



**HAL**  
open science

## L'évitement d'obstacle en VTT.

Florence Mourer, Laure Fernandez, Rémy Casanova, Reinoud Jan Bootsma

► **To cite this version:**

Florence Mourer, Laure Fernandez, Rémy Casanova, Reinoud Jan Bootsma. L'évitement d'obstacle en VTT.. 10ème journée de l'Ecole Doctorale des Sciences du Mouvement Humain, Jun 2014, Montpellier, France. 2014. hal-01439909

**HAL Id: hal-01439909**

**<https://hal.science/hal-01439909>**

Submitted on 26 Jan 2017

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Introduction :

La navigation à pied dans un environnement encombré a été décrite par une loi de contrôle par Fajen et Warren (2003).

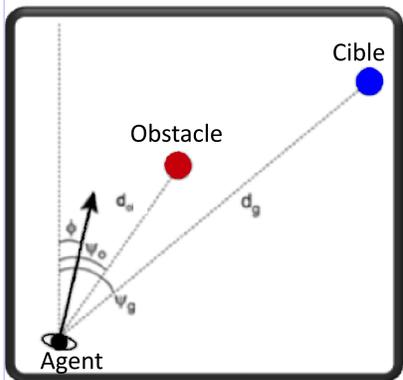


Fig1 : vue de dessus d'un observateur se déplaçant dans un environnement contenant un obstacle et une cible.

Cette loi établit un lien entre les informations perceptives (angles de relèvement de la cible ( $\phi - \psi_g$ ) et de l'obstacle ( $\phi - \psi_o$ ), distance) et l'action de changement de direction de déplacement.

La cible est considérée comme un attracteur vers lequel le participant doit s'aligner et les obstacles comme des répulseurs poussant l'agent à dévier de sa trajectoire.

$$\ddot{\Phi} = -b \dot{\Phi} + \text{Attracteur} (\Phi - \psi, d_g)$$

$$+ \text{Repulseur} (\Phi - \psi_o, d_o)$$

**But de l'étude : Tester le caractère générique de cette loi sur le comportement de navigation de cyclistes.**

## Méthode

13 participants ont pris part aux deux expérimentations

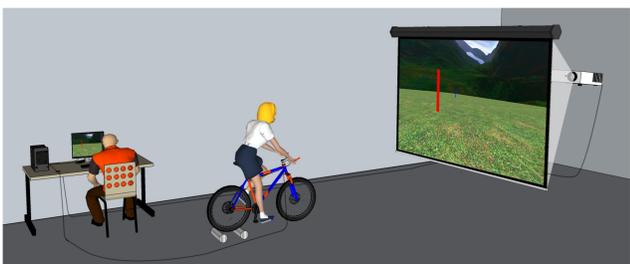


Fig2: Dispositif expérimental constitué d'un vélo sur « hometrainer », d'un écran de projection avec rétroprojecteur, et d'un poste de contrôle

La vitesse d'avancement dans la scène visuelle est constante et l'agent contrôle l'orientation de cet avancement par rotation du guidon

### Expérimentation 1 : Déterminer les caractéristiques d'attraction de la cible

Tâche : Se déplacer vers une cible dont la position varie

- Excentricité : 5°, 10°, 15°, 20°, 25° (droite/gauche)
- Distance : 7m, 14m, 28m.

Les caractéristiques spatio-temporelles des trajectoires ont permis de déterminer les fonctions de raideur ( $k$ ) et d'amortissement de l'attracteur ( $b$ )

$$\ddot{\Phi} = -b \dot{\Phi} - k (\Phi - \psi) (e^{-c_1 d_g} + C_2)$$

Fig3: Conditions expérimentales de la première expérimentation

### Expérimentation 2 : Déterminer les caractéristiques de répulsion d'un obstacle

Tâche : Rejoindre une cible fixe (0°/28m) en évitant un obstacle dont la position varie au fil des essais

- Excentricité : 1°, 2°, 4°, 8° (droite/gauche)
- Distance : 10.5m, 14m, 17.5m

Les caractéristiques spatio-temporelles des trajectoires ont permis de déterminer la fonction de raideur du répulseur ( $k_o$ )

$$\ddot{\Phi} = -b \dot{\Phi} - k (\Phi - \psi) (e^{-c_1 d_g} + C_2)$$

$$+ k_o (\Phi - \psi_o) (e^{-c_3 |\Phi - \psi_o|}) (e^{-c_4 * d_o})$$

Fig4: Conditions expérimentales de la seconde expérimentation

## Résultats :

### Expérimentation 1

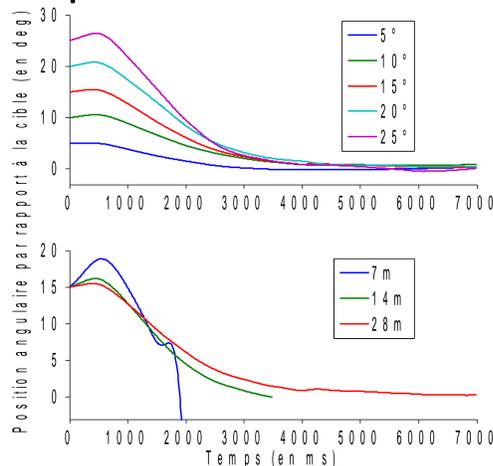


Fig. 5 : Alignement progressif de l'agent à la cible en fonction du temps pour les différentes conditions d'excentricité pour une cible à 28 m (haut) et pour les différentes distances pour une excentricité de 15° (bas).

Les comportements observés d'alignement sur la cible sont capturés de façon adéquate par le modèle, avec une correspondance forte ( $R^2 = 0,99$ ) entre trajectoires expérimentales et simulées.

### Expérimentation 2

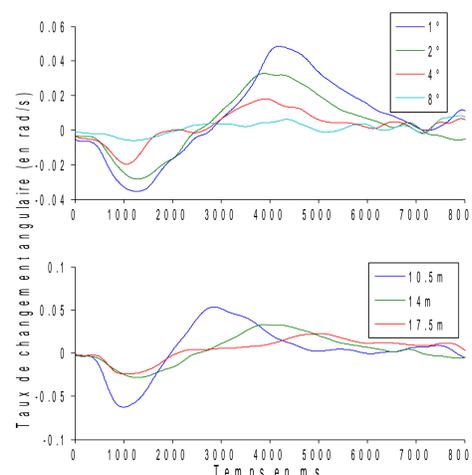


Fig7 : Taux de changement de direction lors de la trajectoire de navigation vers une cible en évitant un obstacle.. La 1ère figure pour les différentes conditions d'excentricité pour un obstacle à 14m. La 2ème pour les différentes distances pour une excentricité de 2°

Les comportements observés d'évitement d'obstacle sont capturés de façon adéquate par le modèle, avec une correspondance forte ( $R^2 = 0,97$ ) entre trajectoires expérimentales et simulées.

### Les participants s'alignent progressivement sur la cible afin de la rejoindre

Le taux de changement de direction est d'autant plus important que :

- La cible est proche,
- L'angle de relèvement est grand.

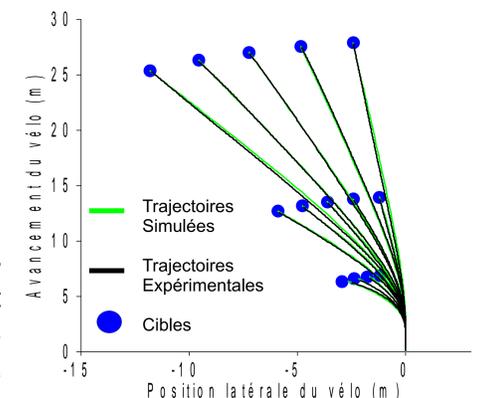


Fig. 6 : Trajectoires observées (moyennes des participants) et simulées sur l'ensemble des conditions expérimentales

### Les participants dévient de la ligne droite vers la cible afin d'éviter l'obstacle.

La vitesse angulaire (i.e., taux de changement de direction) est d'autant plus important que

- L'obstacle est proche,
- L'angle de relèvement est petit.

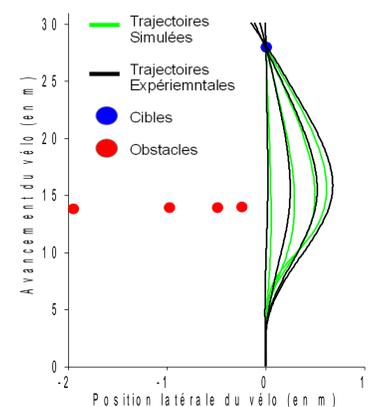


Fig. 8 : Trajectoires observées (moyennes des participants) et simulées pour les conditions avec l'obstacle à 14 m. Les trajectoires correspondent (de gauche à droite) aux excentricités d'obstacle de 8°, 4°, 2° et 1°

## Conclusion :

Les patterns comportementaux des cyclistes sont similaires à ceux des marcheurs, observés par Fajen et Warren. Ces comportements se modulent en fonction des informations perceptives que sont les angles de relèvement au but et à l'obstacle et les distances.

Les deux expérimentations montrent que **le comportement de navigation peut être compris comme émergeant du couplage information-mouvement.**

## Références :

Fajen BR, Warren WH. (2002). A dynamical model of visually-guided steering, obstacle avoidance, and route selection. *International Journal of Computer Vision* 54 (1/2/3), 13-34.

Fajen BR, Warren WH (2003). Behavioral dynamics of steering, Obstacle Avoidance, and route selection. *Journal of Experimental Psychology: Human, Perception and Performance*. Vol 9, n 2, 343-362

Schöner G., Dose M., Engels C. (1995). Dynamics of behavior: theory and application for autonomous robot architecture. *Robotics and Autonomous Systems*. 16, 213-245.