

# CYCLISTE

## 16ème ASCENSION DE L'AIGOUAL A VALLERAUGUE (30)

**Vélo route ouvert à tous**  
(pas d'inscription le jour même)

**RECORD en 2003:**  
Christophe SABATIER  
Martigues SC  
1h00'43 ''

*L'Espérou*

*L'Aigoual*  
1567m

**28 km en contre la montre ou en groupe!**  
Effort plaisir, puis repas offert sous les pommiers

Départ groupé à 9h30  
CLM à partir de 10h

*Valleraugue*  
357m

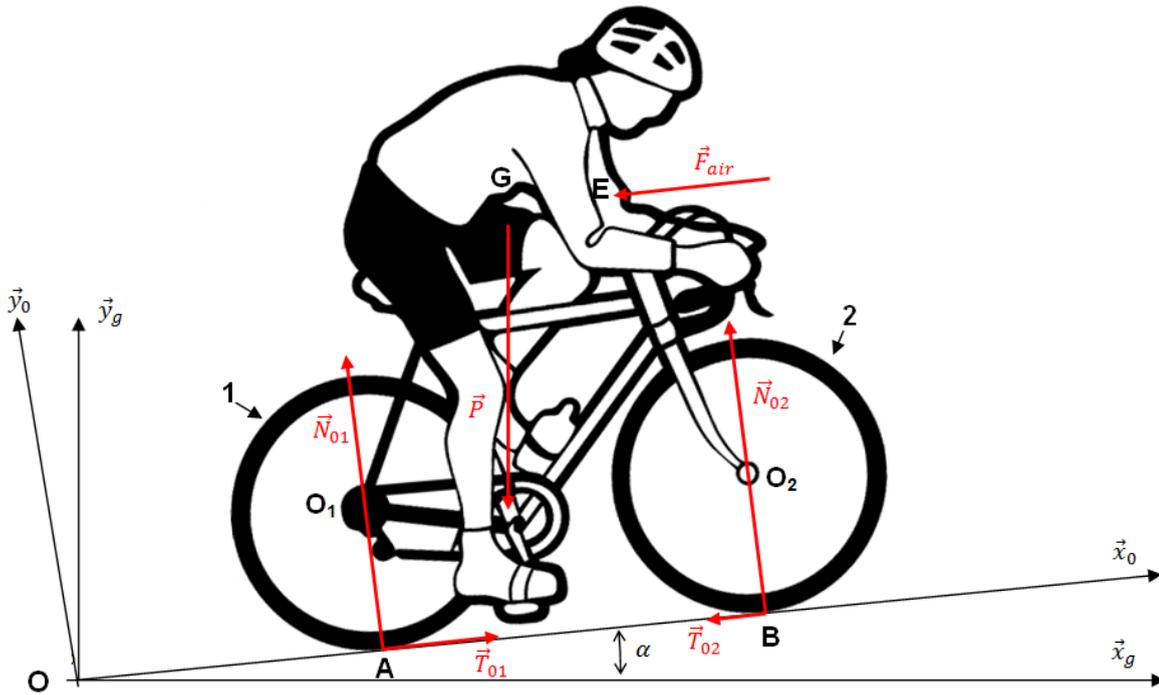
La vitesse d'un cycliste dépend de la puissance fournie par celui-ci, mais aussi du vent et de la pente de la route qui s'opposent ou contribuent à faire avancer le cycliste, ainsi que de la résistance au roulement des pneumatiques. La puissance d'un cycliste moyen est de 250 W.

Objectif

L'objectif de cette étude est de :

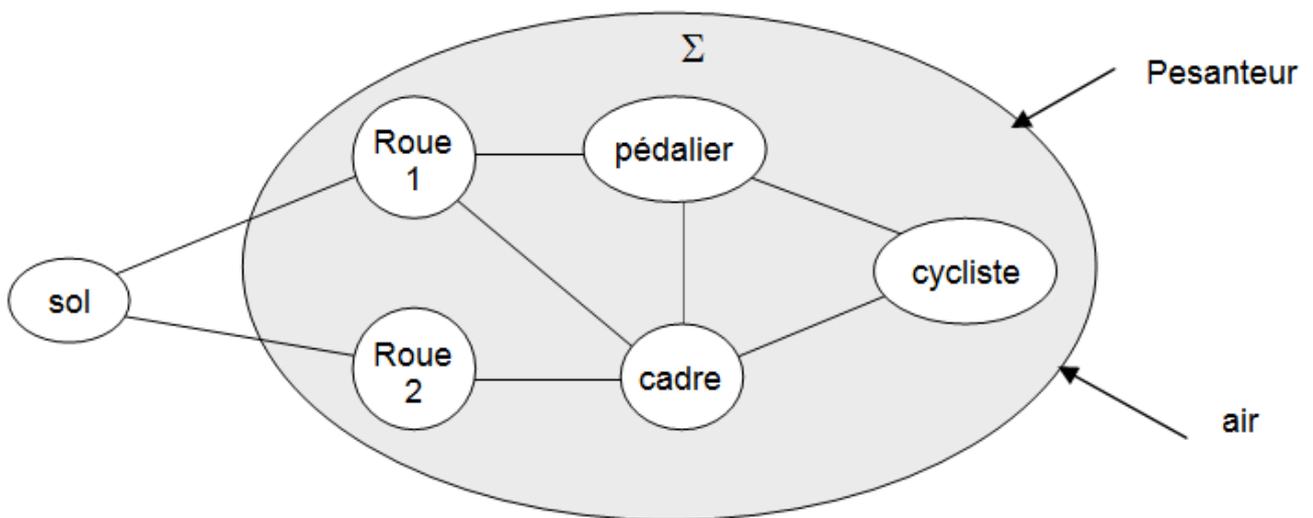
- Calculer la puissance développée par Christophe lors de l'ascension du mont Aigoual.
- Expliquer les stratégies utilisées par les coureurs lors des courses cyclistes

# 1 Modélisation



Le système étudié ( $\Sigma$ ) est constitué :

- d'un vélo composé principalement de 2 roues (1) et (2), d'un pédalier et d'un cadre;
- de christophe (cycliste).



- Le problème est supposé plan.
- La pente est supposée constante (elle l'est sensiblement). La distance est de 28 km, avec 1210 m de dénivelé.
- Christophe a parcouru la distance en 1h 0' 43" à vitesse constante. Cette vitesse sera notée  $V_c$ .
- Il y a adhérence des roues sur le sol (roulement sans glissement).

- Les actions mécaniques du sol sur les roues seront modélisées par les torseurs suivants :

$$\{\mathcal{T}_{0 \rightarrow 1}\} = \begin{Bmatrix} T_{01} & - \\ N_{01} & - \\ - & \delta N_{01} \end{Bmatrix}_{(A, \mathcal{B}_0)} \quad \text{et} \quad \{\mathcal{T}_{0 \rightarrow 2}\} = \begin{Bmatrix} T_{02} & - \\ N_{02} & - \\ - & \delta N_{02} \end{Bmatrix}_{(B, \mathcal{B}_0)}$$

avec  $\delta = 1 \text{ mm}$  coefficient de résistance au roulement.  $\overrightarrow{AB} = L\vec{x}_0$  avec  $L = 1 \text{ m}$ .

- Christophe et son vélo ont une masse  $M = 80 \text{ kg}$ . On donne  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ .
- La position du centre de gravité  $G$  de l'ensemble cycliste + vélo est définie par :  $\overrightarrow{AG} = X_G\vec{x}_0 + Y_G\vec{y}_0$  avec  $X_G = 0,4 \text{ m}$  et  $Y_G = 1,1 \text{ m}$ .
- Christophe aura bénéficié (en moyenne) d'un petit vent favorable de  $V_v = 0,5 \text{ m.s}^{-1}$ .
- La résistance de l'air (trainée aérodynamique) sera modélisée par le torseur suivant :

$$\{\mathcal{T}_{air \rightarrow \Sigma}\} = \begin{Bmatrix} F_{air} & - \\ 0 & - \\ - & 0 \end{Bmatrix}_{(E, \mathcal{B}_0)} \quad \text{avec} \quad F_{air} = -\rho S C_x (V_c - V_v)^2$$

On donne  $\rho S C_x = 0,137 \text{ SI}$  et  $\overrightarrow{AE} \cdot \vec{y}_0 = Y_E$  avec  $Y_E = 1,1 \text{ m}$ .

- On considère que les 2 roues (de centre d'inertie  $O_1$  et  $O_2$ ) ont la même inertie  $I = 8.10^{-2} \text{ Kg.m}^2$  et un rayon  $R = 0,35 \text{ m}$ .
- l'inertie du pédalier est négligée.
- On supposera qu'il n'y a aucun glissement au niveau des contacts cycliste / vélo (mains sur guidon, fesse sur selle, pieds sur pédales).
- On notera  $\eta = 0,95$  le rendement global de la transmission lors de l'ascension.
- Les liaisons roues/cadre sont supposées parfaites.

## 2 Travail demandé

**Q1.** Calculez numériquement les grandeurs suivantes :

- La pente moyenne  $\alpha$  de la route en degrés et en pourcentage;
- La vitesse  $V_c$  de Christophe par rapport au sol en m/s et en km/h;
- Les vitesses de rotation  $\omega_{2/0}$  et  $\omega_{1/0}$  des roues par rapport au sol en rad/s;
- Les composantes normales  $N_{01}$  et  $N_{02}$  des actions mécaniques du sol sur les roues.

**Q2.** Isolez la roue avant, et justifiez la direction de la composante  $T_{02}$ .

**Q3.** Calculez la puissance galiléenne développée par la route sur la roue avant :  $\mathcal{P}(0 \rightarrow 2/0)$ . Faire l'application numérique. Le diamètre de la roue a-t-il une influence sur la puissance dissipée au contact du sol?

**Q4.** Isolez la roue arrière, et justifiez la direction de la composante  $T_{01}$ .

**Q5.** Calculez la puissance galiléenne développée par la route sur la roue arrière :  $\mathcal{P}(0 \rightarrow 1/0)$ . Faire l'application numérique.

**Q6.** Calculez la puissance galiléenne développée par l'air sur  $\Sigma$  :  $\mathcal{P}(air \rightarrow \Sigma/0)$ . Faire l'application numérique.

**Q7.** Calculez la puissance galiléenne développée par le poids de  $\Sigma$  :  $\mathcal{P}(poids \rightarrow \Sigma/0)$ . Faire l'application numérique.

**Q8.** Calculez les puissances intérieures  $\mathcal{P}(i \leftrightarrow j)$  avec  $(i, j) \in \Sigma$  et  $i \neq j$ . Faire l'application numérique. On rappelle que Christophe se déplace à vitesse constante.

**Q9.** Calculer l'énergie cinétique galiléenne de  $\Sigma$ .

**Q10.** Calculer la puissance musculaire développée par Christophe (notée  $P_m$ ) en utilisant le théorème de l'énergie cinétique. Faire l'application dans le cas de l'ascension à vitesse constante.

**Q11.** A quelle vitesse Christophe roulerait s'il développait la même puissance sur une route horizontale et sans vent ? Conclure sur les chances d'une échappée individuelle sur le plat avec un peloton organisé décidé à le rattraper ?

Un cycliste développe une puissance optimale si sa fréquence de pédalage se rapproche de 90-100 tr/min.

Il adapte sa fréquence de pédalage  $\omega_p$  à sa vitesse de déplacement  $V_c$  grâce au changement de rapport permis par les dérailleurs avant et arrière. Le nombre de dents des plateaux avant et des pignons arrière est le suivant :

- Deux plateaux à l'avant :  $Z_{av} = 36; 52$  dents
- Dix pignons à l'arrière :  $Z_{ar} = 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 21; 23; 25$  dents

**Q12.** Déterminer le rapport de transmission  $\frac{Z_{ar}}{Z_{av}}$  en fonction de  $V_c$ ,  $\omega_p$  et  $R$  (rayon de la roue).

**Q13.** Quel « braquet » pensez vous que Christophe ait utilisé dans la montée de l'Aigoual ? Que lui conseilleriez vous pour le plat ?

**Q14.** pour 2 braquets sensiblement identiques (1 avec le grand plateau et l'autre avec le petit), pourquoi mieux vaut-il choisir le grand plateau ?

