Design et construction d'un robot poisson

Daisy Lachat 20 juin 2005

Plan de la présentation

1. Objectifs du projet
2. Nage des poissons
3. Robots poissons existants
4. Configurations possibles
5. Description du robot
6. Expérimentations
   - Vitesse de nage
   - Virages
   - Autres mouvements
7. Conclusion

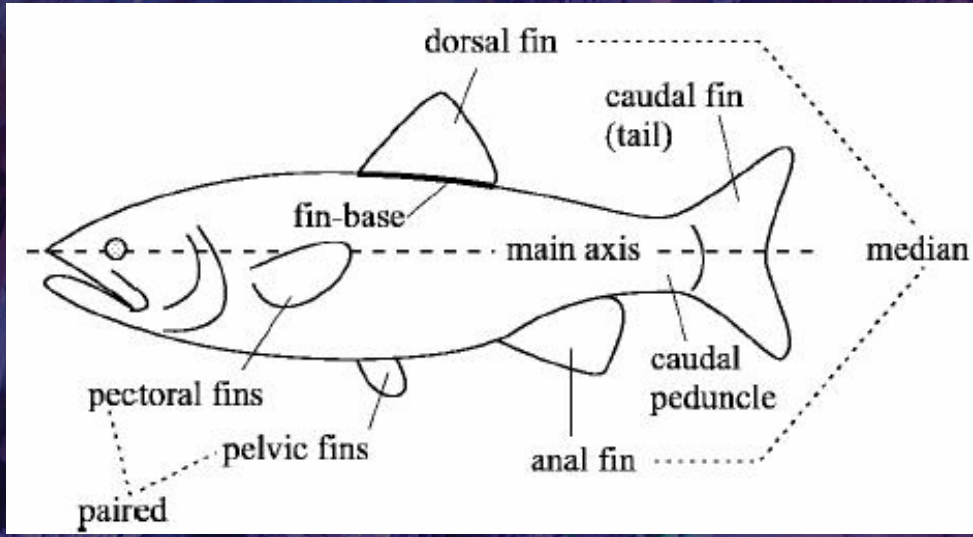
Objectifs du projet

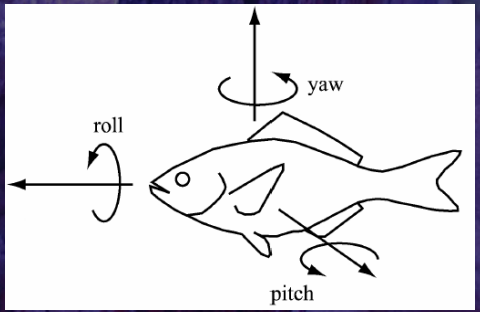
- Robot autonome capable d'évoluer dans l'eau
- Utilisation des modules amphibot II
- Étude des différentes configurations possibles
- Réalisation et caractérisation de nageoires
- Pseudo-suivi de trajectoires (sans capteurs)

Nage des poissons

morphologie

- Vessie natatoire
  - Flottabilité
- Nageoires ramifiées
  - beaucoup de ddl
- Différentes utilisation des nageoires
  - Propulsion
  - Gouvernail





Nage des poissons

classification

Anguilliform ->Lamproie (pas vraiment un poisson)

Subcarangiform ->Thon : 20 m/s

Carangiform ->Brochet : 1.6 m/s

Ostraciiform

Labriform

- Vitesse plus faible
- grande manoeuvrabilité
- en général dans les récifs
- corps rigide

Robots poissons existants

- National Marine Research Institut (Japon)
  - Nage de manœuvre et de performance, multiples projets
- University of Essex (UK)
  - Multiples projets
- MIT (USA)
  - Robots thunniform -> haute performance en vitesse
- McGill and York University
  - Robot marcheur/nageur
- Beijing University (Chine)
  - Submersible semi-autonome -> archéologie sous-marine
- Mitsubishi Heavy Industry
  - Poisson fossile (2001)

-> la plupart radio commandés

-> études des matériaux

Charlie I

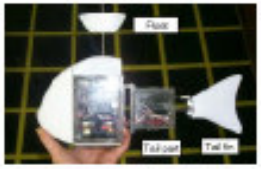
RoboTunaII

RoboPike

B1

SPC-II

PF-200

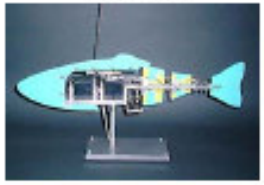

PF-300

PF-550

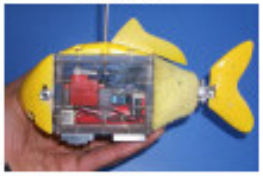
PF-600

PF-700

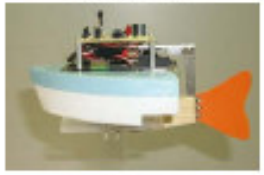
UPF-2001


PPF-01

PPF-03


PPF-04

PPF-05


PPF-07i

MT1

G1

G2

G3

G4

G5

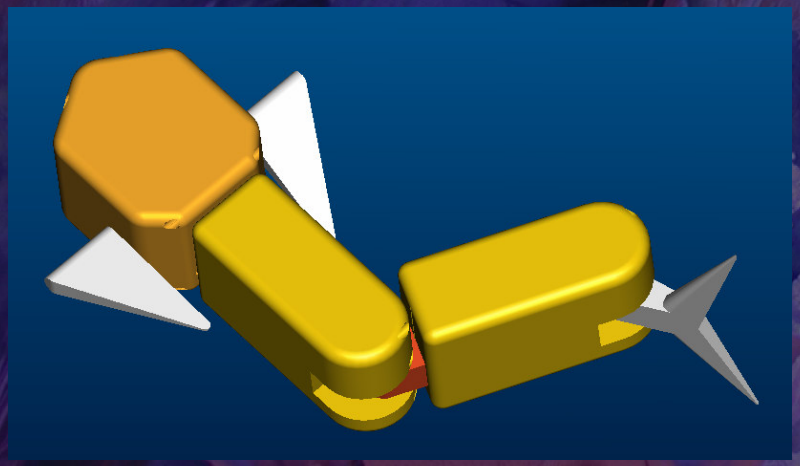
Coelacanth

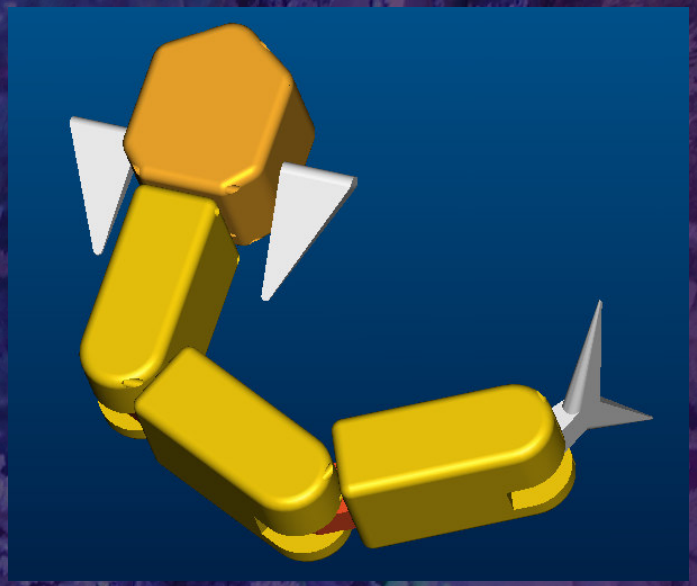
dongle

Configurations possibles

Type carangiform :

- pectorales => gouvernail
- caudal+pédoncule => propulsion





Mais:

recherche de la performance (haute vitesse) -> besoin de bonnes propriétés hydrodynamiques

Configuration possibles

Type ostraciiform ou labriform :

Caudale => gouvernail

Pectorales => propulsion

Mais: nécessite beaucoup de ddl sur les pectorales pour une grande manoeuvrabilité

Boxfish

copyright 2003 Jeffrey Jeffords

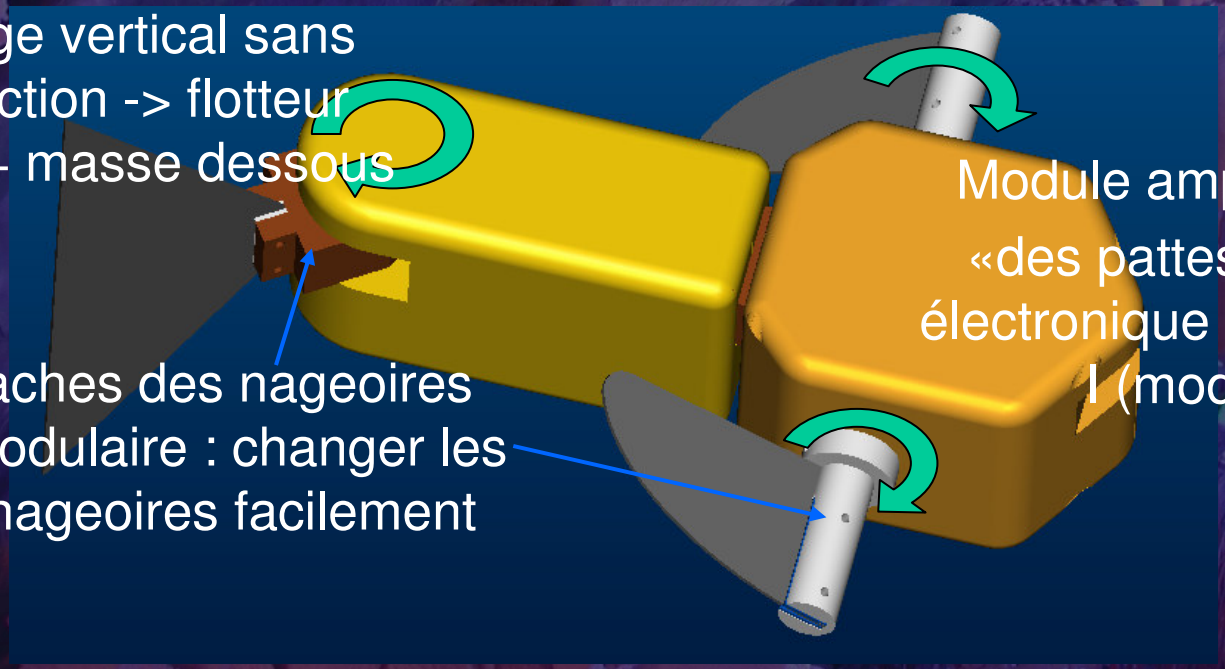
Description de BoxyBot

Contacteur magnétique pour couper l'alimentation des batteries

Un joint selon yaw

L=24 cm

Equilibrage vertical sans rétroaction -> flotteur dessus+ masse dessous



Module amphibot II «des pattes» avec électronique de amphibot I (modifiée)

Attaches des nageoires modulaire : changer les nageoires facilement

Module amphibot II «du corps» avec contrôleur pic16f876 supplémentaire sur la carte de contrôle des moteurs

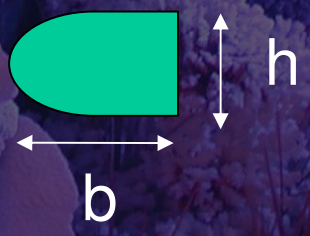
-> commande en sinus

2 joints indépendants selon pitch

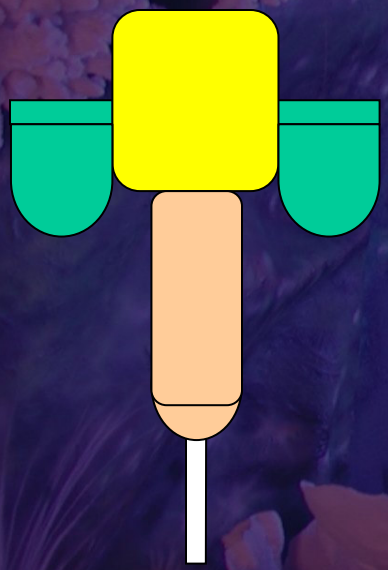
Boxybot- nageoires

- Caudale : gouvernail
  - h/b = 2.9, Surface = 35 cm^2
    (h/b = allongement)

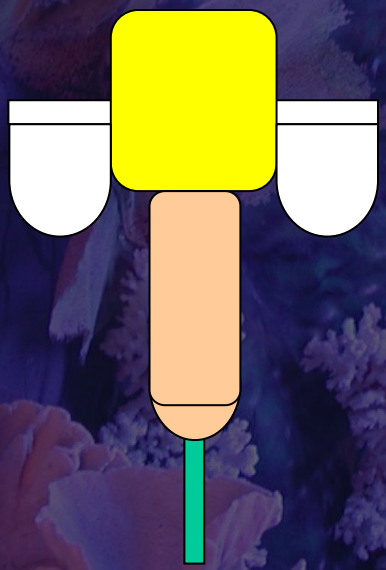
- Pectorales : propulsion
  - h/b = 0.6, Surface = 25 cm^2 x 2 nageoires
  - h/b = 0.6, Surface = 50 cm^2 x 2 nageoires
- Matériaux :
  - PE (rigide)
  - caoutchouc (flexible)



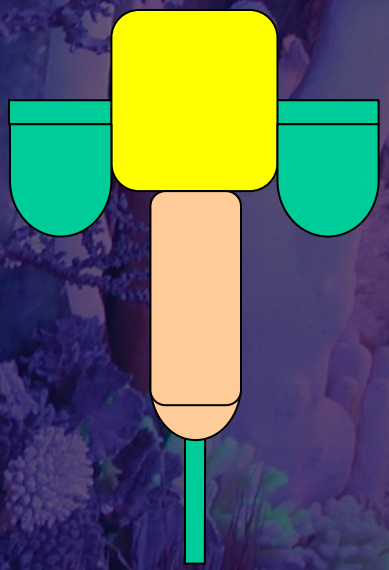
Avance



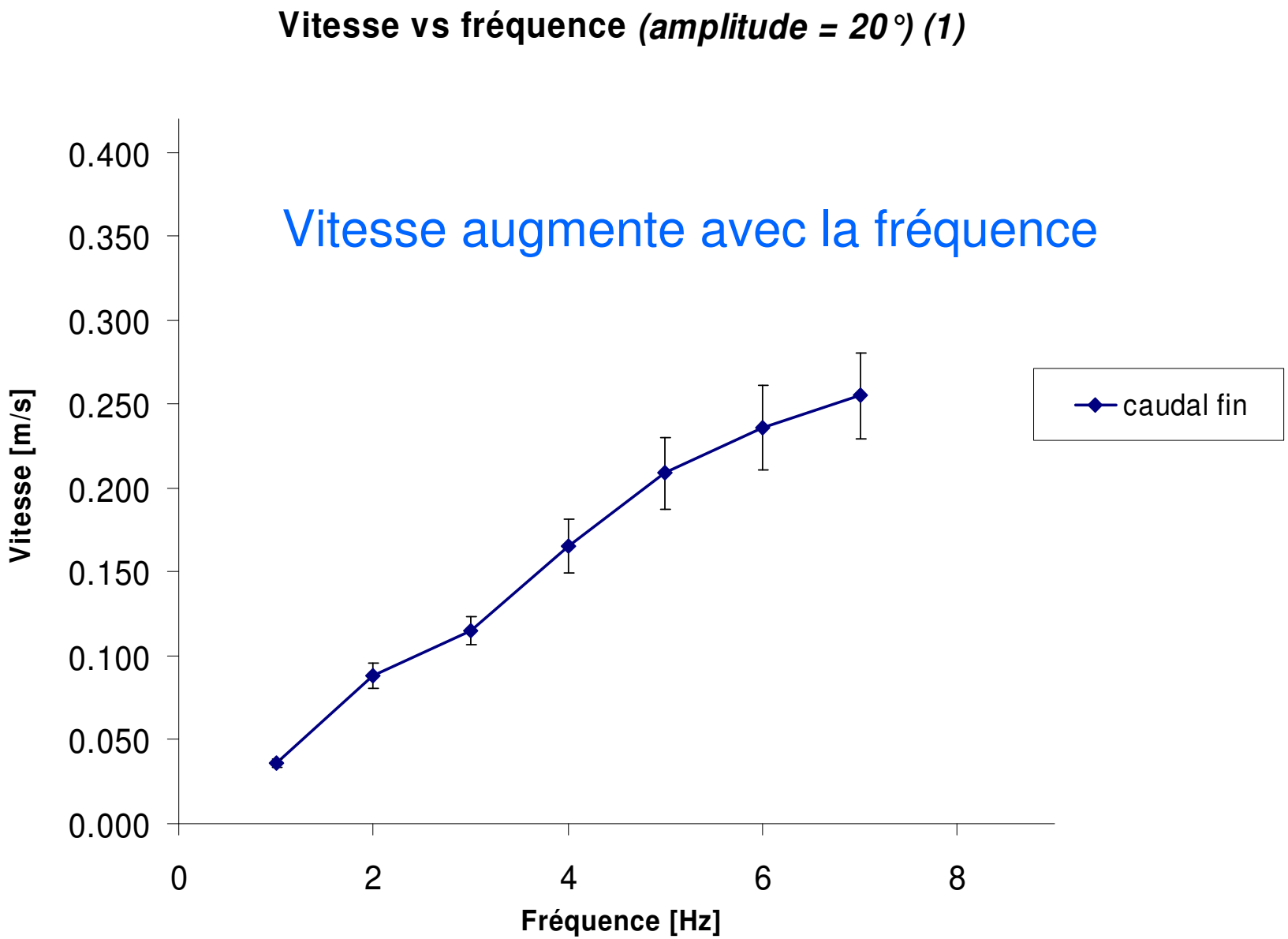
Nageoires pectorales



Nageoire caudale

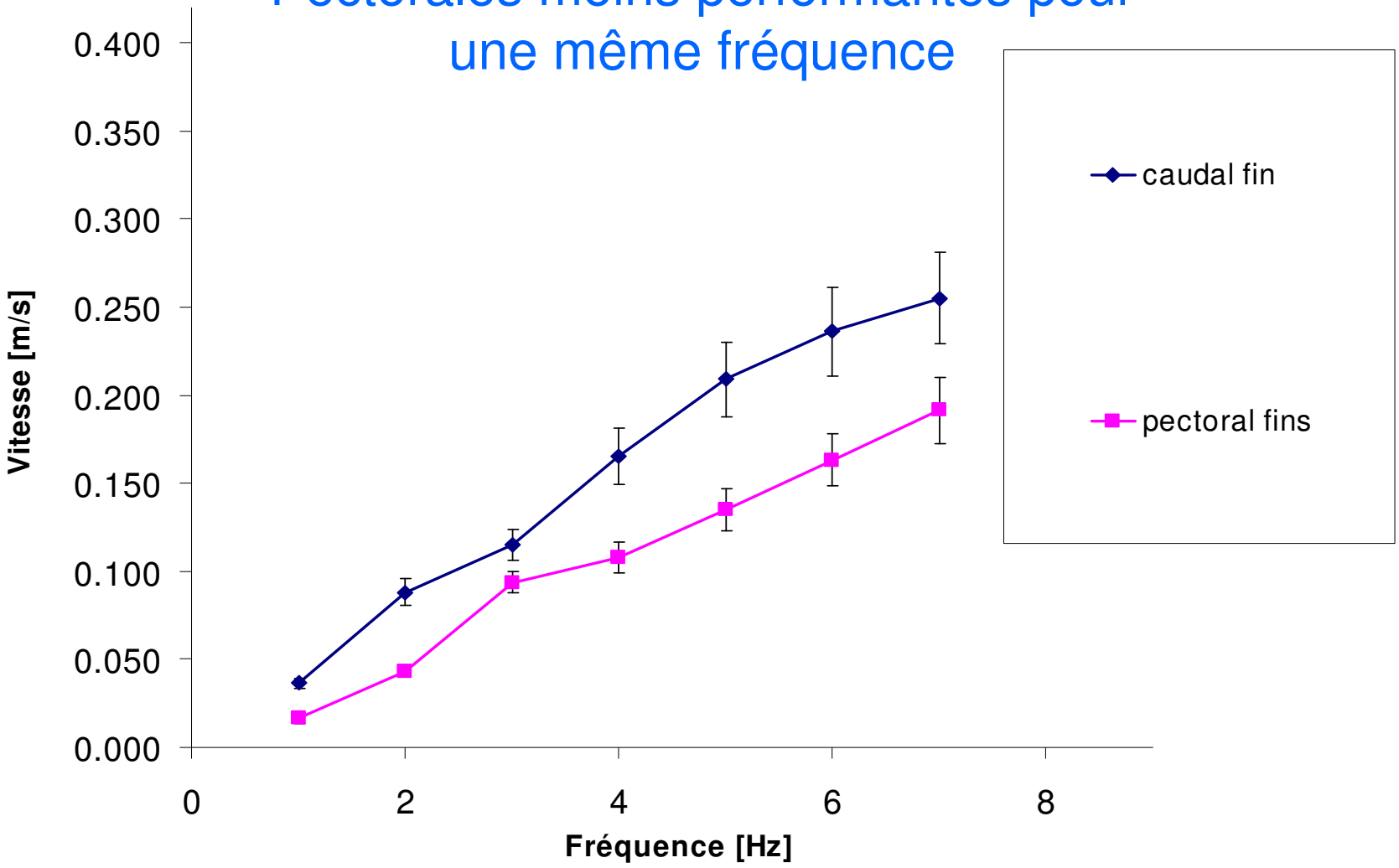


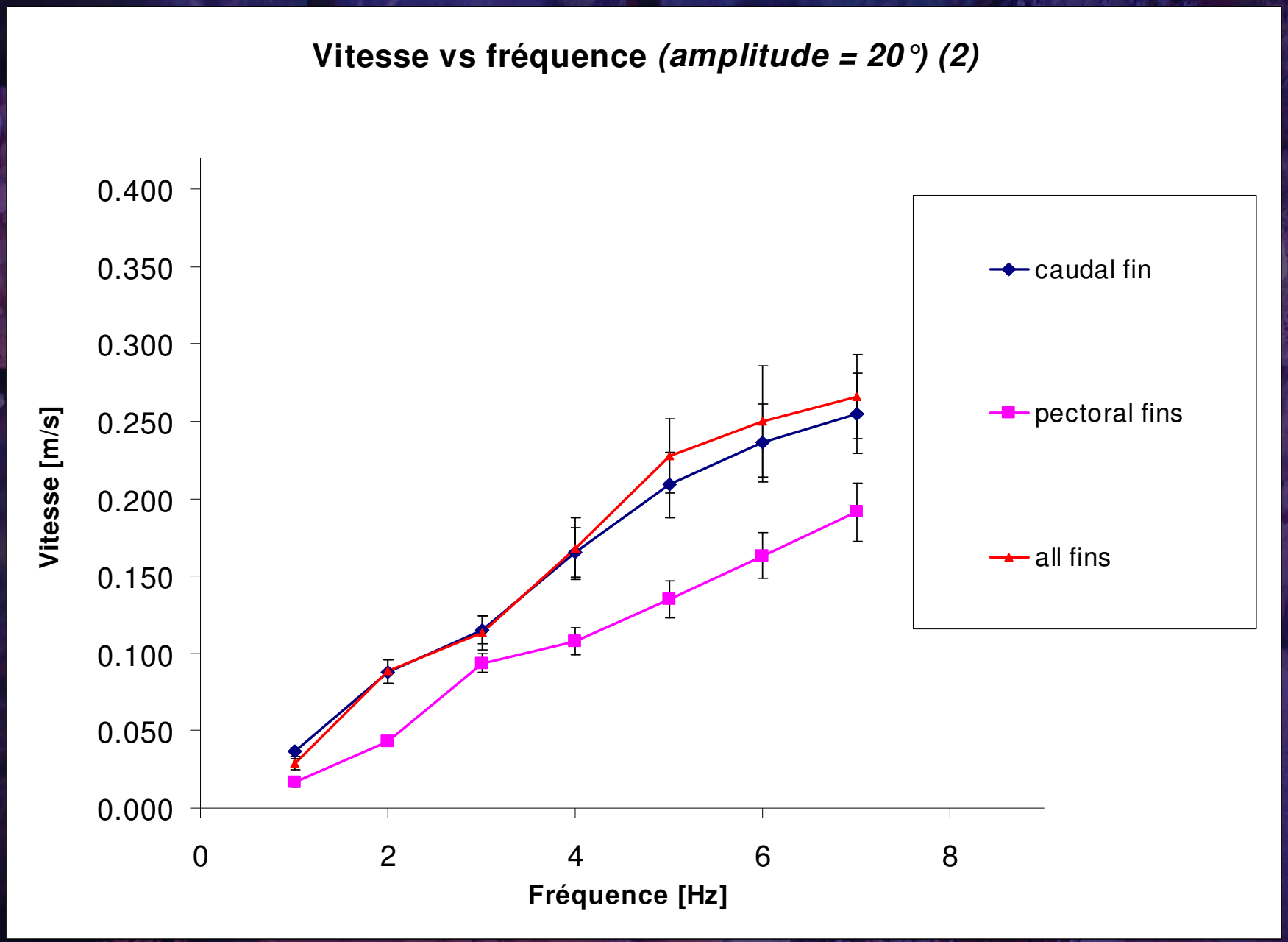
Nageoires pectorales et nageoire caudale


Vitesse vs fréquence (amplitude = 20°) (1)
Vitesse augmente avec la fréquence
Vitesse [m/s]
0.400
0.350
0.300
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050
0.000
0
2
4
6
8
Fréquence [Hz]
caudal fin

Vitesse vs fréquence *(amplitude = 20°) (2)*

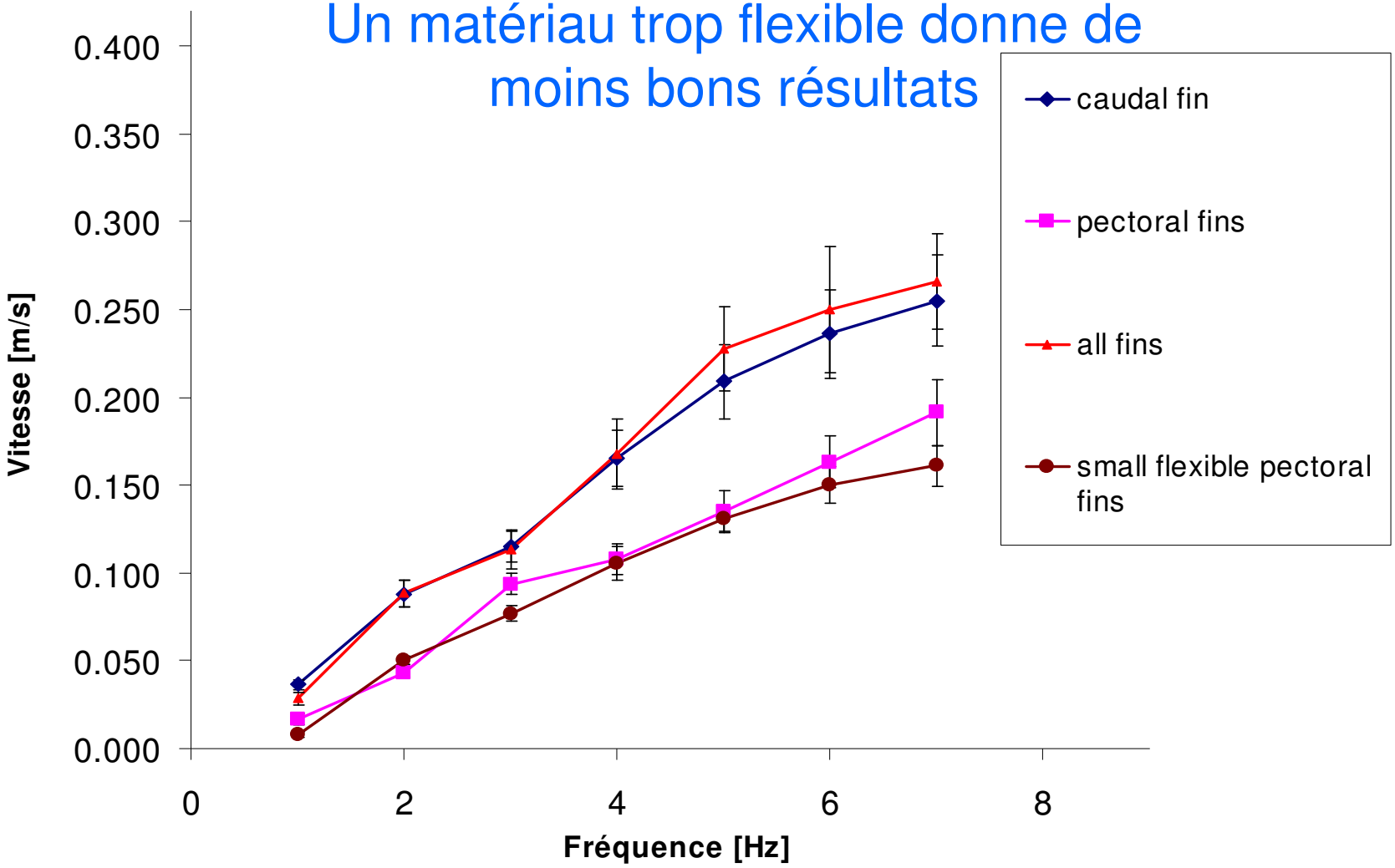
Pectorales moins performantes pour une même fréquence




Vitesse vs fréquence (amplitude = 20°) (2)
Vitesse [m/s]
0.400
0.350
0.300
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050
0.000
0
2
4
6
8
Fréquence [Hz]
caudal fin
pectoral fins
all fins

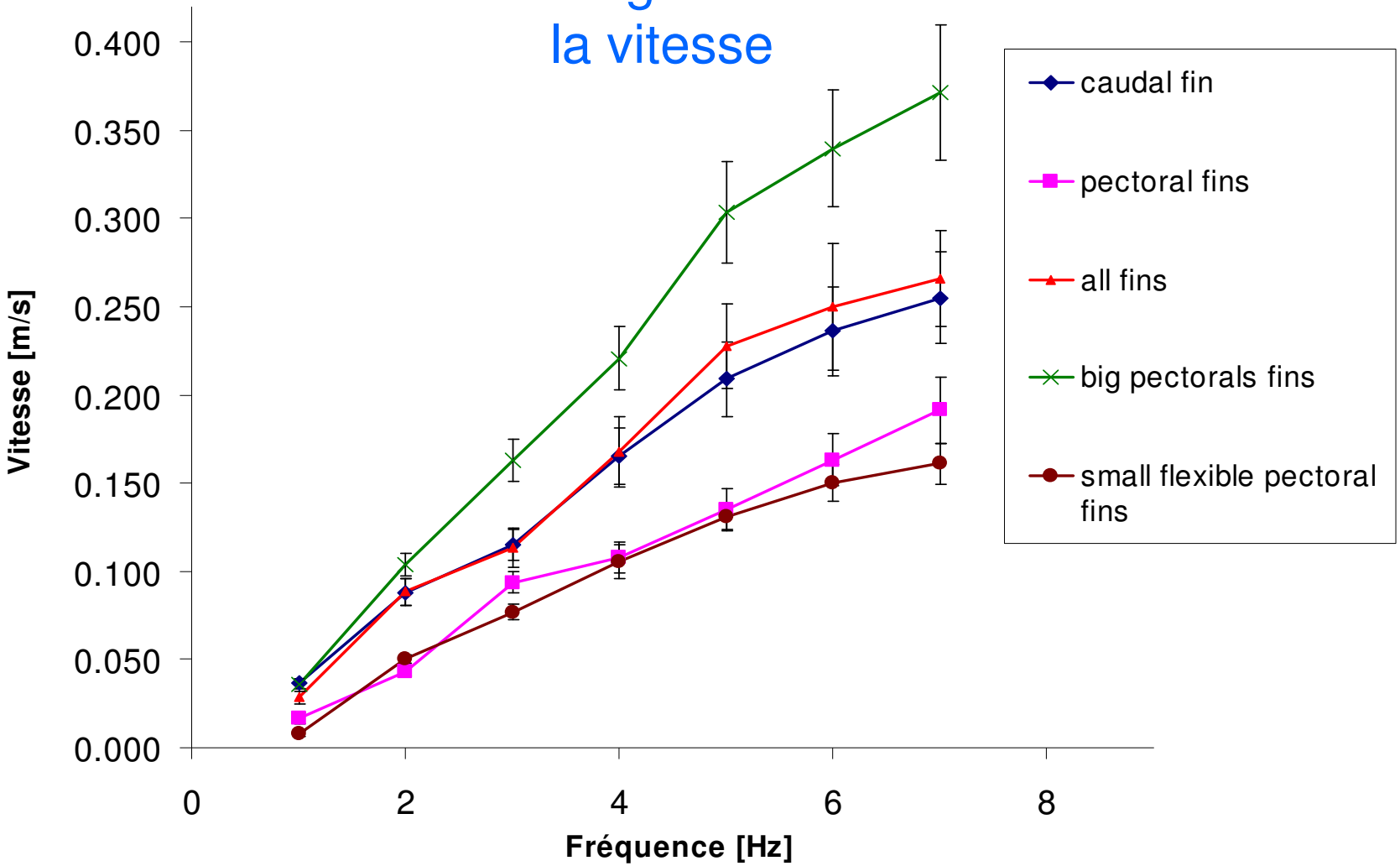
Vitesse vs fréquence *(amplitude = 20°) (3)*

Un matériau trop flexible donne de moins bons résultats



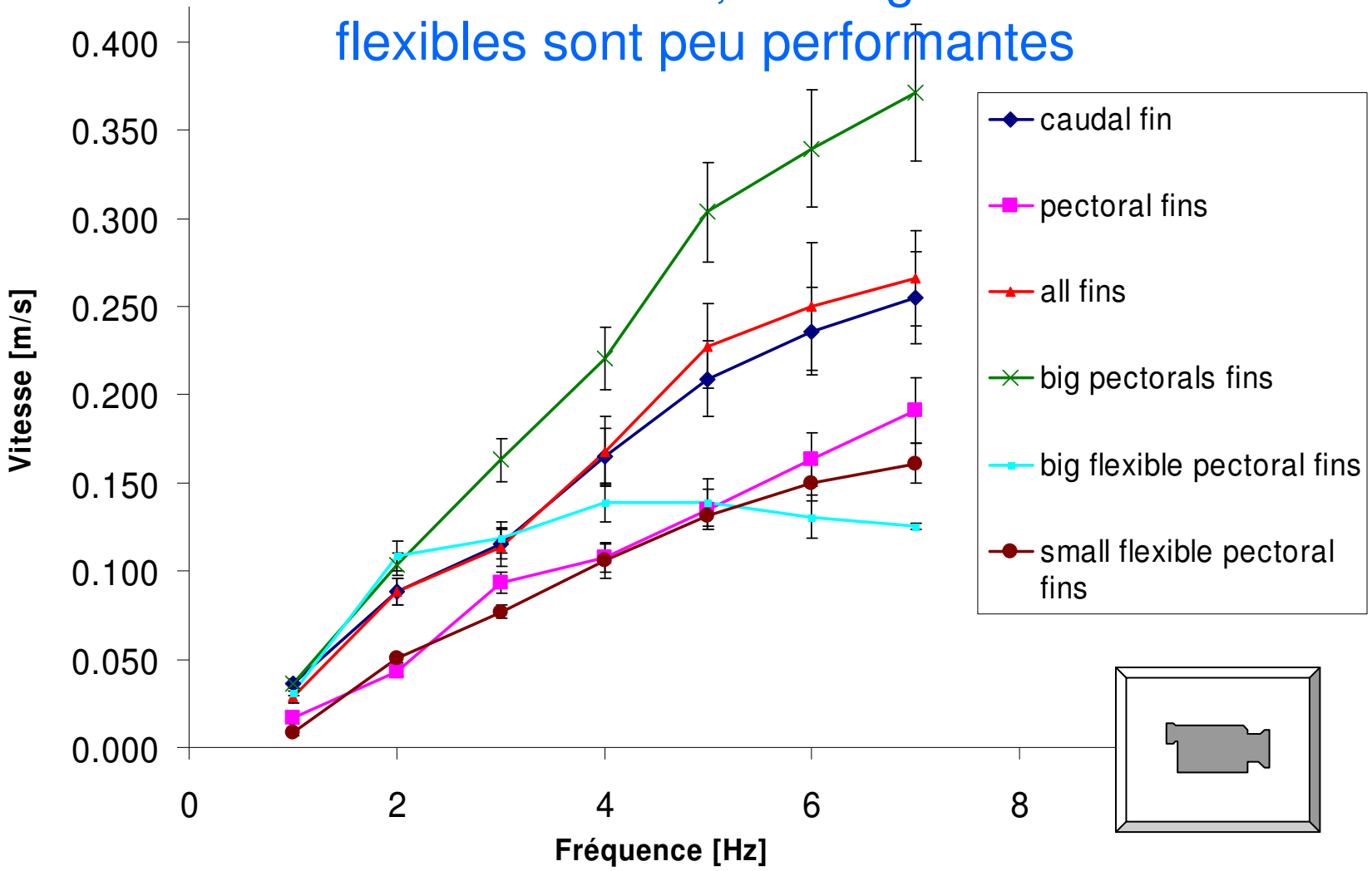
Vitesse vs fréquence *(amplitude = 20°) (4)*

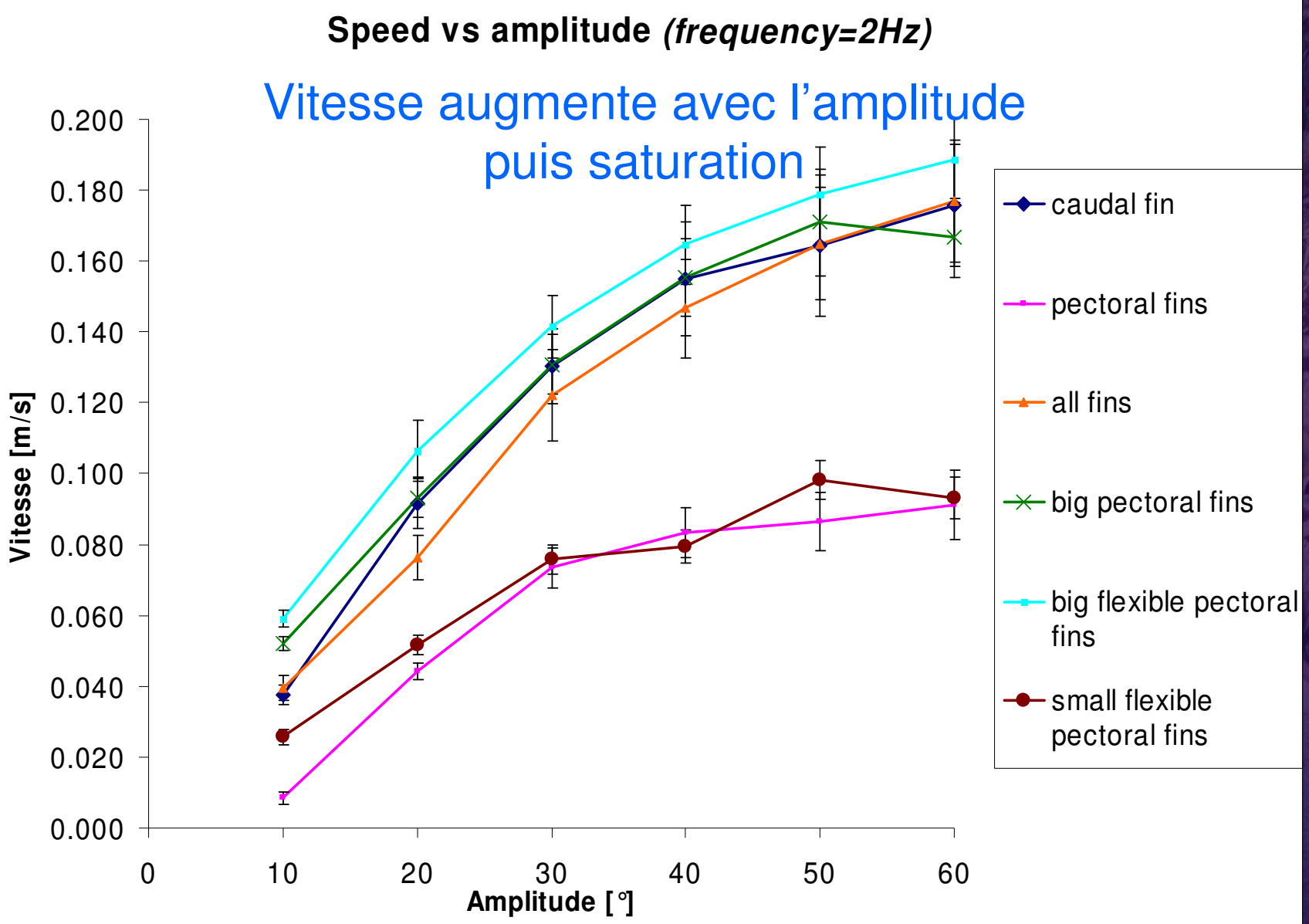
La surface a une grande influence sur la vitesse



Vitesse vs fréquence *(amplitude = 20°) (5)*

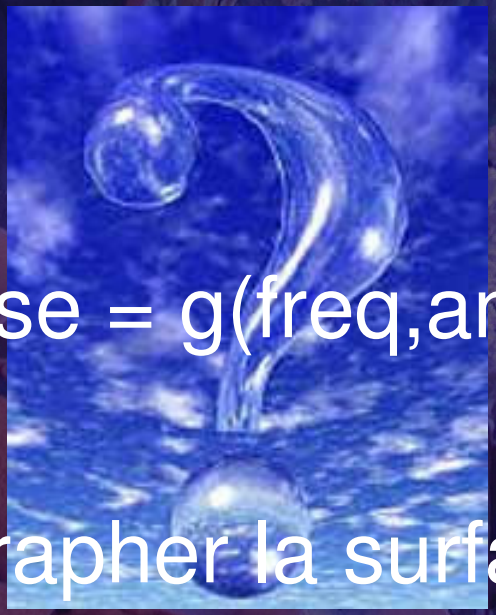
Au delà de 2Hz, les nageoires flexibles sont peu performantes




Speed vs amplitude (frequency=2Hz)
Vitesse augmente avec l'amplitude puis saturation
Vitesse [m/s]
0.200
0.180
0.160
0.140
0.120
0.100
0.080
0.060
0.040
0.020
0.000
0
10
20
30
40
50
60
Amplitude [°]
caudal fin
pectoral fins
all fins
big pectoral fins
big flexible pectoral fins
small flexible pectoral fins

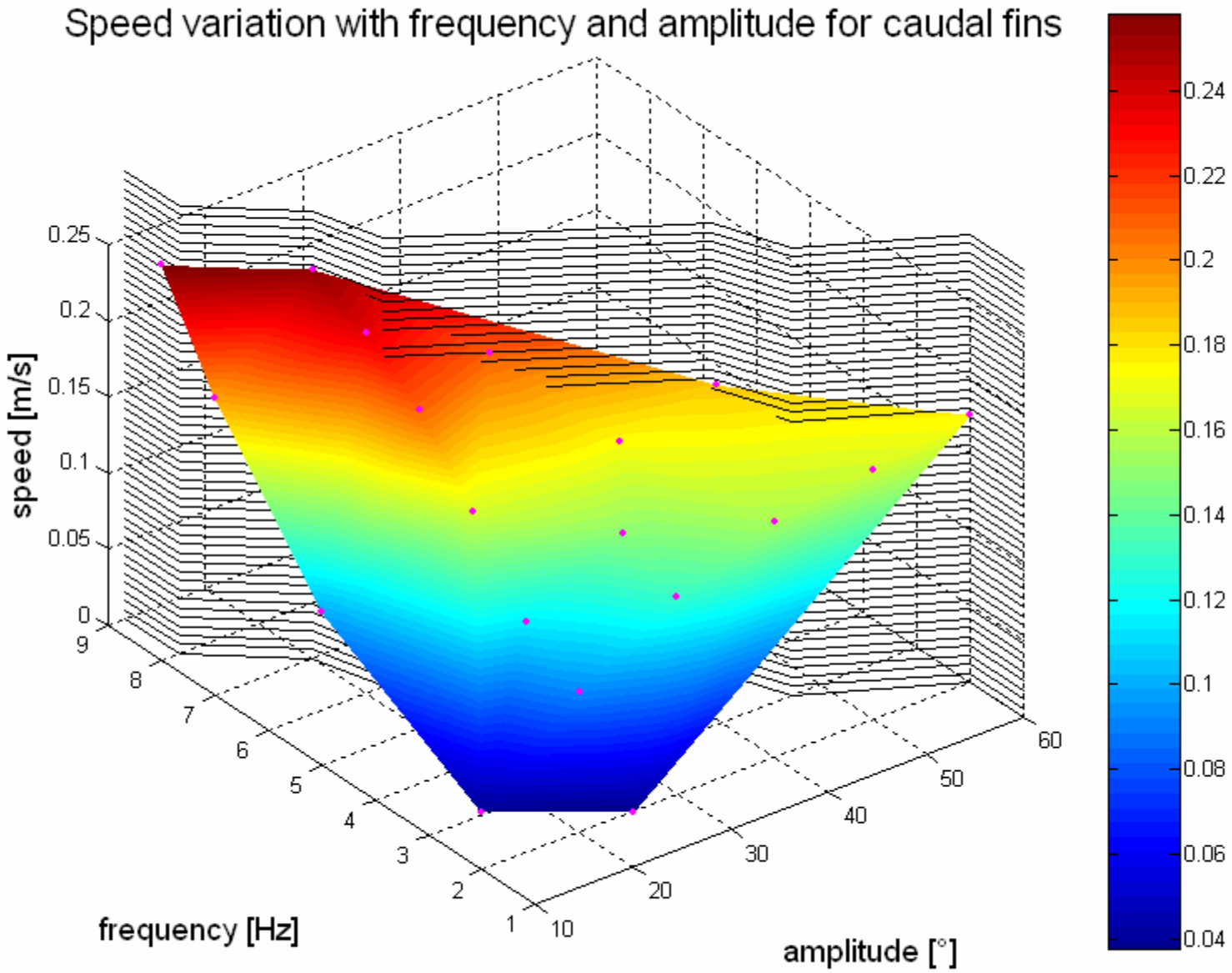
Comment trouver l'optimum?

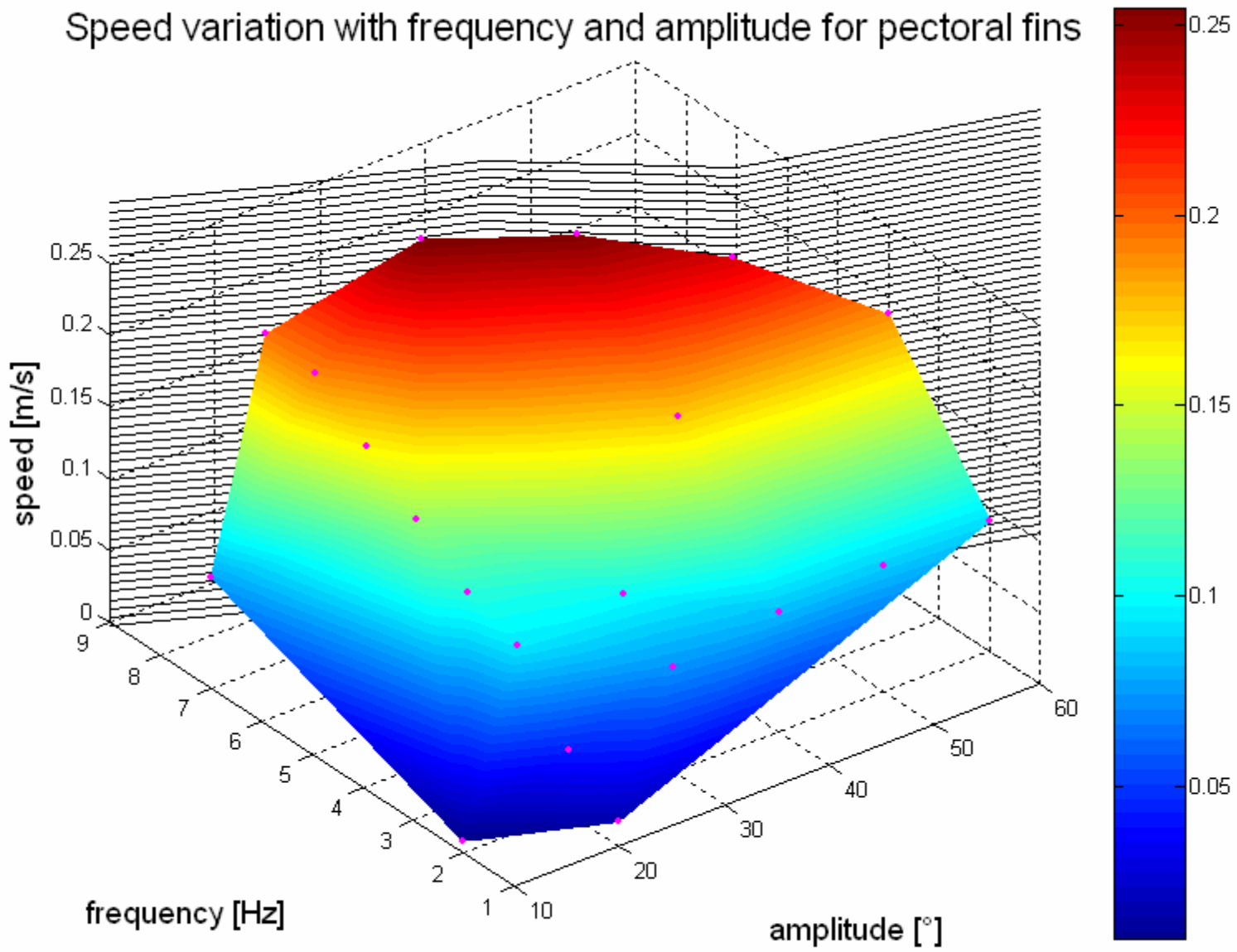
ou déterminer la fréquence et l'amplitude pour une vitesse donnée?



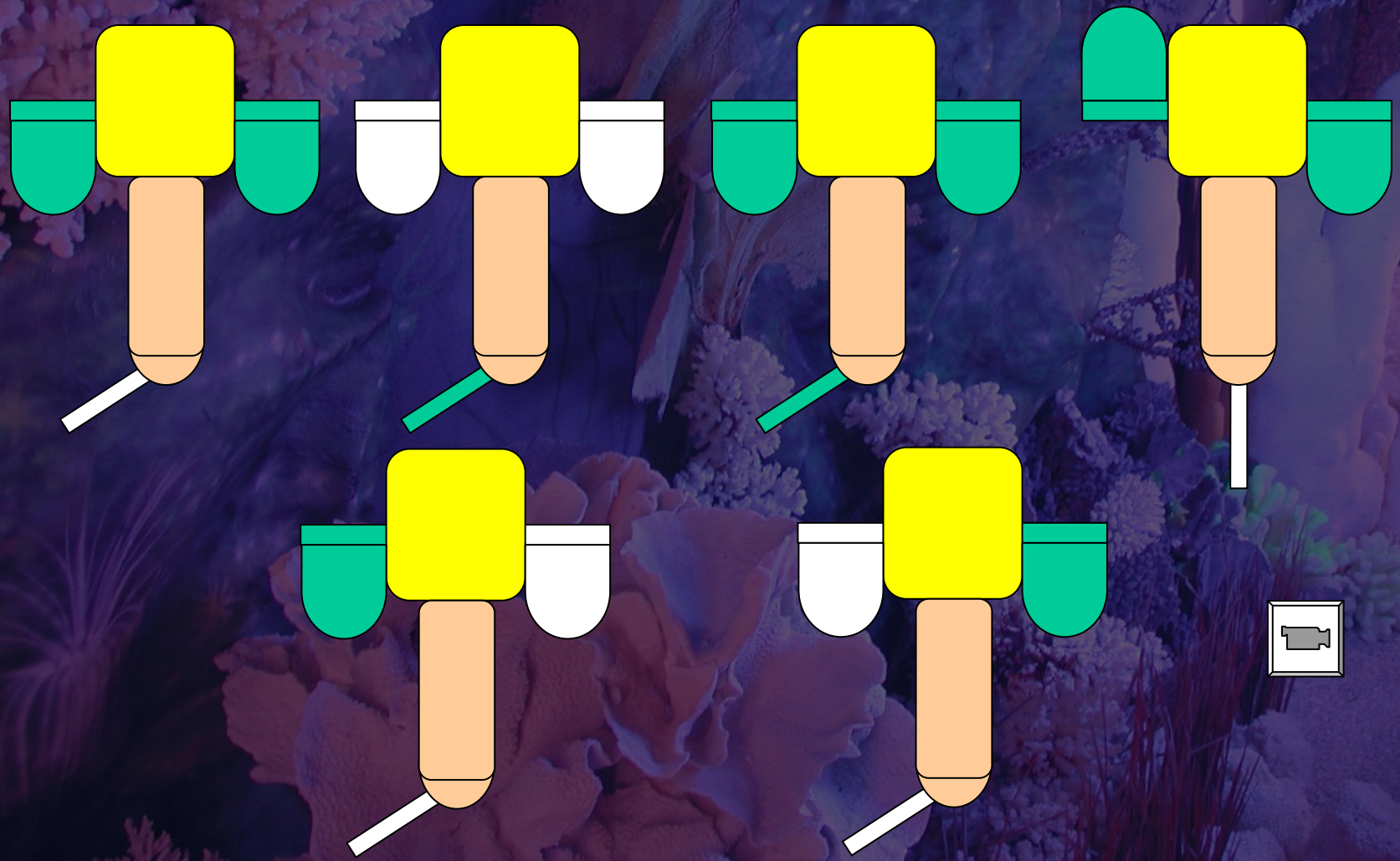
vitesse = g(freq,ampl)

-> grapher la surface

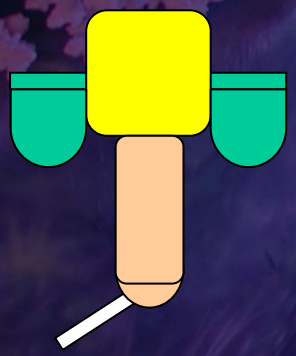

Speed variation with frequency and amplitude for caudal fins
speed [m/s]
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
9
8
7
6
5
4
3
2
1
frequency [Hz]
10
20
30
40
50
60
amplitude [°]
0.24
0.22
0.2
0.18
0.16
0.14
0.12
0.1
0.08
0.06
0.04

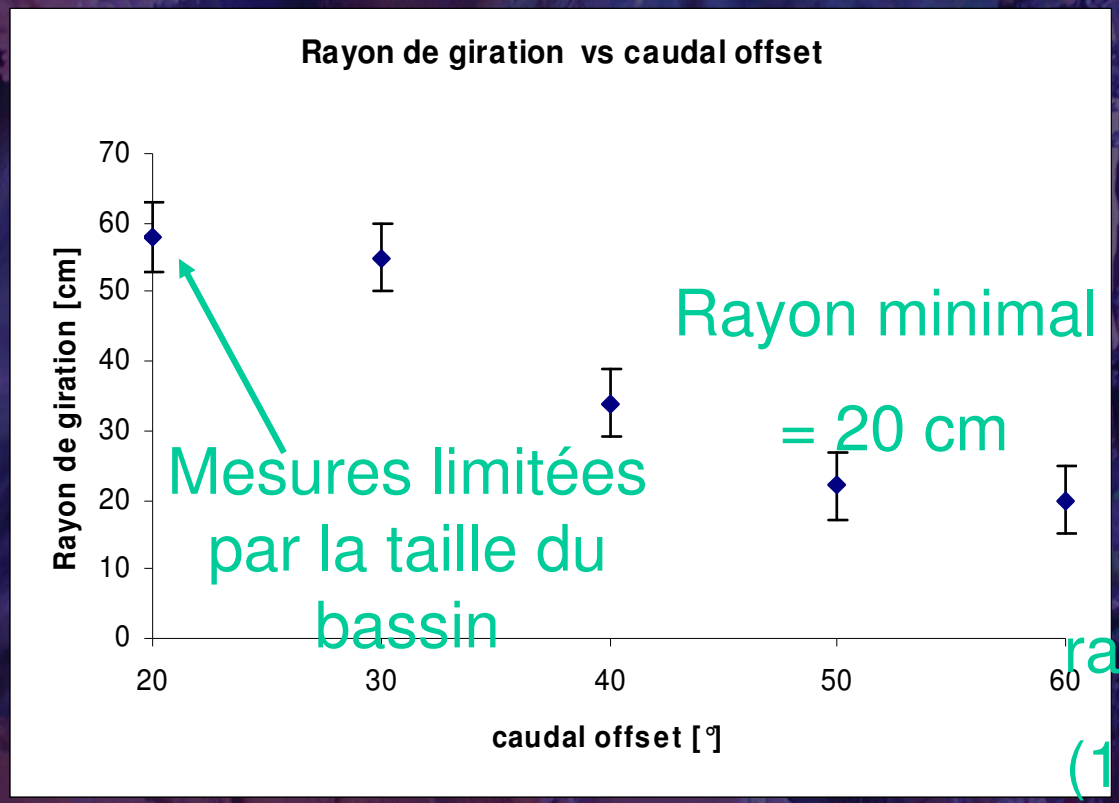

Speed variation with frequency and amplitude for pectoral fins
speed [m/s]
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
9
8
7
6
5
4
3
2
1
frequency [Hz]
10
20
30
40
50
60
amplitude [°]
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05

Virage (à gauche)



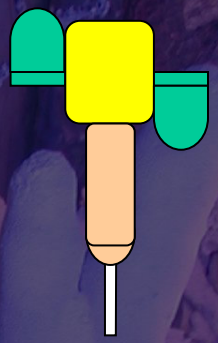
Rayon de giration





Mesures limitées par la taille du bassin

Rayon minimal = 20 cm

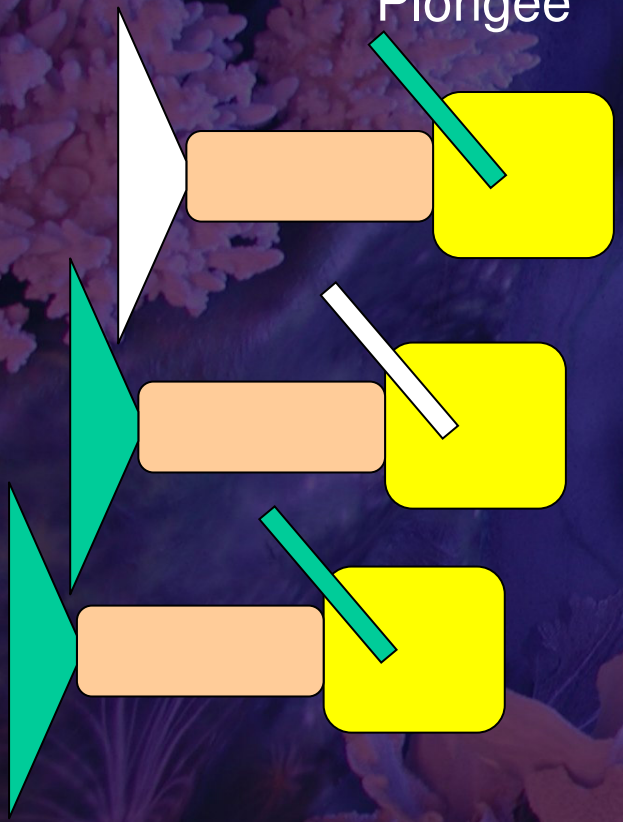


Possibilité d'obtenir des rayon plus faibles (13 cm observés)

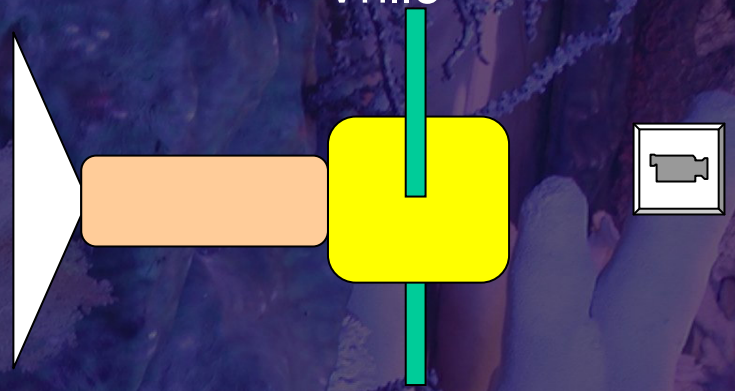
Indépendant de la vitesse

Autres mouvements

Plongée



Vrille



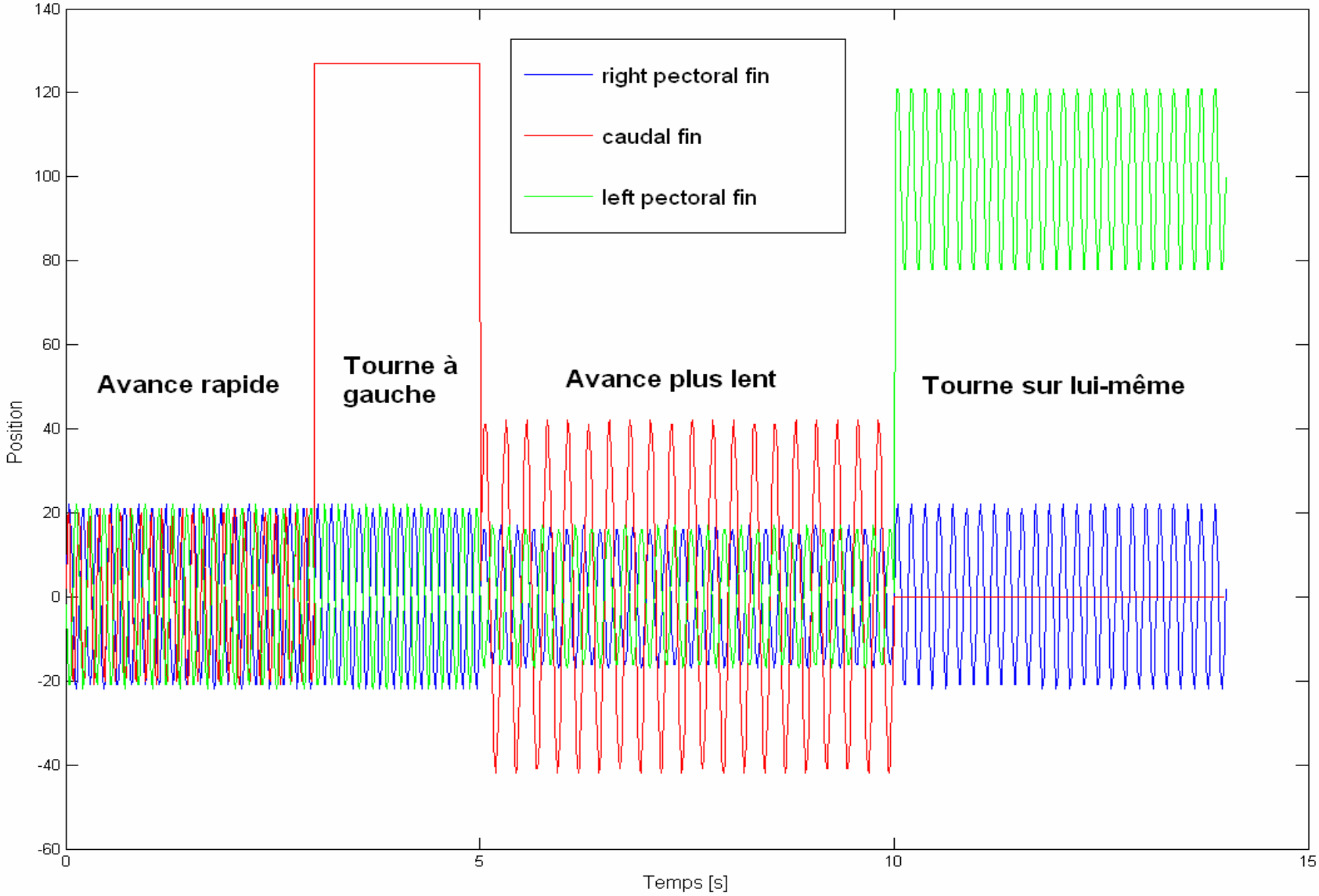
Recule

Modules pas prévus pour plus de 25 cm de profond
+ limité par la profondeur du bassin

Marche:

- Pas avec nageoires flexibles
- Chocs sur le module
- Dépend du frottement

Mouvements préprogrammés



Conclusion

- Performances de nage démontrées :
  - V~ 0.25m/s, V/L = 1, Rayon min = 13 cm
- Points faibles
  - Programmation et charge des batteries -> démonter les modules, problèmes matériels très fréquents
  - Besoin d'un aquarium plus grand et plus profond
  - Précision des mesures des manœuvres
- Contrôle du poisson
  - Capteurs proprioceptifs pour la tenue d'attitude indispensable (inclinomètre selon roll)