

# Influence de la pente et d'une rugosité de fond sur le déplacement et la morphologie de dunes de type barkhane

Vincent Laval - François Charru

IMFT - TOTAL S.A.

# Introduction

## Contexte général de la thèse

- Sujet : Etude du transport de grains en conduite inclinée
- Une thèse CIFRE expérimentale financée par TOTAL S.A

## Objectifs généraux

- Amélioration de la compréhension des mécanismes de transport de grains en conduite
- Détermination d'une loi de débit solide en vue d'une modélisation plus générale
- Quantification de l'effet de pente et de rugosité sur les dit mécanismes

# Objectifs

**Le transport de sable en conduite** souffre encore de lacunes quant à sa modélisation, en ce qui concerne l'effet :

- d'une **pen**te sur le seuil de mise en mouvement
- d'une pente sur le **débit solide** associé
- d'une **rugosité** de paroi équivalente à la granulométrie envisagée
- des interactions dune/dune

## Questionnements

- La pente n'intervient-elle que comme un réhausseur du seuil ?
- Comment déterminer un débit solide dans le cas de fortes interactions dune/dune ?
- La rugosité tend-elle à freiner le mouvement ? à éroder ?

# État de l'art

## Fernandez Luque et Van Beek (1976)

La pente se manifeste sur le seuil par une correction en  $\frac{\sin(\alpha-\beta)}{\sin \alpha}$

## Soulsby et Whitehouse (1997)

La pente se manifeste sur le seuil par une correction en  $\frac{\sin(\phi+\beta)}{\sin \phi}$

## Loiseleux et al (2005)

Dans un cas laminaire, loi de la même forme pondérée par une fonction de  $Re_d$

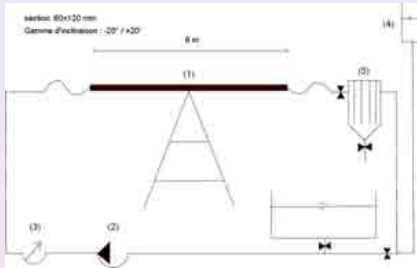
## Conclusions

L'effet de la pente a surtout été quantifié sur le seuil. L'impact de cette pente sur le débit solide et la vitesse des dunes n'a été que peu investigué ainsi que l'effet de la présence d'une rugosité de fond

# Sommaire

- 1 Introduction
- 2 Moyens mis en oeuvre
  - Dispositif expérimental
  - Gamme de paramètres
- 3 Résultats préliminaires
  - Influence de la rugosité de fond
  - Vitesse de dune et influence de la pente

# Dispositif expérimental : schéma



# Métrologie



- Section du canal en verre
- Caméra PCO 2000
- Éclairage par fibre optique
- Miroir à 45° pour une vue de côté
- Banc de translation manuel

# Gamme de paramètres

- La migration d'une dune sur fond rugueux est-elle différente de celle sur un fond lisse?
- **3 diamètres** : 0.2 mm ( $Re_s = 4.6$ ) 0.5 mm ( $Re_s = 36.7$ ) et 0.1 mm ( $Re_s = 1.2$ )
- **2 masses volumiques** : Zirconium  $\rho = 3800\text{kg}/\text{m}^3$  et Verre  $\rho = 2600\text{kg}/\text{m}^3$
- **3 Reynolds** ( $Re = \frac{U_{moy}h}{\nu}$ ) : 13900, 21600, 24700
- **3 angles** au moins :  $-10^\circ$  ,  $0^\circ$  ,  $10^\circ$
- **Nombre de Reynolds de grain**  $\frac{du_*}{\nu}$  :
  - $d = 0.1 \Rightarrow 1.7 < d^+ < 2.9$
  - $d = 0.2 \Rightarrow 3.2 < d^+ < 5.3$
  - $d = 0.5 \Rightarrow 9.7 < d^+ < 13.3$



# Influence de la rugosité de fond

- Lisse
- Diamètre : 0.2 mm  
verre
- Vitesse moyenne :  
 $U_{moy} = 0.31m/s$
- Angle :  $0^\circ$

La video

# Influence de la rugosité de fond

- Rugueux
- Diamètre : 0.2 mm  
verre
- Vitesse moyenne :  
 $U_{moy} = 0.31m/s$
- Angle :  $0^\circ$

La video

# Influence de la rugosité de fond

- Rugueux
- Diamètre : 0.2 mm  
verre
- Vitesse moyenne :  
 $U_{moy} = 0.27 m/s$
- Angle :  $-10^\circ$

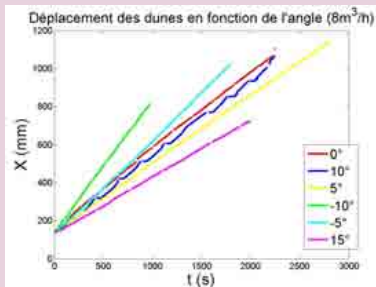
La video

# Observations

- La rugosité déstabilise la symétrie mais préserve la forme d'équilibre
- Elle favorise le lâcher de petites barkhanes à haut Reynolds
- Elle crée une érosion par le fond à bas Reynolds
- Elle peut créer une dynamique complexe d'interaction de dunes

# Vitesse de dune et influence de la pente

## Position



## Observations

- On retrouve une forte dépendance en fonction de l'angle
- Les dimensions des dunes sont équivalentes

# Conclusions et Perspectives

## Conclusions

- Forte influence de la rugosité sur la dynamique d'érosion et sur le lâcher de barkhanes
- Dynamique complexe d'interactions dunes/dunes
- Modification des vitesses de dunes par la pente
- Cette vitesse ne dépendrait que de l'écart au seuil

## Perspectives

- Analyse statistique des tailles caractéristiques de dunes
- Taille minimale d'une dune
- Impact de la pente sur la face d'avalanche
- Analyse de la turbulence sur la dune

Merci de votre attention