

## Transport des déchets ménagers par voie navigable sur le Rhône - Etude sur le batillage

Théodora Cohen

Mandant : Services Industriels de Genève

### Introduction

L'usine de traitement et de valorisation des déchets de Genève accueille depuis 1967 une partie des déchets ménagers genevois par transport fluvial sur le Rhône. Le dispositif navigable, composé d'un pousseur et d'une barge pouvant contenir jusqu'à 170 tonnes de charge utile, génère des vagues qui altèrent les berges du Rhône en certains endroits. Les SIG souhaitent trouver un moyen de les réduire en modifiant la morphologie du convoi sans perturber le système d'amarrage et de déchargement.

### Méthodologie

L'étude s'appuie sur des mesures et observations in situ, sur la modélisation numérique 3D et sur la modélisation physique en bassin de carène. Elle est séparée en quatre parties.

1. Calage de la modélisation numérique 3D sur les comportements observés et les vagues mesurées in situ.
2. Prospection numérique de différents types d'aménagements visant à réduire l'amplitude des vagues.
3. Etude sur modèle physique en bassin de carène allant jusqu'à l'optimisation de la solution retenue.
4. Simulation numérique de la solution optimale dans un but de comparaison et validation.

Les résultats sont présentés en fonction de la vitesse relative du convoi, c'est-à-dire de sa vitesse par rapport à l'eau. Le profil de référence est de 60 m de largeur et de 6.6 m de profondeur. Les vitesses testées vont de 16 à 24 km/h.

### Simulation numérique

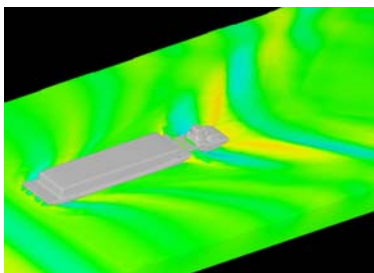


Figure 1: Vagues générées par le pousseur et la barge ( $V_{relative}$  24 km/h)

La simulation numérique a été effectuée avec le logiciel Flow 3D. Le convoi était maintenu fixe et la vitesse du courant variée. Le creux se formant sous le pousseur est la vague la plus importante générée par le convoi (Figure 1).

Quatre types d'aménagements morphologiques ont été testés numériquement :

- bulbe sur la barge
- plaque à l'arrière de la barge
- plaque à l'arrière du pousseur
- plaque à l'arrière de la barge et plaque à l'arrière du pousseur.

La plaque à l'arrière de la barge s'est révélé être la configuration la plus efficace.

### Essais en laboratoire

Les essais ont été conduits dans le canal Vevey du LCH, à l'échelle géométrique 1:30 en bougeant le modèle réduit du convoi dans un plan d'eau stable. La ligne d'eau a été mesurée par trois sondes à ultrasons fixées sur le bord du canal à des distances de 7, 12 et 24 m du convoi. La force de traînée a été évaluée à l'aide d'une balance électronique reliée au convoi par un fil et une poulie. Les résultats sont

interprétés dans le respect de la similitude de Froude.

Les essais se sont déroulés en trois phases:

- Mise en place des conditions de bord: des atténuateurs de vagues (Figure 2) ainsi qu'un bras-guide ont été installés dans le canal Vevey.

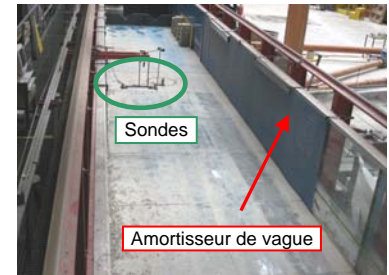


Figure 2: Aménagements du canal de test

- Tests des solutions les plus prometteuses: une plaque à l'arrière de la barge, une plaque à l'arrière du pousseur ainsi

qu'un bulbe à l'avant de la barge ont été testés (Figure 3). La plaque à l'arrière de la barge a été confirmée comme la solution la plus efficace.

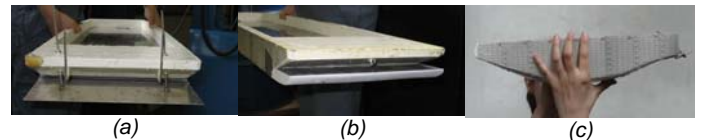


Figure 3: Maquette de la barge avec plaque à l'arrière (a), bulbe à l'avant (b) et maquette du pousseur avec plaque à l'arrière (c)

- Optimisation de la solution retenue: l'inclinaison optimale de la plaque a été définie et deux longueurs de plaques ont été comparées (Tableau 1)

Tableau 1: Taux de réduction de la vague maximale par rapport à la situation de base pour une petite et une grande plaque

|                       | 17.7<br>[km/h] | 19.2<br>[km/h] | 20.4<br>[km/h] | 23.2<br>[km/h] |
|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Petite plaque à 7 m   | 42%            | 30%            | 24%            | -1%            |
| Grande plaque à 7 m   | 33%            | 40%            | 29%            | 18%            |
| Petite plaque à 12 m  | 23%            | 39%            | 29%            | 6%             |
| Grande plaque à 12 m  | 18%            | 42%            | 21%            | -4%            |
| Petite plaque à 24 m  | 11%            | 43%            | 15%            | -4%            |
| Grande plaque à 24 m  | 19%            | 41%            | 17%            | -2%            |
| Moyenne petite plaque | 25%            | 37%            | 23%            | 0%             |
| Moyenne grande plaque | 23%            | 41%            | 22%            | 4%             |

### Conclusions

L'analyse comparative des résultats numériques et physiques fait apparaître des écarts significatifs liés en particulier au fait que la modélisation numérique considère le convoi comme un objet rigide. Le modèle physique se révèle plus consistant sur le développement du champ de vagues et sur la force de traînée.

L'installation d'une plaque de l'ordre de 4.5 m de longueur à l'arrière de la barge sur toute sa largeur est considérée comme la solution la plus efficace. Elle permet de réduire l'amplitude de la vague maximale de 23% à 41% en fonction de la vitesse de navigation. L'angle d'inclinaison optimal est de 0 degré par rapport au fond de la barge. Cette plaque devrait être équipée de vérins hydrauliques permettant de la remonter pour faciliter les manœuvres ainsi que de régler l'angle d'inclinaison qui se révèle comme un paramètre très sensible. Cet aménagement, d'une petite ou d'une grande plaque, réduit également la force de traînée du convoi avec une économie de carburant à la clé.