Innovation Bio-inspirée
Mardi 16 Avril 2019 – EDF Lab Paris Saclay

Jessiko, un robot poisson qui nage comme un poisson vivant

Christophe Tiraby – CEO, Robotswim

Introduction

- Création de Robotswim en Mars 2009 après plusieurs années de développement de Jessiko (1er proto en 2005)
- Première version de série du robot déployée sur le Pavillon de la France à l'Exposition Internationale Yeosu 2012
- 2 marchés principaux pour Jessiko:
  - → Evénementiel (Galas, Salons professionnels, pub...)
  - → Décoration de prestige (Hôtels de luxe, centres commerciaux, musées, salles d'attentes, clubs...)
- Robotswim effectuent aussi des prestation en ingénierie (systèmes de capteurs, systèmes embarqués, packaging...)

MAIRIE DE PARIS
DESIGN
GRANDS PRIX
DE L'INNOVATION 2009

Objectifs de Jessiko

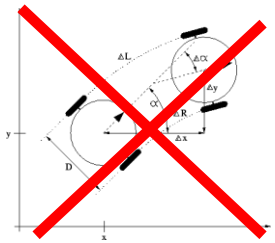
- Transmettre des émotions aux spectateurs
  - Biomimétisme
  - Mouvement réalistes et imprévisibles
  - Manœuvrabilité
  - Interaction

- Exploitation simple
  - Autonomie importante
  - Pas de situation bloquante
  - Fiabilité
  - Gestion de flotte

Jessiko en Vidéo

Choix du système de communication / localisation

- Contraintes spécifiques en robotique aquatique autonome
  - Localisation 3D
    - Pas de contact permanent avec une référence fixe (pas d'odométrie)
    - Sensibilité aux courants (accélérations difficiles à mesurer)



  - Communication
    - Les système RF standards ne fonctionnent pas dans l'eau (WiFi, Bluetooth, GSM...)

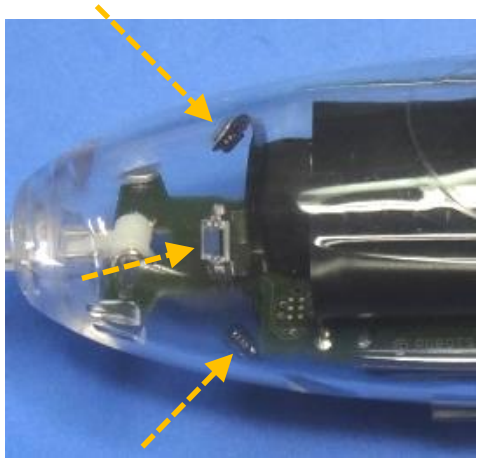
- Inconvénients des architectures classiques
  - Ultrasons
    - → Consommation importante
    - → Non directif
  - Capteur de pression
    - → Intégration

→ Tête chercheuse optique permettant la programmation par objectif et la communication

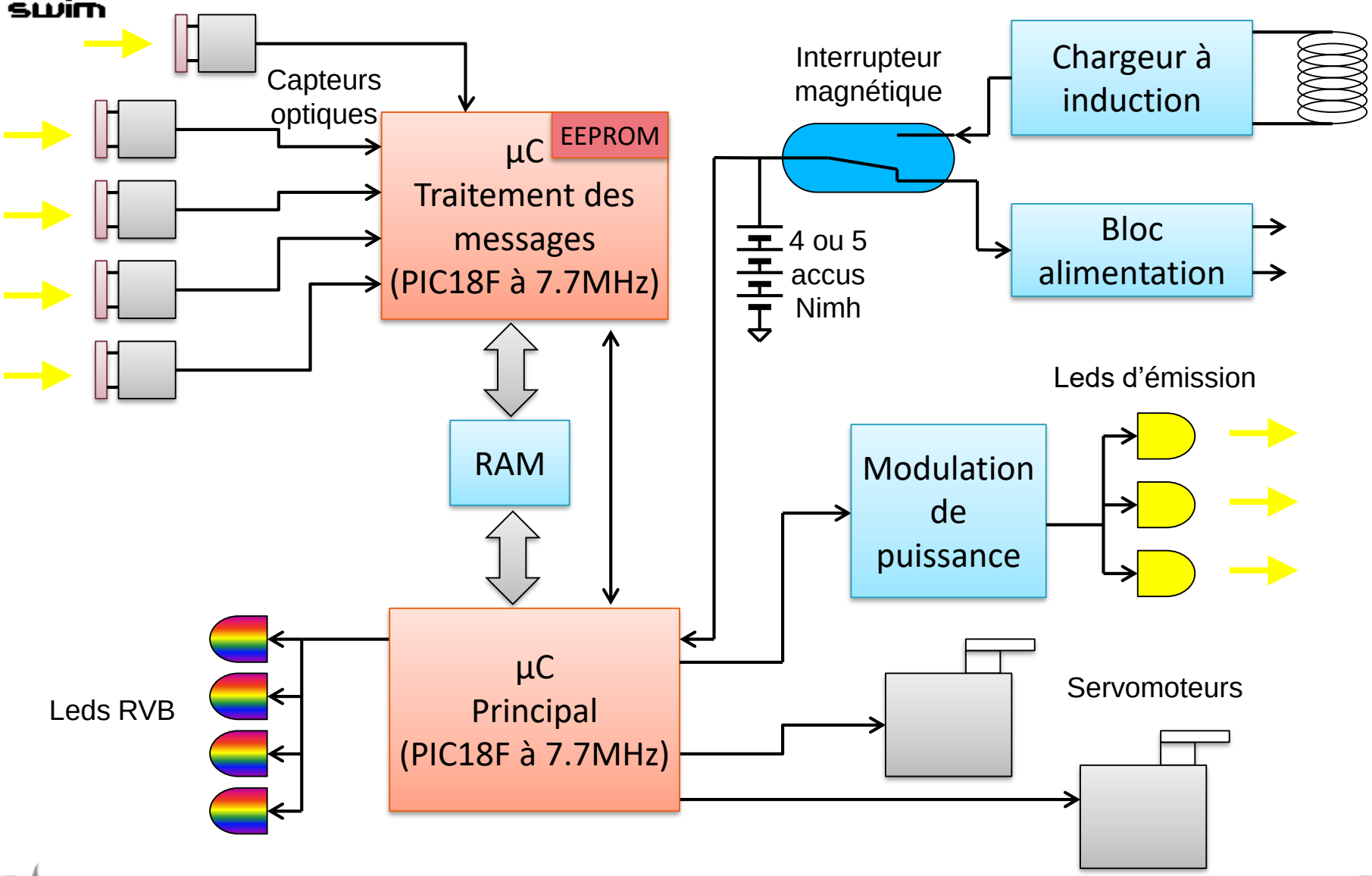
Système de localisation/communication breveté

- Hypothèses de départ
  - → Emission de flash lumineux par led
  - → Réception avec des composants numériques type IRDA
  - → Identification des capteurs qui reçoivent la plus grande puissance
  - → Transmission de messages en simultané

- Problèmes à résoudre
  - → Eblouissement de tous les capteurs lorsque l'émetteur est proche (tous les capteurs reçoivent le signal → localisation impossible)
  - → L'infrarouge est très atténué par l'eau
    - 950nm (TV) → -50% en 3cm
    - 880nm (IRDA) → -50% en 14cm
    - 830nm (Night vision) → -50% en 23cm
    - 635nm (Rouge) → -50% en 2,3m
    - 450nm (Bleu) → -50% en 34m
  - → Consommation et coût le plus bas possible

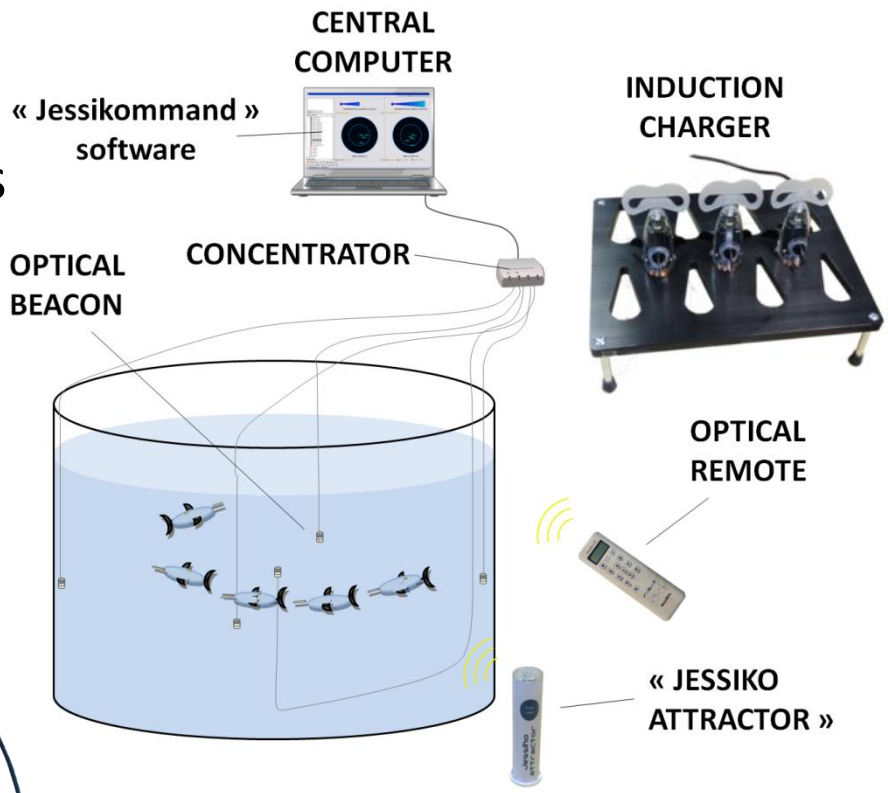


Architecture de Jessiko



Système de balise

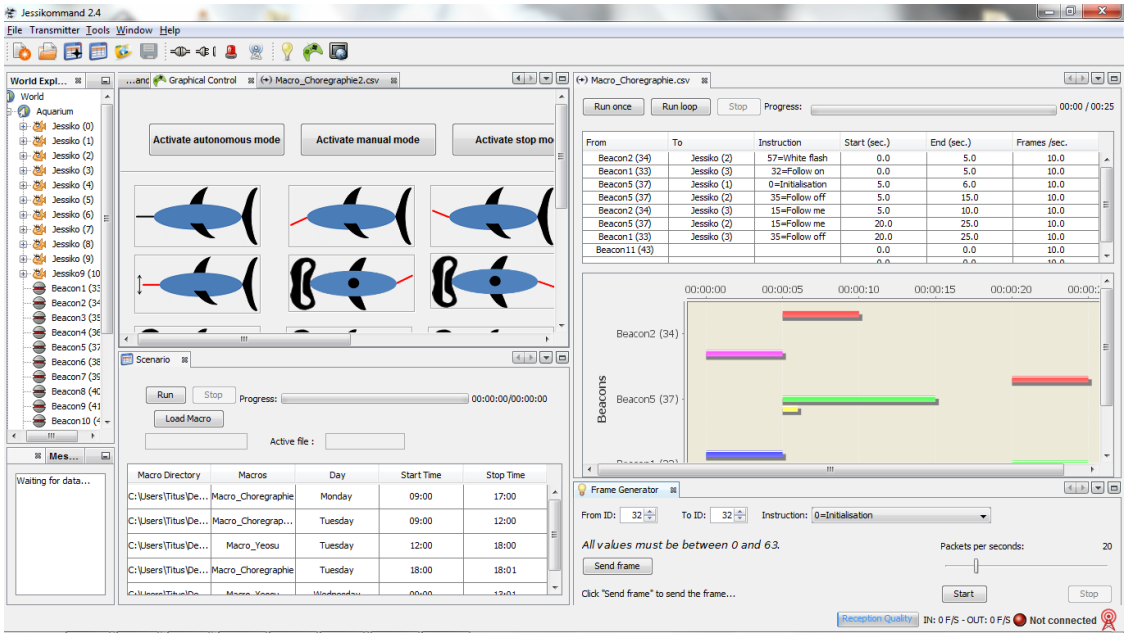
- L'installation préalable d'un système de balises est nécessaire
- Il est composé de:
  - Balises étanches (différents modèles disponibles)
  - Concentrateur
  - Ordinateur (PC) incluant le logiciel "Jessikommand"

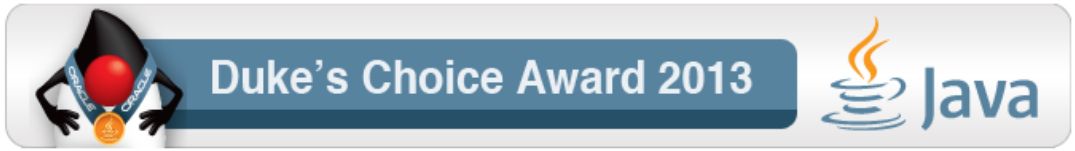


Connectivity example with 3 different beacon models

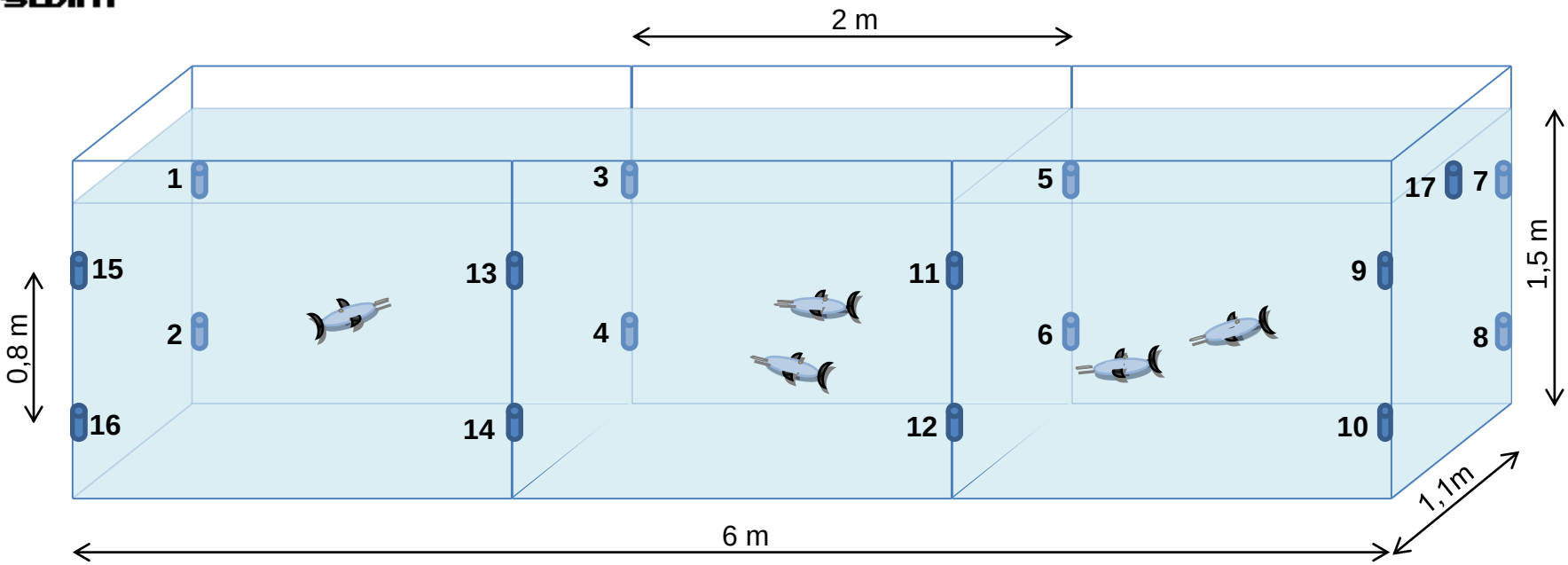
Fonctionnalités de Jessikommand

- Création d'un "World" correspondant à l'installation
- Génération de scenario
- Télécommande virtuelle
- Gestion de flotte (exploitation de plusieurs équipes de robots)
- Niveaux de batterie
- Réception des paramètres
- Contrôle en Webservice
- Débogage (Paramètres de localisation, scanner console,...)
- Calibration et changement des paramètres "usine" (uniquement si accès maintenance)





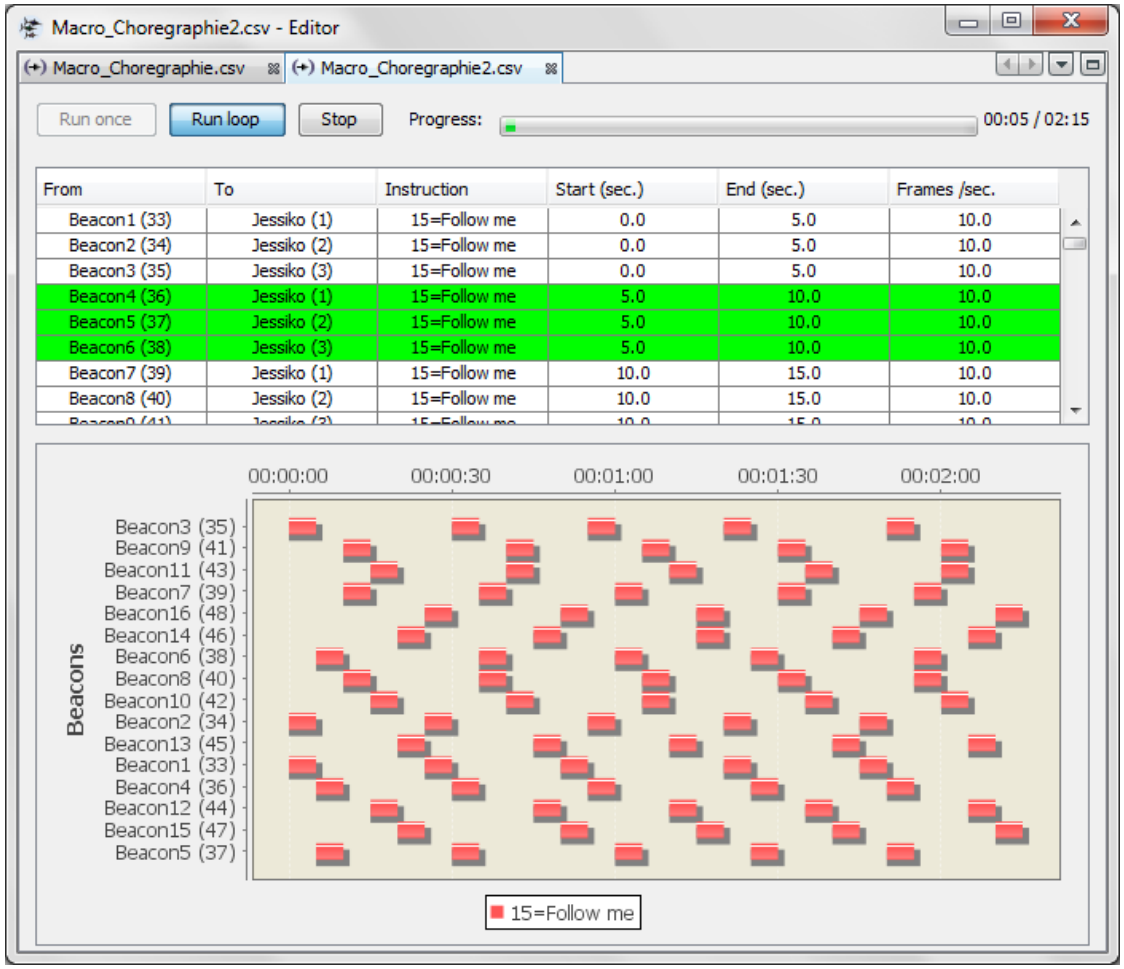
Nage autonome: Cas de Yeosu



- 16 balises de localisation
- 1 balise de retour base
- Portée d'une balise: environ 3m (sauf retour base: 7m)
- Distance entre balises adjacentes: 0,8 à 2m
- 25 à 60 robots
- 32 identifiants possibles (2 ou 3 doublons max)

Approche « chorégraphie »

- Cette méthode classique consiste à programmer la trajectoire de chaque robot en fonction de son identifiant

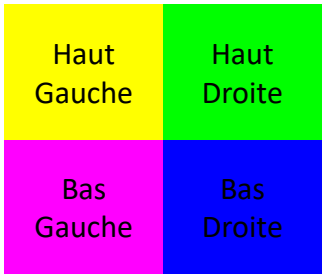


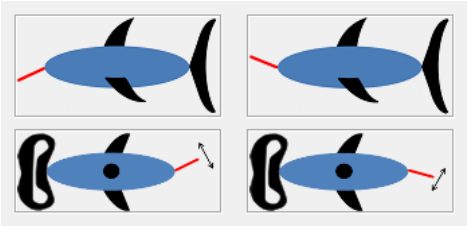
<u>Inconvénients:</u>

- Taille du scenario (import possible d'une table Excel dans Jessikommand)
- Répétitivité visible par le public si le scénario est trop simple
- Difficile de prendre en compte la différence de vitesse et de braquage des différents robots (proximité des parois ou non)

Approche Chaotique

- Fonctionnement de l'asservissement:
  - Un robot qui reçoit un message intègre sa direction aux 3 derniers messages dans les directions Haut/Bas et Droite/Gauche (filtrage temporel)
  - Le calcul aboutit à 4 directions possibles transformées en ordres servomoteurs et en couleurs
  - Les robots vont en priorité vers les signaux de plus forte puissance
  - Les robots sont moins sensibles aux signaux lumineux venant dans leur axe que s'ils sont décalés

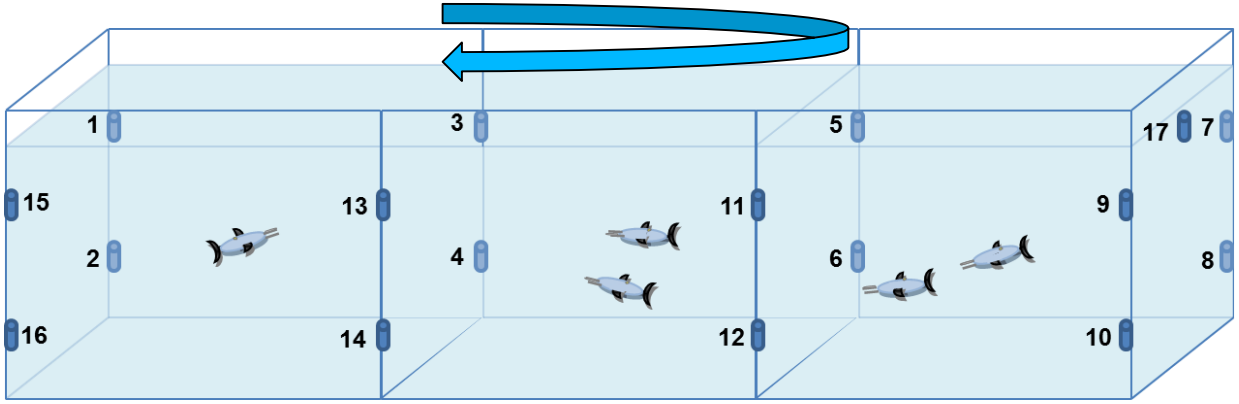




- Rappel des contraintes:
  - Concentration des robots dans le centre du volume sans différences de densité (Pas de capteur pour la profondeur et la distance aux parois)
  - Pas de cas de blocage ou de boucle
  - Compatibilité avec la variabilité des robots

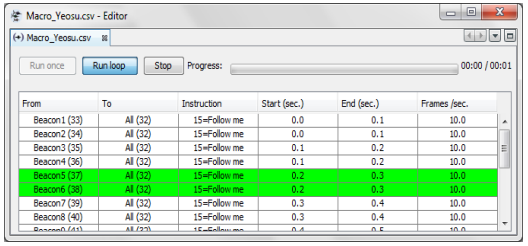
Trajectoire chaotique

- Pour obtenir une trajectoire chaotique il suffit de programmer une rotation verticale, les 2 balises sur le même montant étant activées simultanément

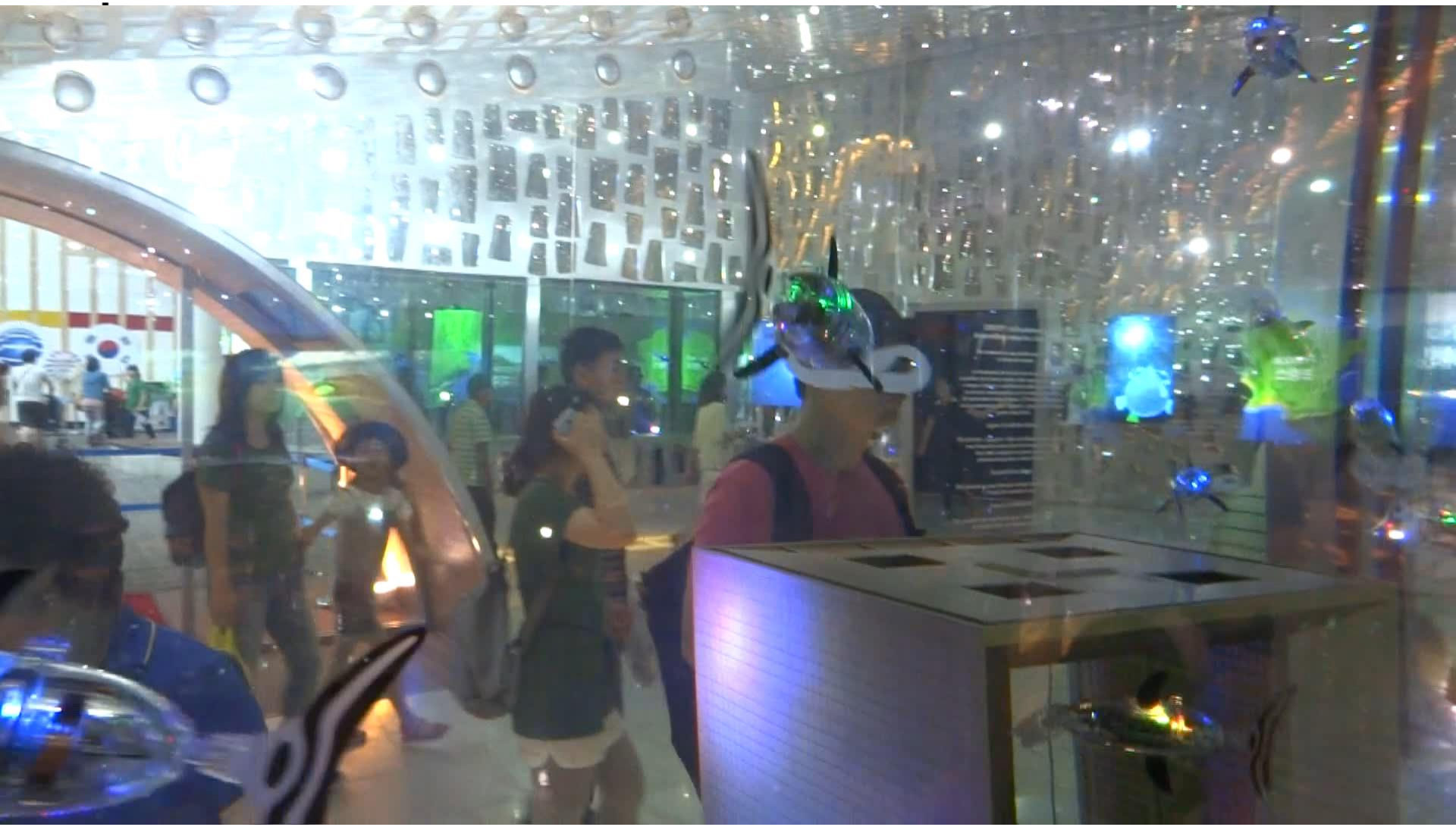


<u>Résultat:</u>

- Les robots sont toujours attirés vers le bas s'ils sont trop hauts et vers le haut s'ils sont trop bas
- Un robot parallèle à une paroi a tendance à s'en décoller (car puissance perçue latéralement supérieure à la puissance de face)
- La trajectoire future d'un robot dépend précisément de sa position et de l'instant donné



Scénario de 16 lignes
et de durée 800ms

→ Bien que tout les paramètres soient déterministes, <u>les trajectoires sont imprédictibles</u>

Des questions?