

## ETUDE DU DYNAMIQUE DE LOCOMOTIVE ROCO SERIE D 290

### Résumé :

Nous avons effectué une étude dynamique de la locomotive ROCO D290 afin de définir la nature de son mouvement lors d'un démarrage et d'un arrêt en marche avant. La mesure du déplacement de la locomotive a été réalisée à l'aide d'une caméra vidéo numérique fixée au sol. La vidéo a été ensuite transférée sur un ordinateur pour être analysée grâce à un logiciel de vision [1]. Cette analyse nous a permis de déterminer la loi des espaces de la locomotive. La vitesse et l'accélération ont été obtenues par dérivations successives. En faisant une confrontation avec le modèle théorique, les paramètres des lois horaires ont été bien identifiés ainsi que la durée des phases d'accélération et de freinages.

### Resume :

We carried out a dynamic study of the locomotive type ROCO D290 in order to define the nature of its movement during a start and stop (forward movement). The measurement of the displacement was carried out using a numerical video camera fixed on the ground. The video was then transferred to a calculator to be analyzed using vision software [1]. This analysis enabled us to determine locomotive's (space-law). Speed and acceleration were obtained by successive derivations. By making a confrontation with the theoretical model, the parameters of the time laws were correctly identified as well as the duration of the acceleration and braking phases.

### I-Mise en situation :

Le démarrage de la locomotive de masse  $m = \text{kg}$  se fait à l'aide d'une molette qui va commander la vitesse. Les rampes d'accélération peuvent être programmées indépendamment la vitesse par la saisie d'une valeur stockée dans le décodeur de la locomotive. Le freinage peut se faire de deux manières différentes, la première peut être réalisée grâce à la molette, la seconde par pression sur le bouton stop (arrêt d'urgence). L'objectif de notre étude est de caractériser les phases d'accélération et de freinage. Pour le démarrage, la molette était tournée dans sa position maximale dans le sens des aiguilles d'une montre.

### II-Paramétrage :

Le repère  $(o, x, y, z)$  est considéré galiléen, on suppose que la locomotive roule sans glisser sur le rail et l'amplitude en  $y$  est négligée devant les grandeurs mesurées.

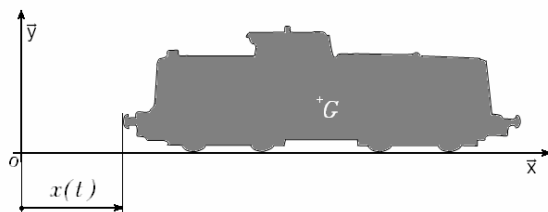


Fig. 1 : paramétrage de la locomotive

De plus, lors du démarrage à  $t = 0$  on a :

$$\begin{aligned} X_0 &= 0 \\ V_0 &= 0 \end{aligned}$$

Et lors du freinage à  $t=0$  on a :

$$\begin{aligned} X_0 &= 0 \\ V_0 &= V_{\max} \end{aligned}$$

### III-Étude expérimentale :

Pour étudier le Mouvement Rectiligne de la locomotive Roco série 290 lors de son démarrage et de son arrêt en marche avant, on utilise le paramétrage des grandeurs physiques principales appliquées à la locomotive qui figurent sur la figure 1. Le mouvement est enregistré à l'aide d'une caméra vidéo numérique avec une vitesse d'enregistrement de **25 I/s**. L'accélération sera obtenue ensuite après deux dérivations successives des mesures temporelles du déplacement  $x(t)$ , obtenues en exploitant la vidéo grâce au logiciel **Regressi 2.7** [1].

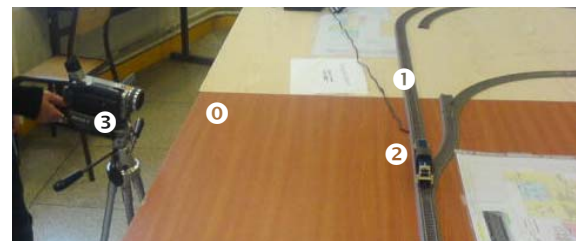


Fig. 2 : Mesure du déplacement  $x(t)$   
0 : table, 1 : rail, 2 : locomotive, 3 : caméra CCD

## IV-Résultats :

### 4.1-Phase de démarrage :

La figure 3 montre la mesure du déplacement de la locomotive par rapport au temps pendant la phase de démarrage. On constate que le déplacement suit une loi parabolique avec un paramètre positif, cela caractérise un mouvement uniformément accéléré. En conclusion la locomotive accélère selon une loi d'accélération constante égale à  $0,26 \text{ m/s}^2$  pendant une durée  $3,6 \text{ s}$ . La figure 4 montre l'allure de la vitesse temporelle de la locomotive par rapport au rail obtenue par dérivation. L'analyse des points de mesures indique une tendance linéaire, on atteint environ  $1 \text{ m/s}$ .

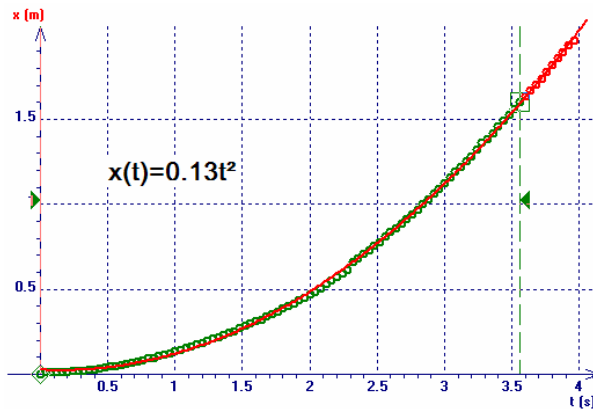


Fig. 3 : Mesure du déplacement  $x(t)$

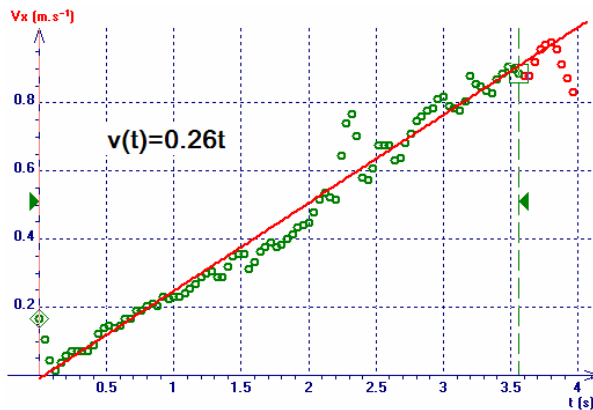


Fig. 4 : Vitesse de démarrage  $v(t) = dx/dt$

### 4.2-Phase de freinage :

La figure 5 montre la mesure du déplacement temporel de la locomotive pendant le freinage. De la même façon, on constate que le déplacement suit une loi parabolique avec un paramètre négatif, cela caractérise un mouvement uniformément retardé. Le graphe nous indique que la locomotive décélère selon une loi d'accélération constante d'environ  $-2 \text{ m/s}^2$  pendant une durée de  $0,62 \text{ s}$ . La figure 6 montre l'allure de la vitesse temporelle de la locomotive par rapport au rail obtenue par dérivation. L'analyse des points de mesures indique une tendance linéaire, on passe en vitesse de  $1 \text{ m/s}$  à  $0$ .

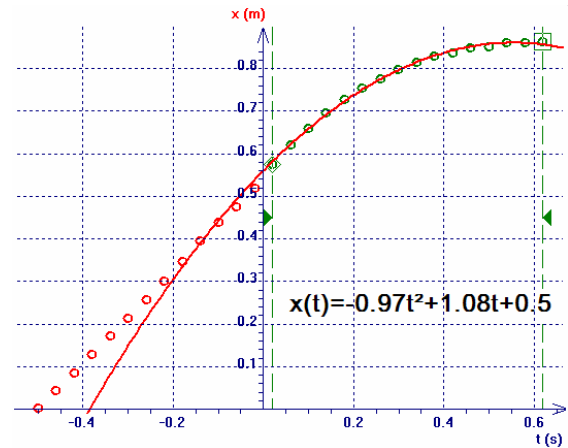


Fig. 5 : Mesure du déplacement  $x(t)$

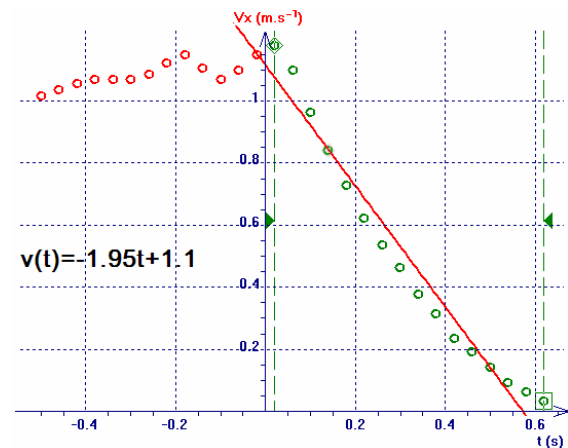


Fig. 6 : Vitesse de freinage  $v(t) = dx/dt$

## V-Étude théorique :

L'hypothèse du mouvement uniformément varié est confirmée, l'équation (1) décrit la variation du déplacement  $x$  en fonction du temps exprimé en mm.

$$x(t) = \frac{1}{2} a \cdot t^2 + V_0 \cdot t + X_0 \quad (1)$$

L'équation (2) décrit la variation de la vitesse  $V$  en fonction du temps exprimée en mm/s

$$v(t) = a \cdot t + V_0 \quad (2)$$

Et l'équation (3) décrit la variation de l'accélération  $a$  en fonction du temps exprimée en  $\text{mm/s}^2$

$$a(t) = a \quad (3)$$

## VI-Conclusion :

Nous avons effectué une étude dynamique de la locomotive ROCO D290. Après enregistrement, l'analyse de la vidéo nous a permis de déterminer la loi des espaces. La vitesse et l'accélération ont été obtenues par dérivations successives. Dans le cas de cette étude, le démarrage se fait suivant un mouvement uniformément varié sur une durée d'environ  $3,6 \text{ s}$  avec une accélération de  $0,26 \text{ m/s}^2$ . Quant à l'arrêt, la loi de mouvement est uniformément retardée avec une décélération de  $-2 \text{ m/s}^2$  et un temps d'arrêt de  $0,62 \text{ secondes}$ .

## Annexe

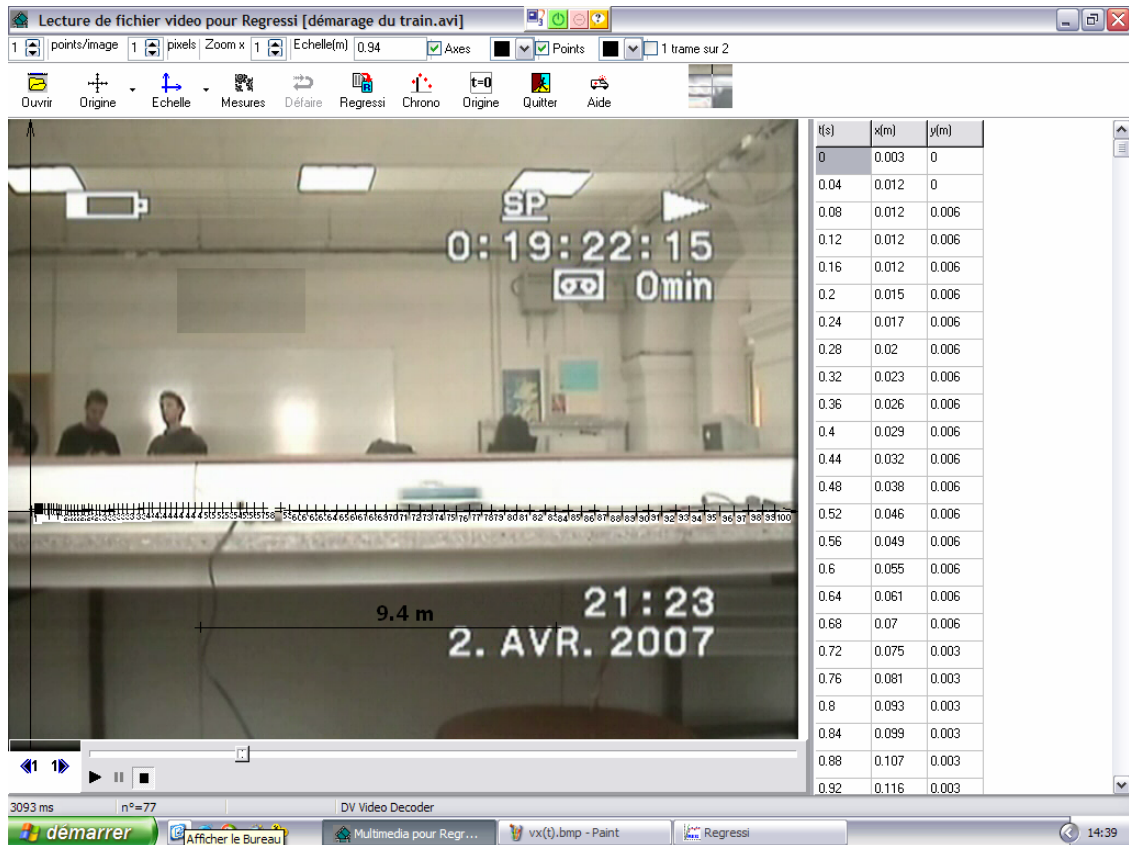


Fig. 7 : traitement de la vidéo lors du démarrage

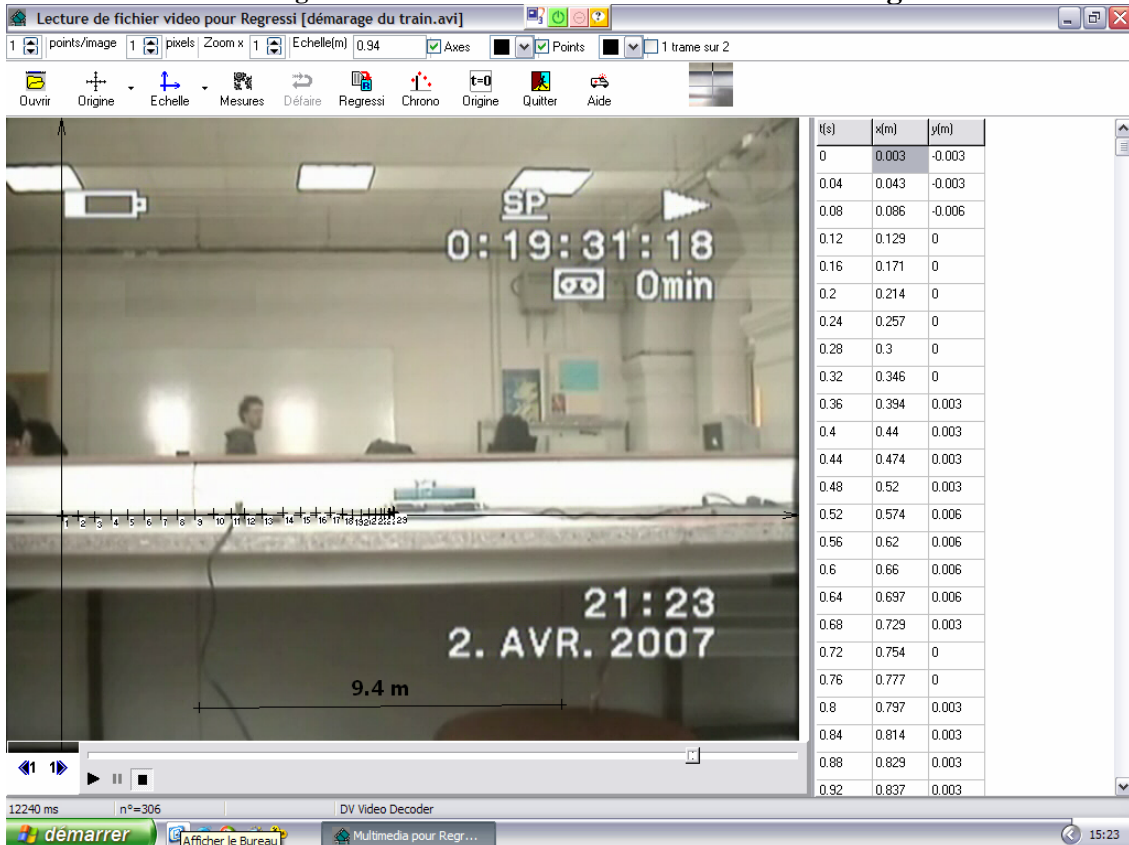


Fig. 8 : traitement de la vidéo lors du freinage