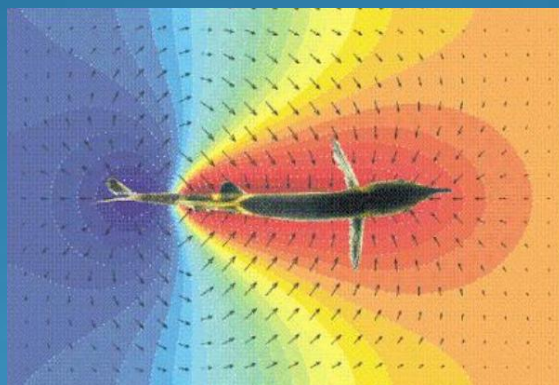


Estimation des propriétés géométriques d'un objet ellipsoïdal à travers le sens électrique



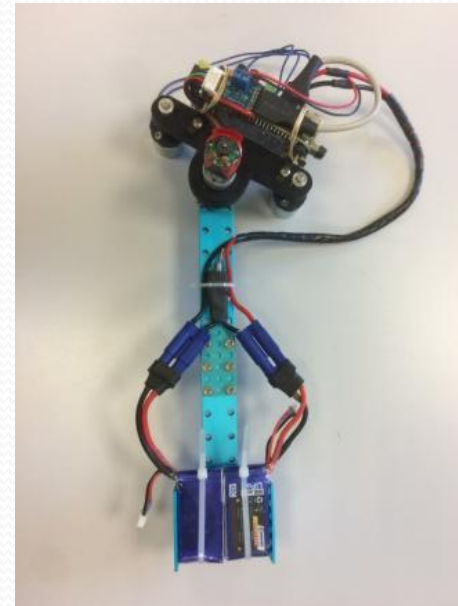
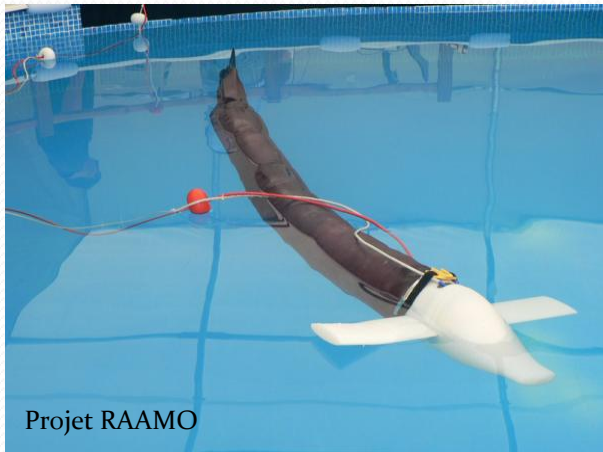
Sylvain LANNEAU



Journée des Jeunes Chercheurs en Robotique
20 octobre 2015

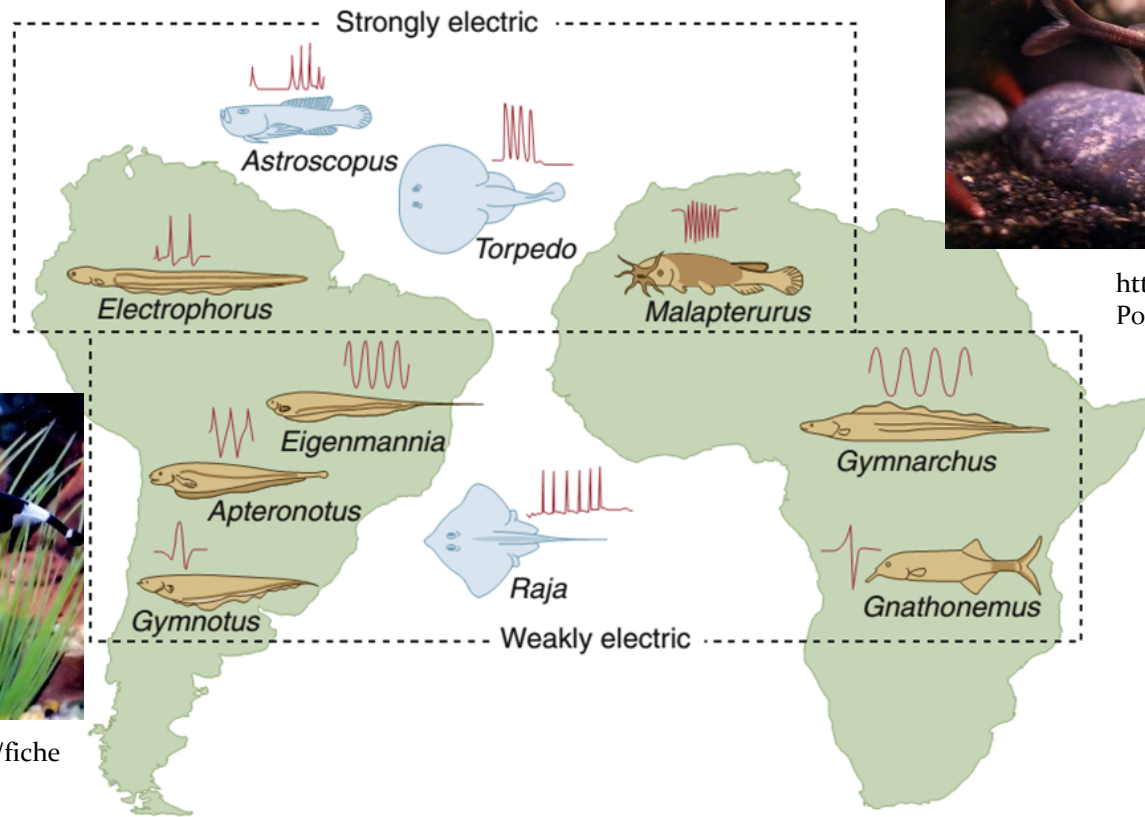
La robotique bio-inspirée

- Offrir plus d'autonomie aux robots
- Des solutions existent dans la nature
 - Locomotion



- Perception

Le sens électrique chez le poisson



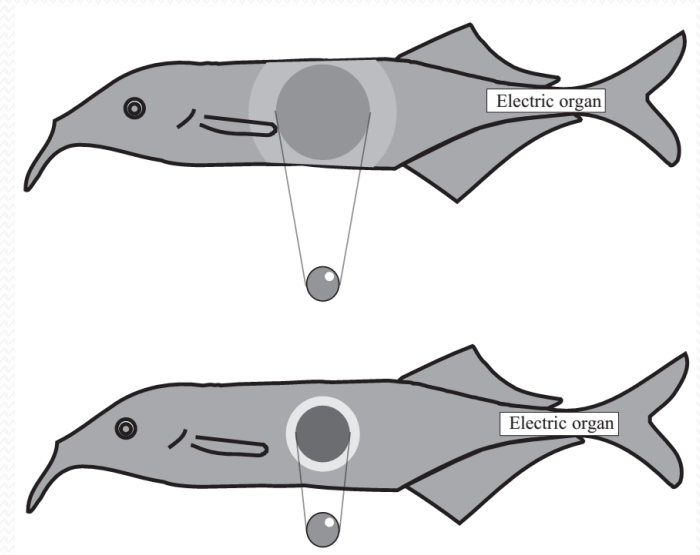
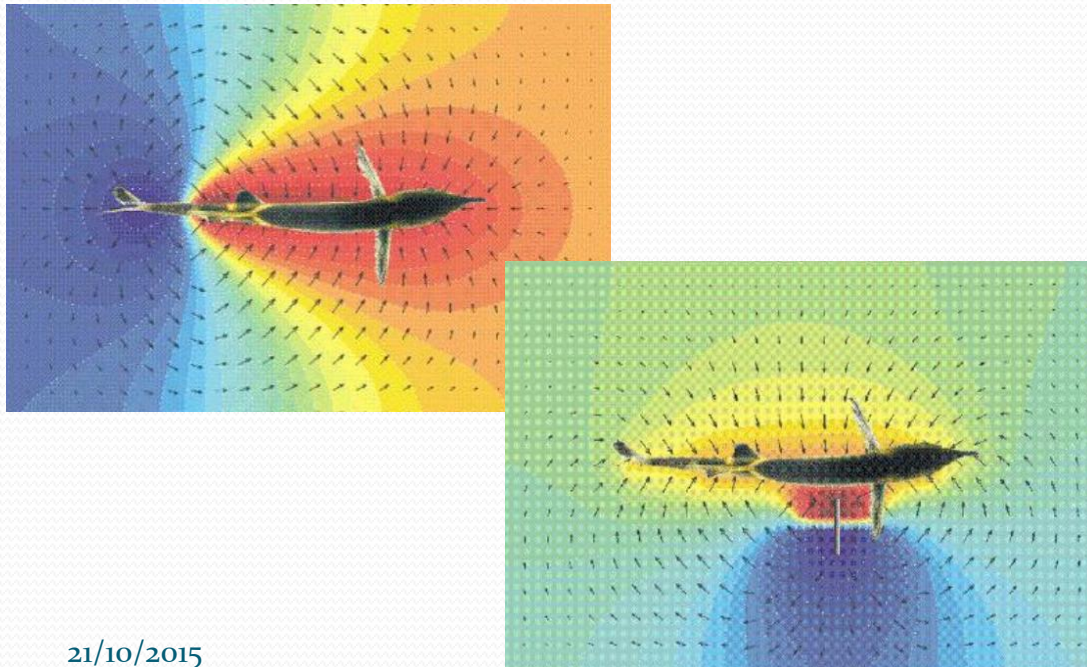
<http://fr.wikipedia.org/wiki/Poisson-éléphant>



<http://www.aquaportail.com/fiche-poisson-2663-apteronotus-albifrons.html>

Le sens électrique chez le poisson

- Le poisson produit un champ électrique de faible intensité
- Ce champ polarise les objets alentours
- Des électro-récepteurs sur la peau mesurent le champ de retour
- Le poisson déduit de cette image électrique la distance, la forme, les caractéristiques de l'objet (résolution du problème inverse)



G. VonDerEmde "Active electrolocation of objects in weakly electric fish", The Journal of Experimental Biology, 1999

Le sens électrique pour la robotique

- Enjeux

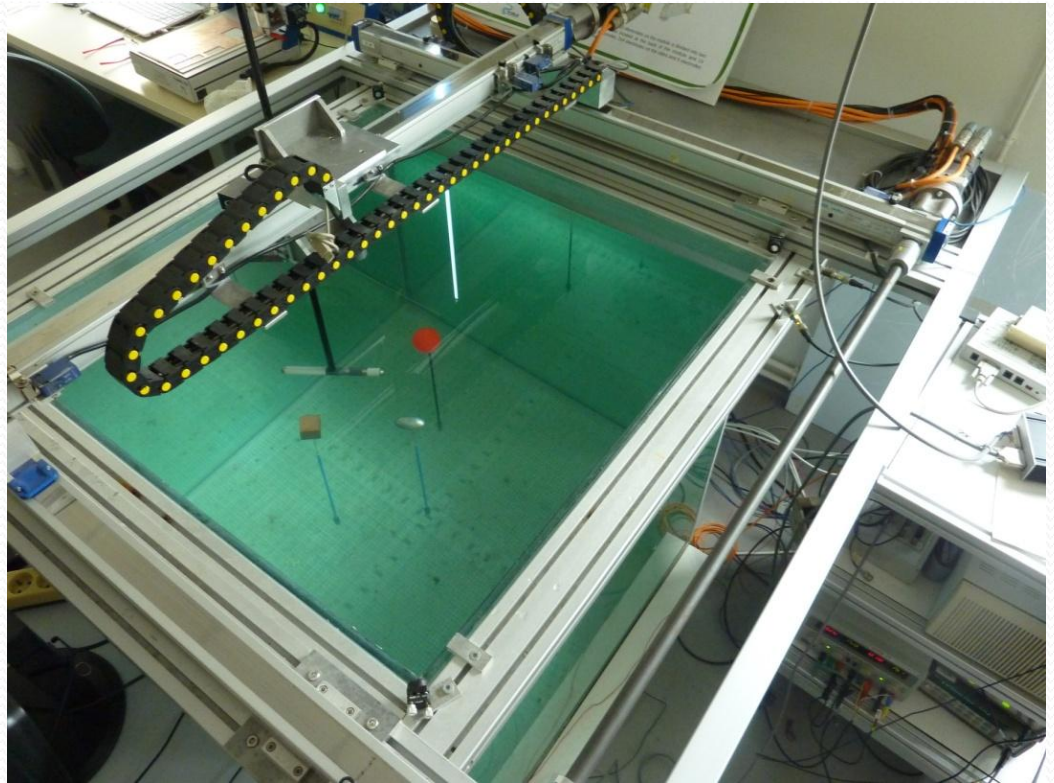
- Navigation de robots sous-marins :
 - En milieux contraints (canalisations, milieux confinés)
 - Dans des eaux sales, opaques

⇒ Conditions dans lesquelles la vision ou le sonar deviennent inopérants

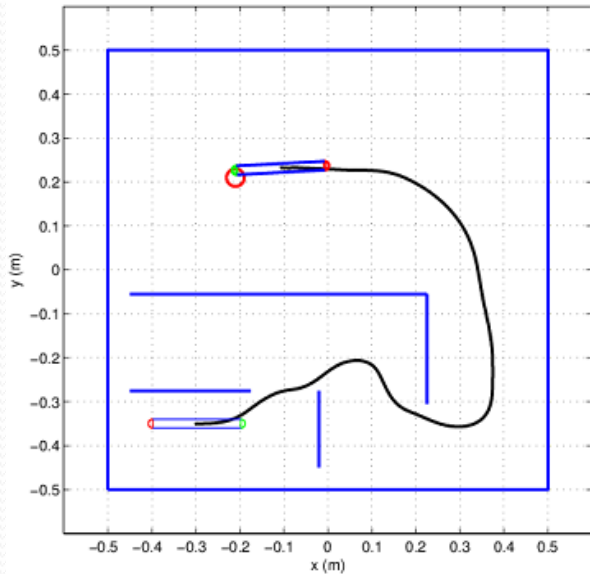
- Applications :

- Endoscopie industrielle
- Cartographie sous-marine
- Mesure des caractéristiques d'un milieu
- ...

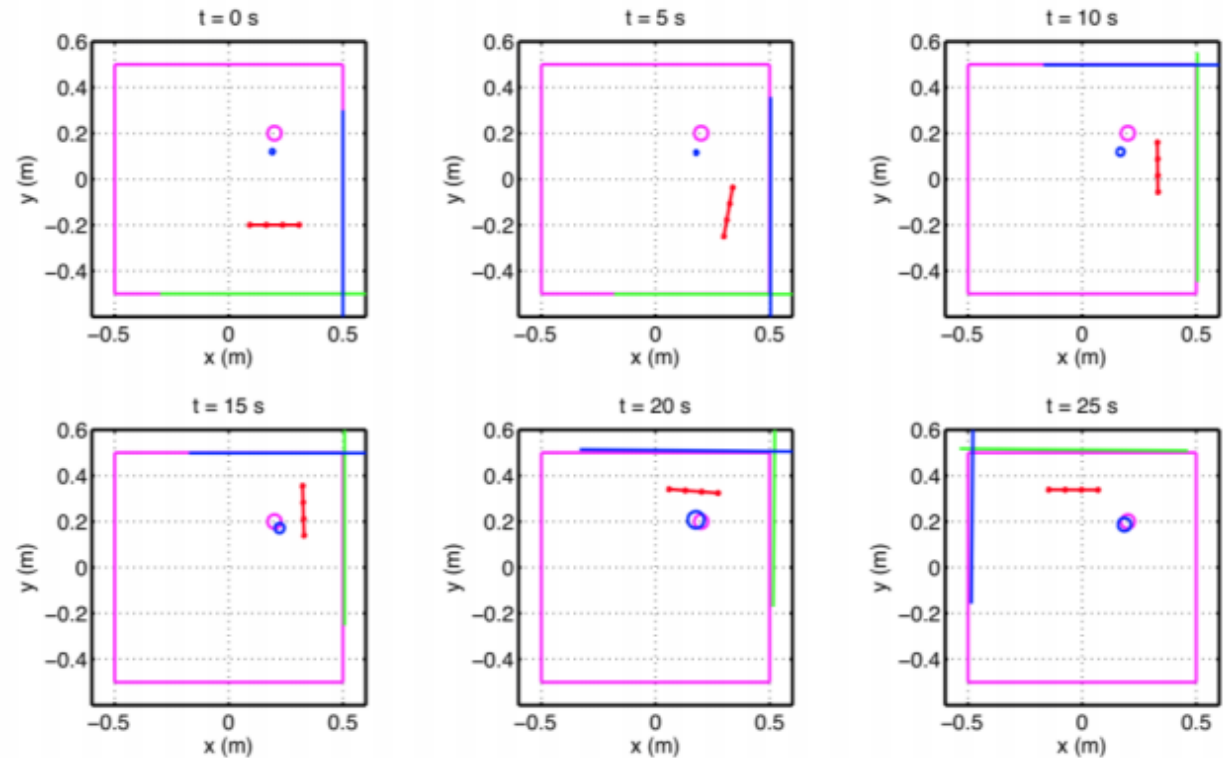
Le sens électrique pour la robotique



Le sens électrique pour la robotique



F. Boyer et al., “Underwater reflex navigation in confined environment based on electric sense”, IEEE Transactions on Robotics, 2013



V. Lebastard et al., “Environment reconstruction and navigation with electric sense based on kalman filter”, International Journal of Robotics Research, 2013.

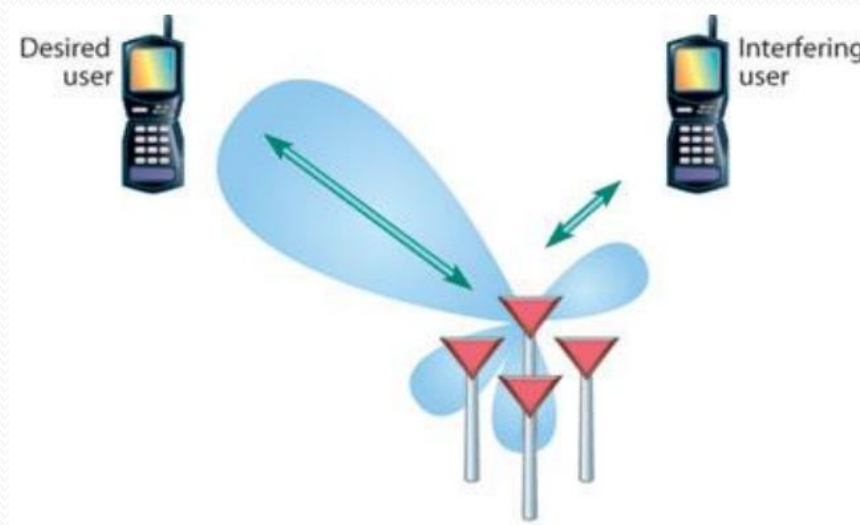
Nouvelle approche : Séparation localisation/forme

- Localisation
 - Algorithme MUSIC
 - Bio-inspirée
- Reconnaissance de forme
 - Algorithme d'identification de paramètres

Localisation : l'algorithme MUSIC

- MUltiple Signal Classification
- Années 80 : recherche de caractéristiques de signaux grâce à un réseau de récepteurs

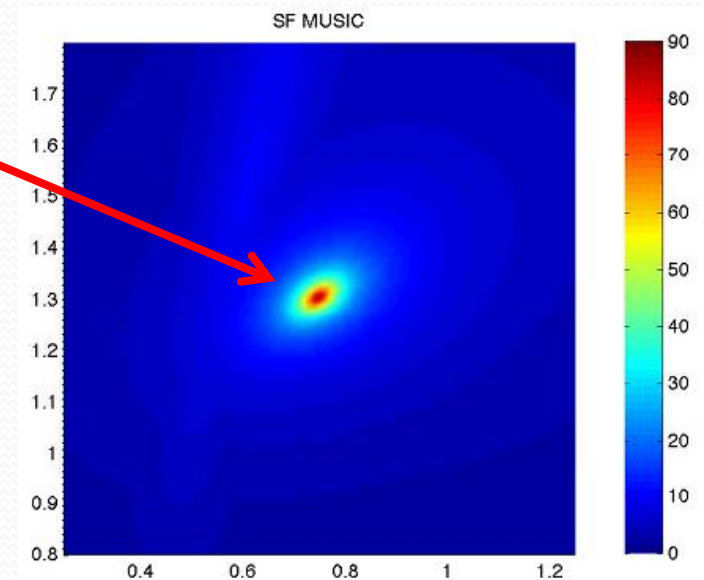
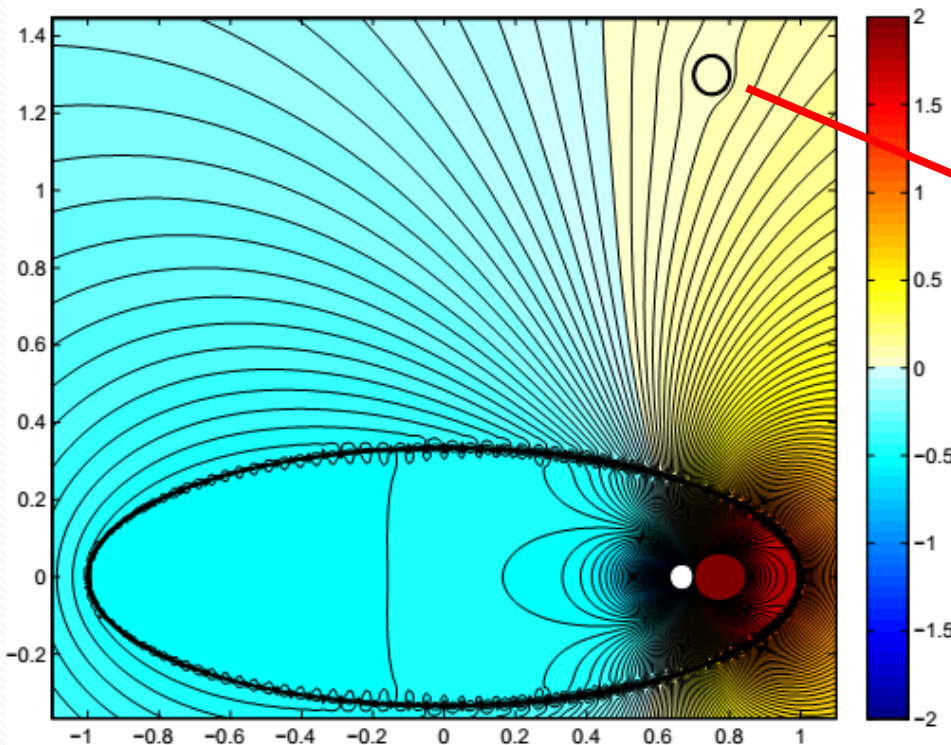
R. Schmidt, « Multiple Emitter Location and Signal Parameter Estimation », IEEE Transactions on antennas and propagation, 1986



T.N.Rao, « Implementation of MUSIC Algorithm for a Smart Antenna System for Mobile Communications », International Journal of Scientific & Engineering Research, 2011

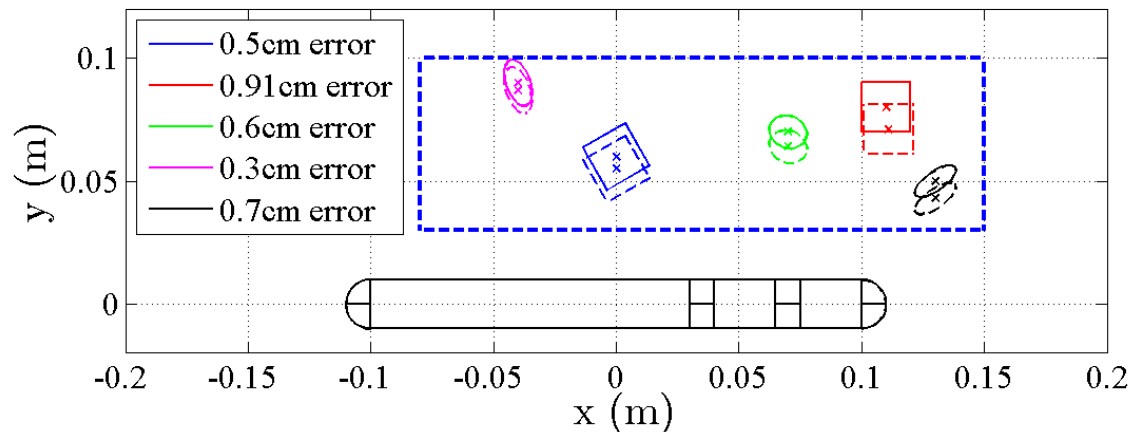
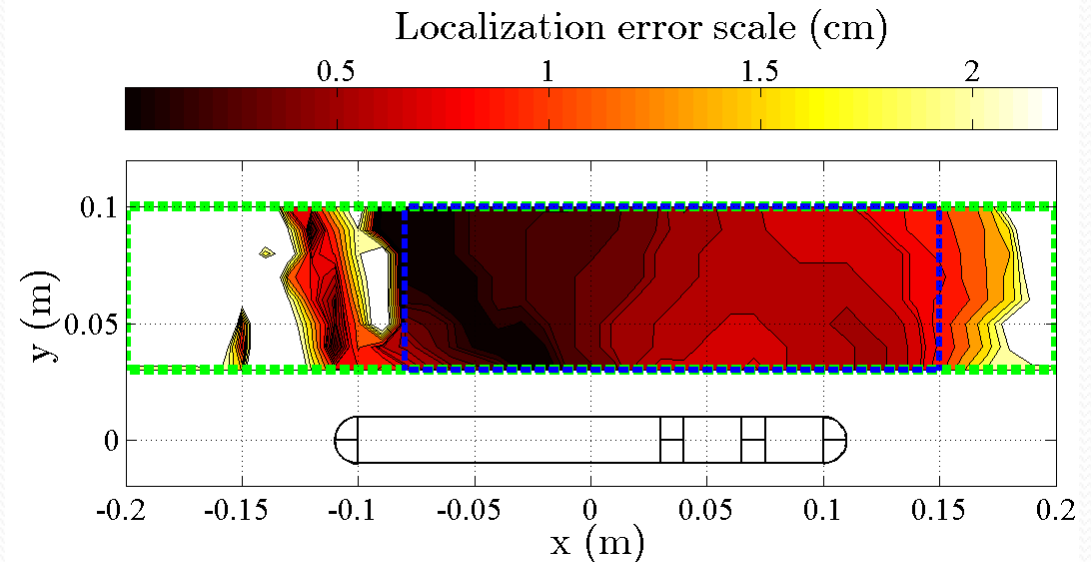
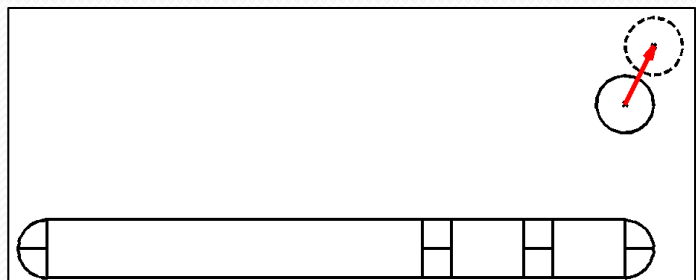
MUSIC appliqué au sens électrique

- MUSIC déjà mis en œuvre lors de la modélisation du sens électrique chez le poisson

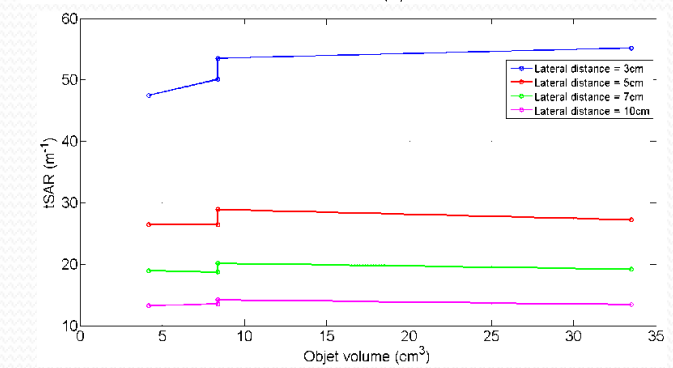
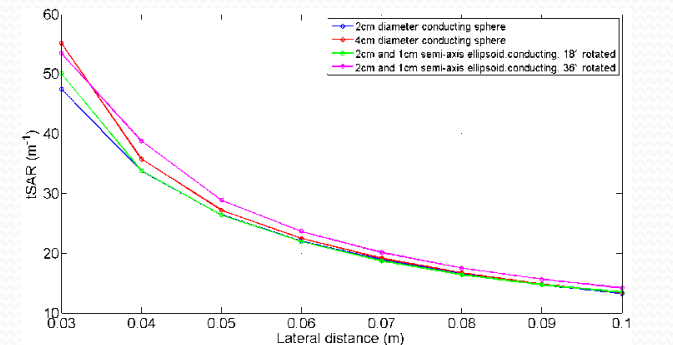
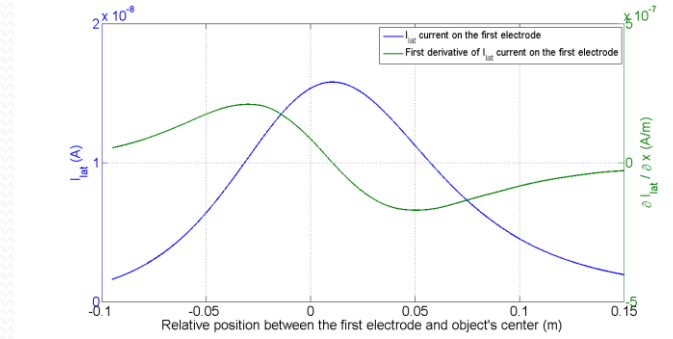
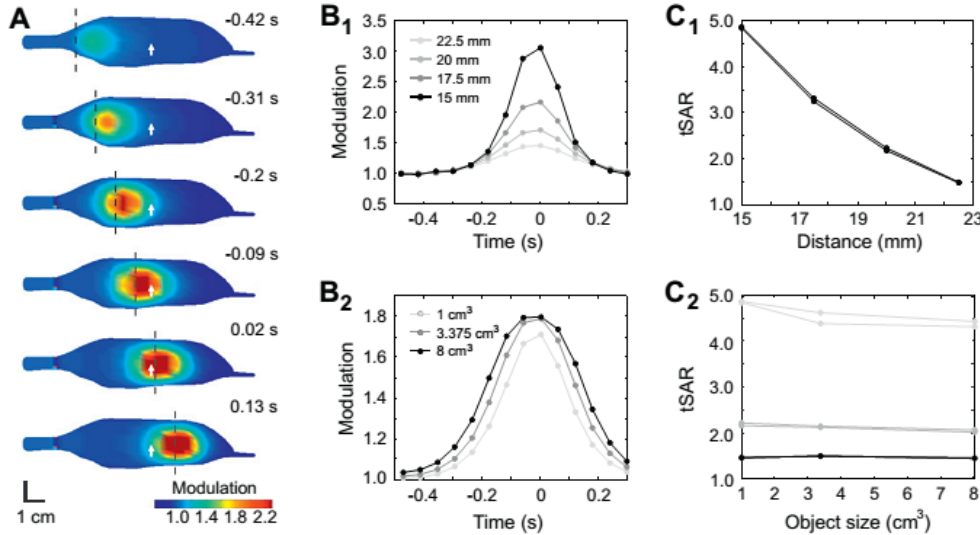


T. Boulier, « Modélisation de l'électro-localisation active chez les poissons faiblement électriques », Ecole Polytechnique, 2013

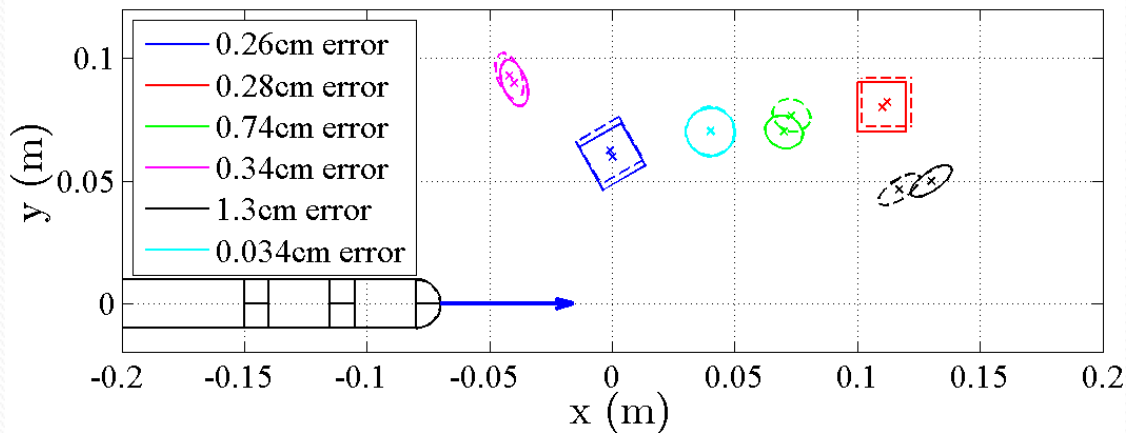
MUSIC appliqué au sens électrique



Localisation : bio-inspirée



V. Hofmann et al. / Journal of Physiology - Paris (2013)

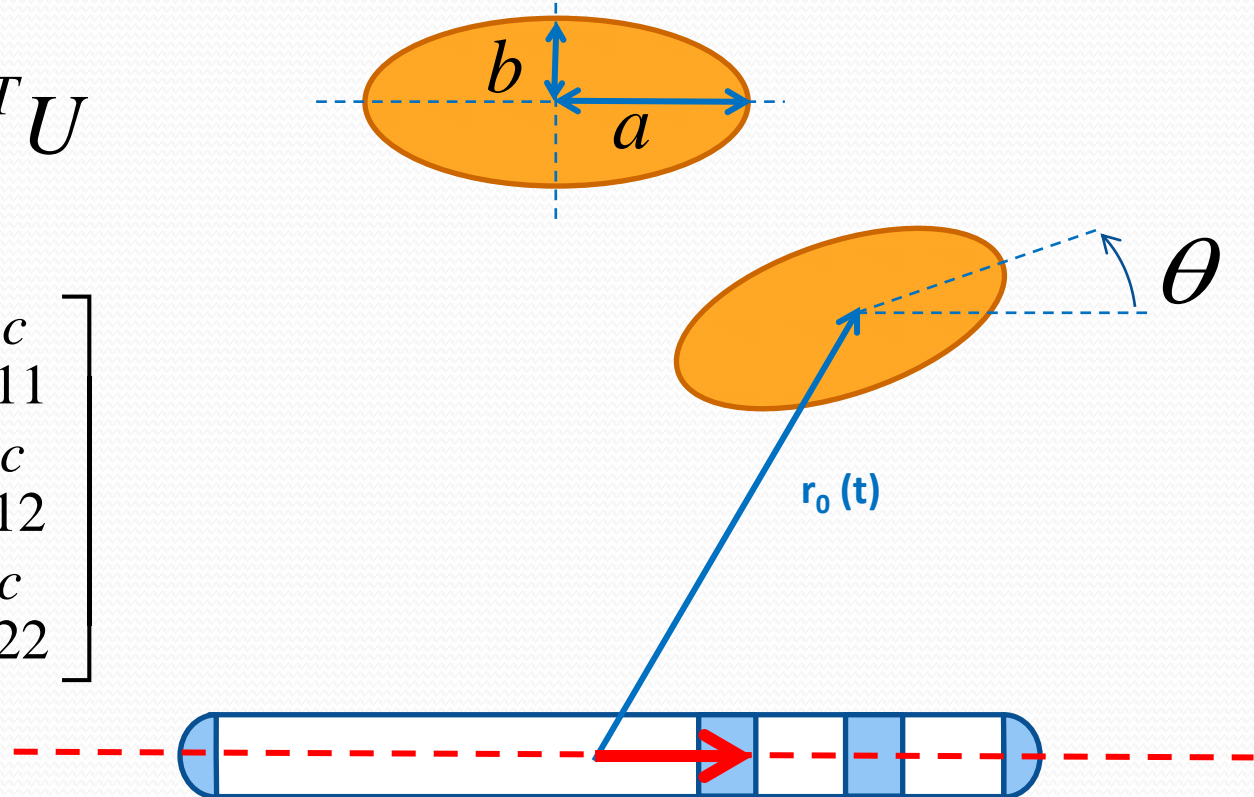


Reconnaissance de forme

- Vecteur courants = CL des coefs du tenseur de polarisabilité

$$I = G \cdot \underbrace{R \cdot P \cdot R^T}_{P^c} \cdot G^T U$$

$$I = A(x_0, y_0) \cdot \begin{bmatrix} p_{11}^c \\ p_{12}^c \\ p_{22}^c \end{bmatrix}$$



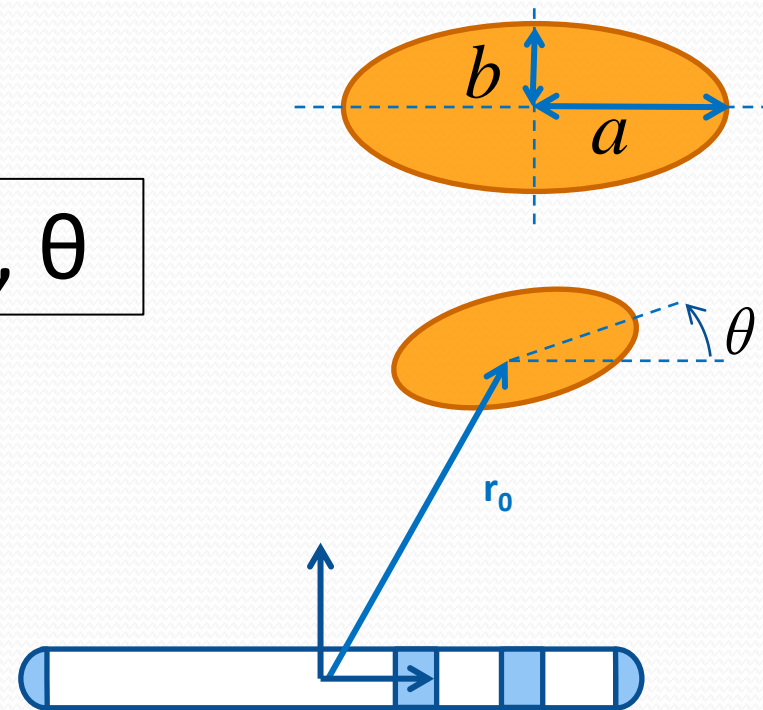
Reconnaissance de forme

- Résolution d'un système de 3 équations à 3 inconnues

$$\begin{cases} \hat{p}_{11}^c = p_{11}^c(a, b, \theta) \\ \hat{p}_{12}^c = p_{12}^c(a, b, \theta) \\ \hat{p}_{22}^c = p_{22}^c(a, b, \theta) \end{cases}$$

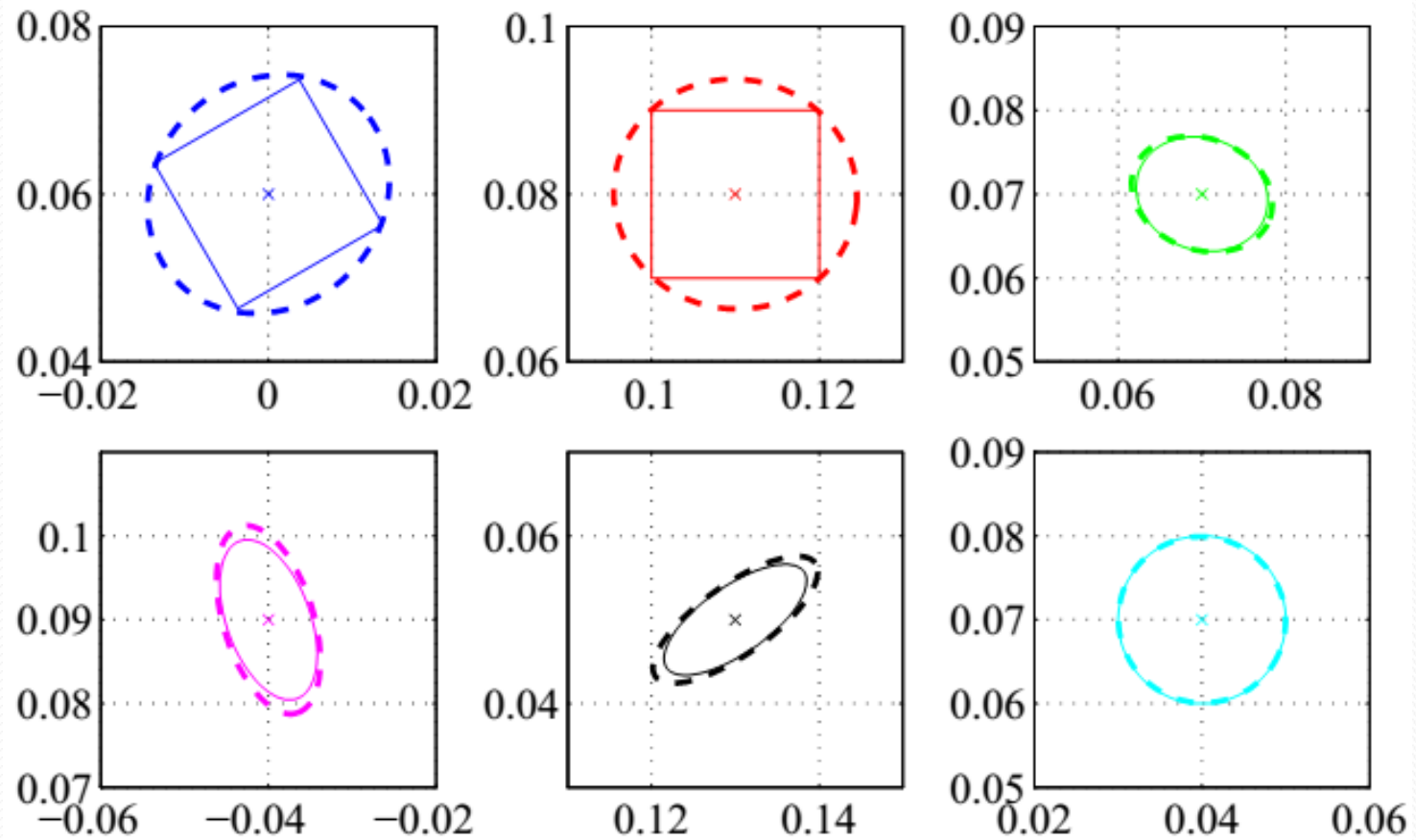
$$\rightarrow \boxed{a, b, \theta}$$

$$P = \begin{bmatrix} f(a, b) & 0 & 0 \\ 0 & g(a, b) & 0 \\ 0 & 0 & g(a, b) \end{bmatrix}$$

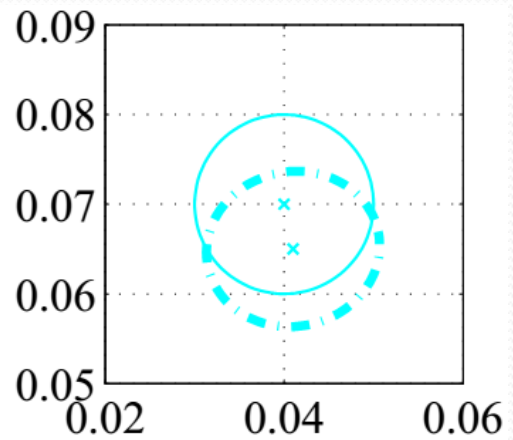
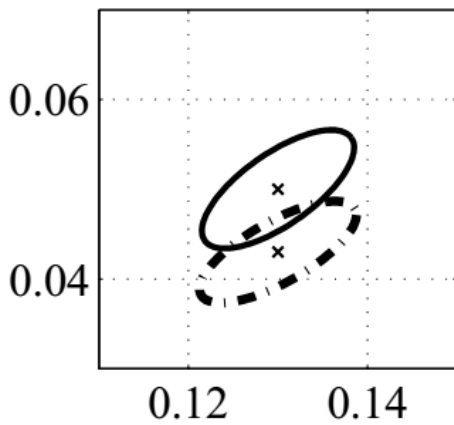
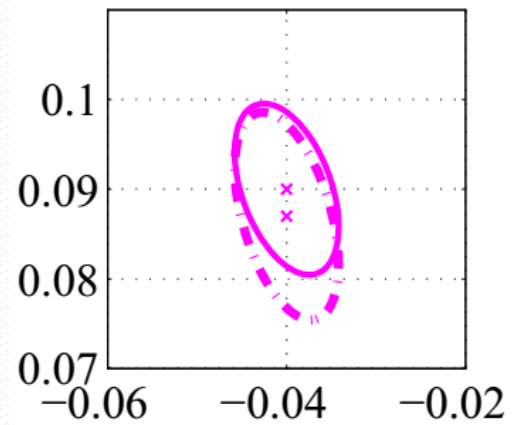
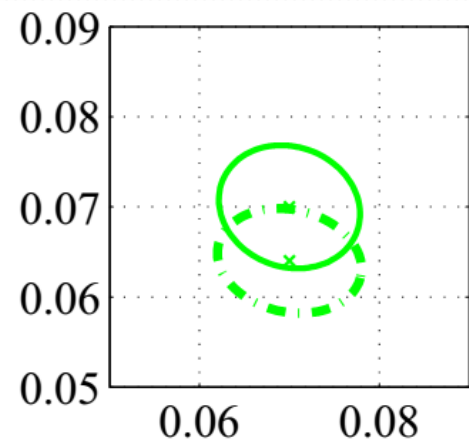
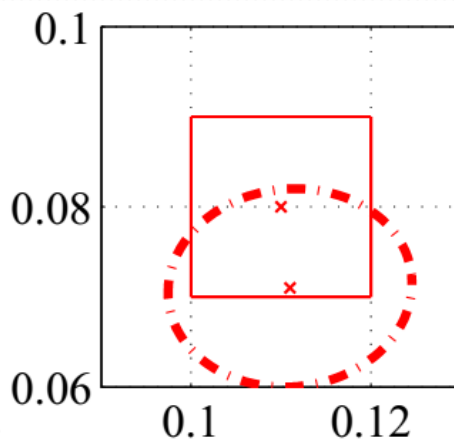
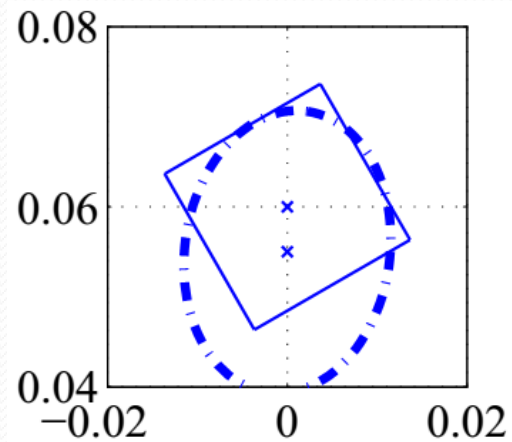


H. Ammari and H. Kang, Polarization and moment tensors, with applications to inverse problems and effective medium theory. SpringerVerlag New York, 2007

Reconnaissance de forme



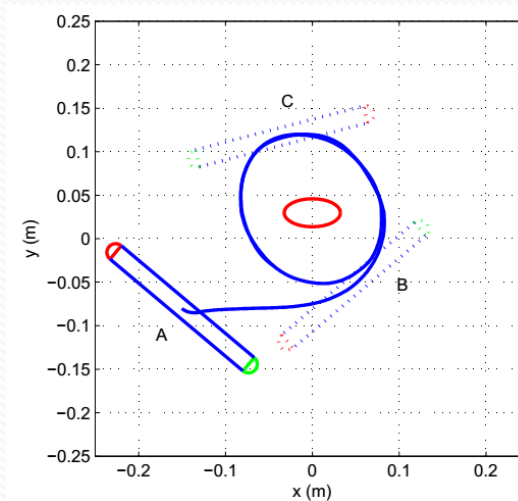
Reconnaissance de forme



Travaux actuels / futurs

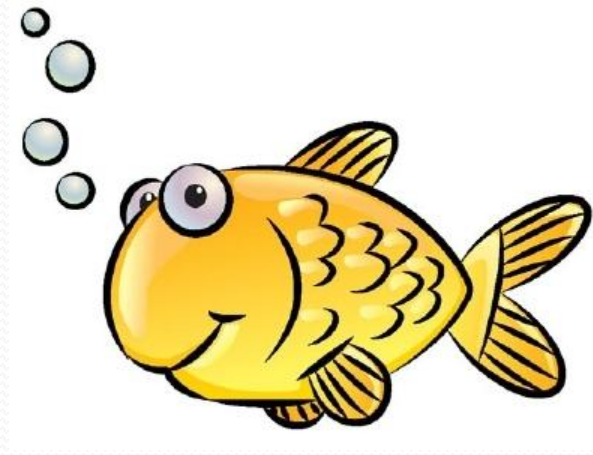
- Tester les algos avec des données expérimentales

- Alignement



- Version itérative pour une implémentation en ligne

Any question?



Contacts :

sylvain.lanneau@mines-nantes.fr

frederic.boyer@mines-nantes.fr

vincent.lebastard@mines-nantes.fr