

# CINQUIEME PARTIE:

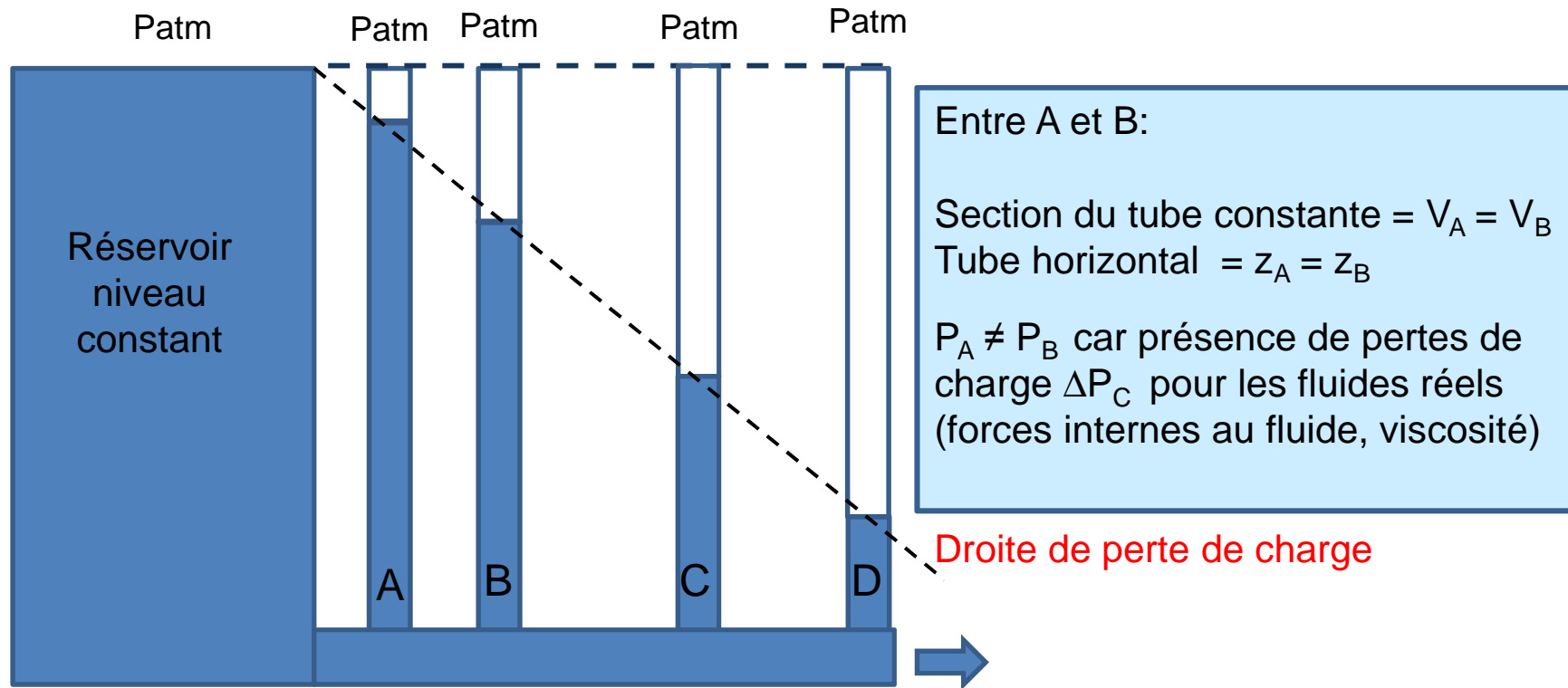
## Applications :

Ecoulements de fluides réels  
dans les conduites

Analyse de la texture des  
Aliments

## 5.1. Applications à l'écoulement de fluides réels

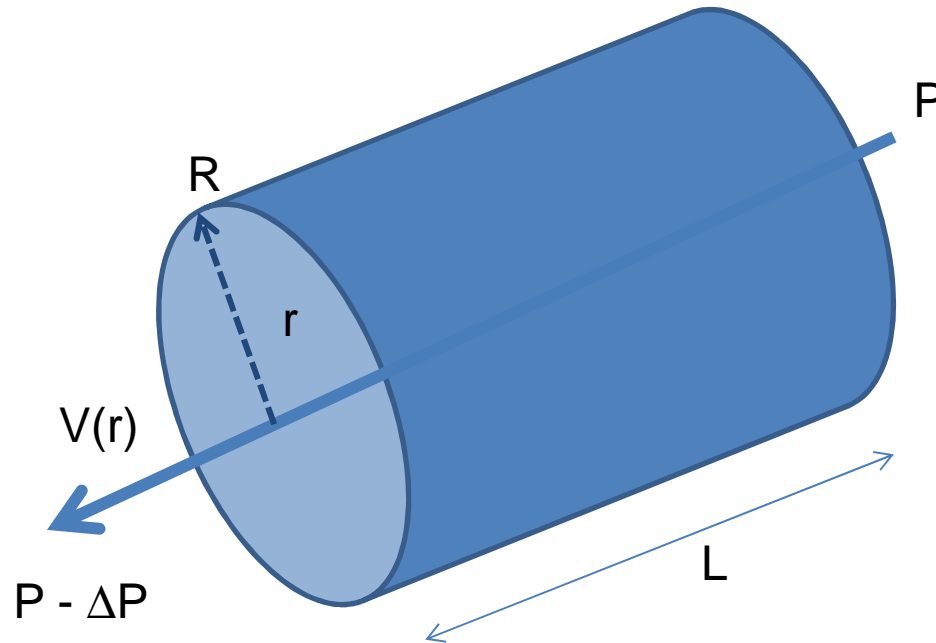
*Rappel : Théorème de Bernoulli / notions de perte de charge*



$$P_A + \frac{\rho \cdot V_A^2}{2} + \rho \cdot g \cdot z_A = P_B + \frac{\rho V_B^2}{2} + \rho \cdot g \cdot z_B + \Delta P_C$$

## 5. Applications

*Ecoulement laminaire dans une conduite cylindrique de section circulaire*



$$2 \cdot \pi \cdot r \cdot L \cdot \tau = \Delta P \cdot \pi \cdot r^2$$

Frottements = Pression



$$\tau ( r ) = \frac{r}{2} \cdot \frac{\Delta P}{L}$$

Quelque soit le fluide

Equation de Rabinovitch-Mooney

$$Q = \frac{\pi R^3}{\tau_P^3} \cdot \int_0^{\tau_P} \tau^2 \dot{\epsilon}(\tau) \cdot d\tau$$

Débit volumique

Loi de comportement

## 5. Applications

*Ecoulements laminaires dans une conduite cylindrique de section circulaire*

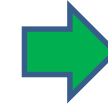
Pour un fluide Newtonien

Loi de Poiseuille

$$\dot{\varepsilon} = \frac{\tau}{\mu}$$



$$Q = \frac{\pi R^4}{8\mu} \cdot \frac{\Delta P}{L} = \frac{\pi D^4}{128\mu} \cdot \frac{\Delta P}{L}$$



$$\dot{\varepsilon} = \frac{4Q}{\pi R^3}$$

Pour les fluides rhéofluidifiants / rhéoépaississants (loi puissance)

$$\dot{\varepsilon} = \left( \frac{\tau}{K} \right)^{1/n}$$



$$Q = \frac{n}{3n+1} \cdot \pi R^3 \left( \frac{R \cdot \Delta P}{2LK} \right)^{\frac{1}{n}}$$



$$V(r) = \frac{3n+1}{n+1} \cdot V_m \cdot \left( 1 - \left( \frac{r}{R} \right)^{\frac{n+1}{n}} \right)$$

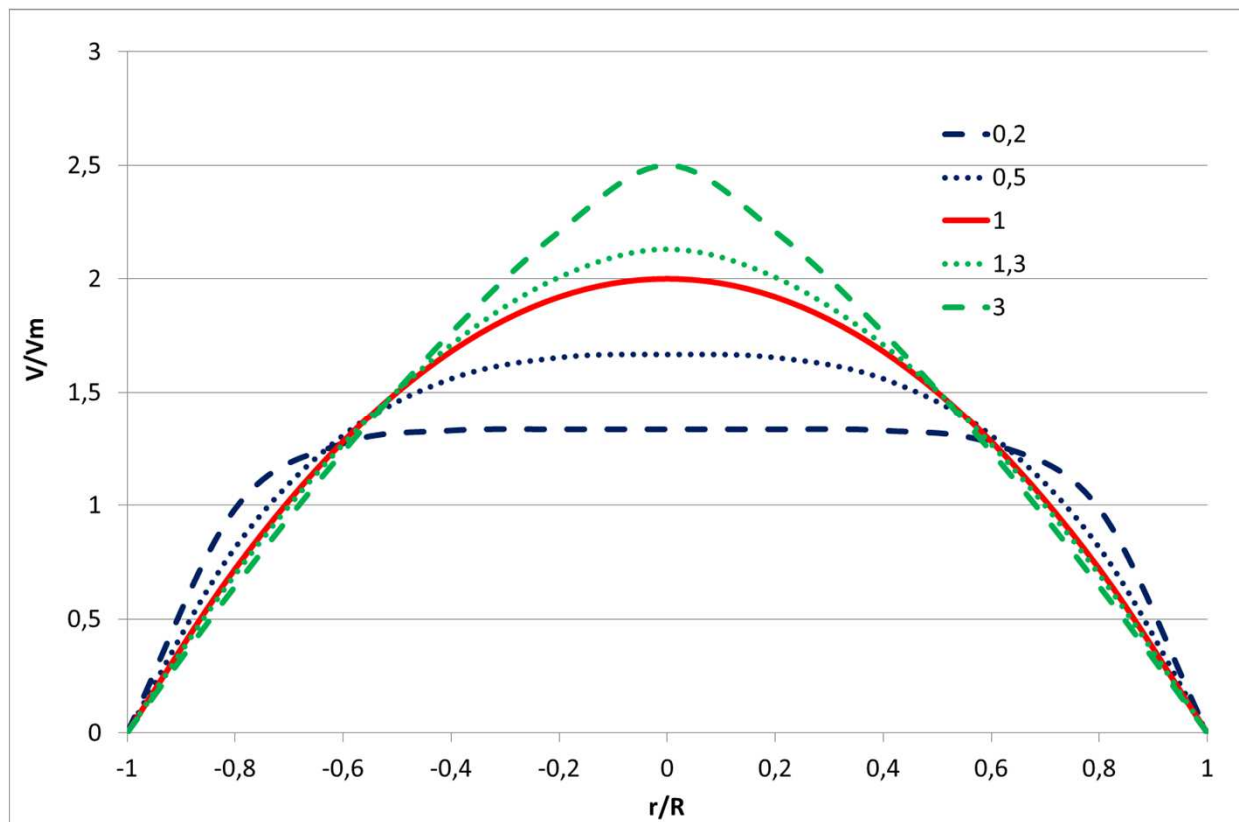
Vitesse à la paroi

## 5. Applications

*Ecoulements laminaires dans une conduite cylindrique de section circulaire*

Pour les fluides rhéofluidifiants / rhéoépaississants (loi puissance)

Profils d'écoulement de fluides réels en fonction de  $n$



$n = 1$  : Newtonien

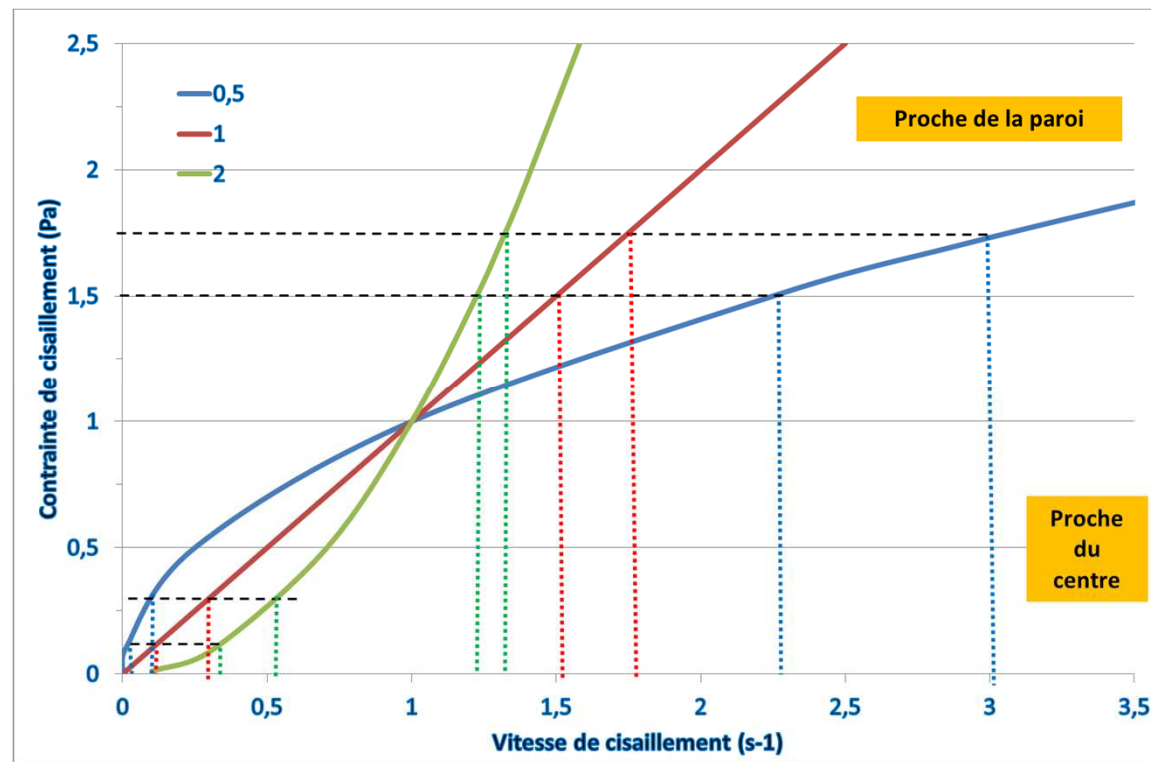
$n < 1$  : Rhéofluidifiant

$n > 1$  : Rhéoépaississant

## 5. Applications

*Ecoulements laminaires dans une conduite cylindrique de section circulaire*

Pour les fluides rhéofluidifiants / rhéoépaississants (loi puissance)



Proche de la paroi = contrainte maximale

Proche du centre = contrainte minimale

$$\Delta \tau \Rightarrow \Delta \dot{\epsilon}_F > \Delta \dot{\epsilon}_N > \Delta \dot{\epsilon}_E$$

$$\Delta \tau \Rightarrow \Delta \dot{\epsilon}_F < \Delta \dot{\epsilon}_N < \Delta \dot{\epsilon}_E$$

## 5. Applications

*Ecoulements laminaires dans une conduite cylindrique de section circulaire*

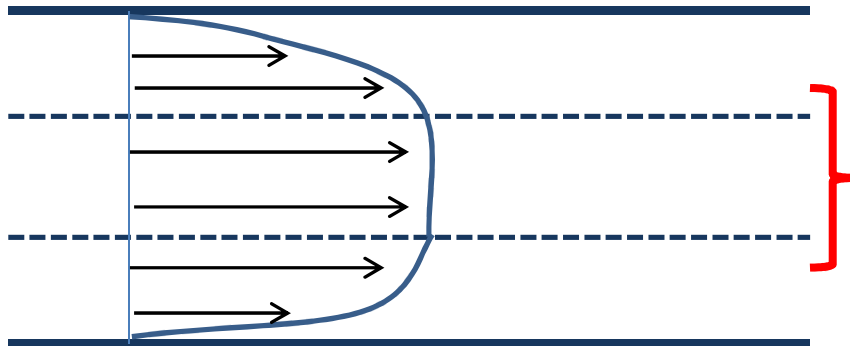
Pour un fluide à seuil type Bingham

$$\dot{\varepsilon} = \frac{(\tau - \tau_c)}{\alpha}$$



$$Q = \frac{\pi R^3}{4\alpha} \cdot \tau_p \cdot \left[ 1 - \frac{4}{3} \cdot \left( \frac{\tau_c}{\tau_p} \right) + \frac{1}{3} \cdot \left( \frac{\tau_c}{\tau_p} \right)^4 \right]$$

$$\text{avec } \dots \tau_p = \frac{D \cdot \Delta P}{4 \cdot L}$$



Écoulement bouchon à  
 $V = \text{constante}$   
pour  $\tau < \tau_0$