

# Etude sur modèles physiques de dispositifs dissipateurs d'énergie en hydraulique pluviale

Pedro Almeida Manso (2002-03)

Mandant : Société Nationale des Chemins de Fer (SNCF - France)

## Préambule

Le travail a consisté en une étude sur modèles réduits de deux types de descentes d'eau utilisés par la SNCF dans les systèmes de drainage des lignes ferroviaires à grande vitesse. Les essais avaient pour objectif d'optimiser le concept et d'établir les bases théoriques de dimensionnement d'ouvrages similaires. L'étude était subdivisée en 5 phases: la définition d'un critère d'efficacité et du projet de modélisation ; la construction des modèles réduits ; les tests des configurations de base ; l'optimisation des descentes d'eau ; et, l'établissement du rapport final.

La descente type DE03 est constituée d'un coursier lisse incliné à 33° terminé par un bassin dissipateur à paroi d'impact en pied de chute. Elle a été étudiée à l'échelle 1:5 pour un débit de dimensionnement de 300 l/s en vraie grandeur. La descente type DE04 est composée d'une cascade de 9 chutes successives inclinée à 45°, aboutissant sur une auge orientée à 90°. Elle a été étudiée à l'échelle 1:10 pour un débit de dimensionnement de 8 m<sup>3</sup>/s en vraie grandeur. Les modèles réduits correspondent à deux ouvrages construits à Avignon, France (Fig. 1).



Figure 1: A gauche, descente d'eau pluviale en escalier type DE04 à Avignon (FR) , à droite, modèle réduit de la descente lisse type DE03.

## Projet de modélisation physique

Dans la phase 1, les principes d'analyse de la performance des descentes, ainsi que le concept de construction et d'exploitation des modèles réduits, ont été établis. Dans la phase 2, les maquettes ont été installées et les essais de mise en eau réalisés.

## Configurations de base

En la phase 3, le diagnostic de l'état actuel des descentes a été établi. La descente lisse DE03 permet l'évacuation du débit de dimensionnement en toute sécurité et entre en dysfonctionnement pour un débit 1.5 plus élevé. La lame d'eau sur le coursier étant très mince, un calcul analytique de la courbe de remous a été effectué, qui a permis de confirmer le bon dimensionnement des murs bajoyers du coursier en tenant compte de l'entraînement

d'air. En pied de chute, les essais ont montré que la couverture du bassin dissipateur contribue positivement au fonctionnement de l'ouvrage. A l'entrée de la tranchée aval, une zone d'affouillement étendue a été observée, ainsi qu'un débordement sur la rive opposée pour les débits élevés.

La descente en escalier DE04 ne fonctionne pas dans les conditions d'écoulement en cascade souhaitées à partir de débits de l'ordre de 20% du débit de projet. L'écoulement d'approche étant en régime torrentiel, l'entrée sur le coursier se fait sans la participation des premières marches, celles-ci étant dépassées par le jet initial. Ce dysfonctionnement du coursier débouche sur un excédent d'énergie en pied de chute. La dissipation dans l'auge est alors nettement insuffisante pour ralentir l'écoulement à cet endroit, ce qui provoque une érosion étendue dans la tranchée aval.

## Optimisation des descentes

L'optimisation de la descente lisse DE03 a inclus l'élimination de la chute à la transition amont, la construction d'un muret sur la rive opposée à la descente et le revêtement de la tranchée aval. Le rendement total de la descente est évalué à environ 92%.

Sur la base des résultats expérimentaux, le débit de projet initial de la descente en escalier DE04 a été admis comme débit maximal et son fonctionnement limité à des débits unitaires extrêmes de 1.6 m<sup>2</sup>/s. Plusieurs configurations ont été élaborées et testées, pour la transition amont, le coursier et la transition aval. En amont, l'entrée dans le coursier est imposée en régime fluvial ou critique, par moyen d'un déversoir à mince paroi (Fig. 2) ou par réduction de la pente du canal.

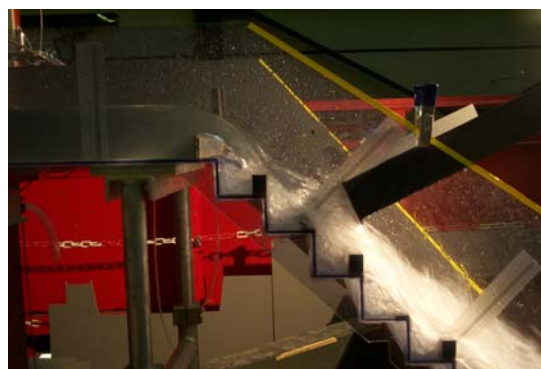


Figure 2: Descente en escalier DE04 : solution optimale pour la transition amont et le coursier (y inclus le brise-jet)

Sur le coursier, les nez de marches ont été remplacés par des rangées de blocs d'impact en créneau, alternés sur la descente. Ce dispositif crée un écoulement plus dissipatif, constitué de jets croisés. Un brise-jet limite les giclements produits par le rejaillissement sur les premiers blocs en amont. En pied de chute, le volume de dissipation a été augmenté par la création d'un coussin d'eau additionnel. Ceci est obtenu par la surélévation de la cote de sortie de l'auge, grâce à un déversoir à mince paroi. En aval, la tranchée et la rive gauche ont été revêtues.

## Bases de dimensionnement

A partir des essais sur modèle réduit, des bases de dimensionnement des descentes type DE03 et DE04 ont été établies pour des descentes similaires à celles étudiées. Celles-ci peuvent même être proportionnellement plus longues ou à plus faible pente, pour autant que les débits unitaires limites soient respectés.