles $2D$

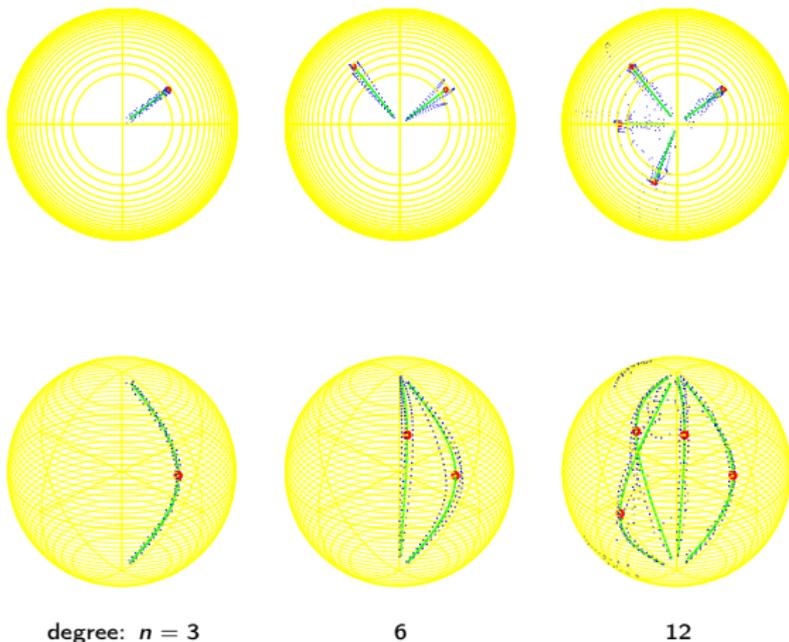


1 source (ARL2)

2 sources (from explicit 3D data)

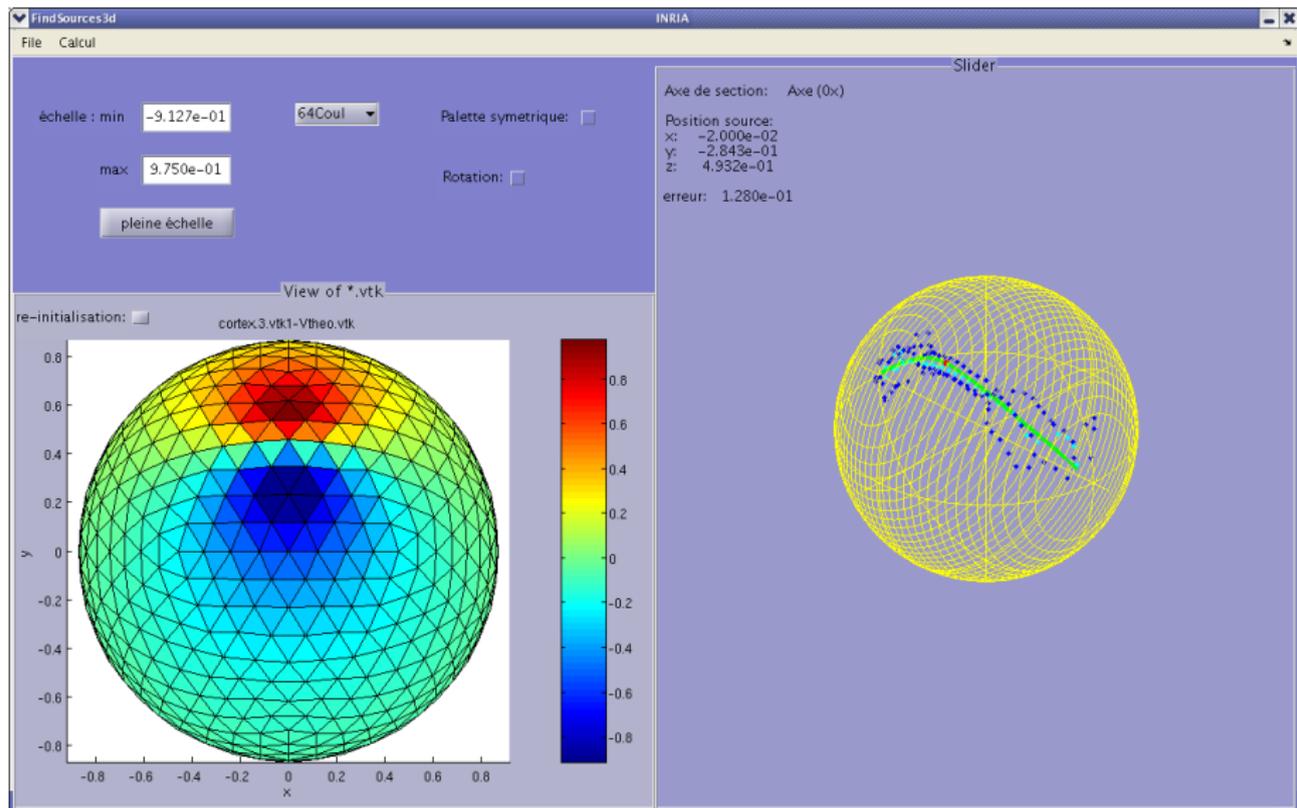
2D en 3D

Niveau: Sphère 3D



Relations permettant de retrouver les vraies positions de sources

Logiciel FindSources3D



Conclusion et perspectives

- Développement d'un logiciel
- Domaines ellipsoïdaux (géométrie plus proche du cerveau)
- MEG
- Problème de géodésie