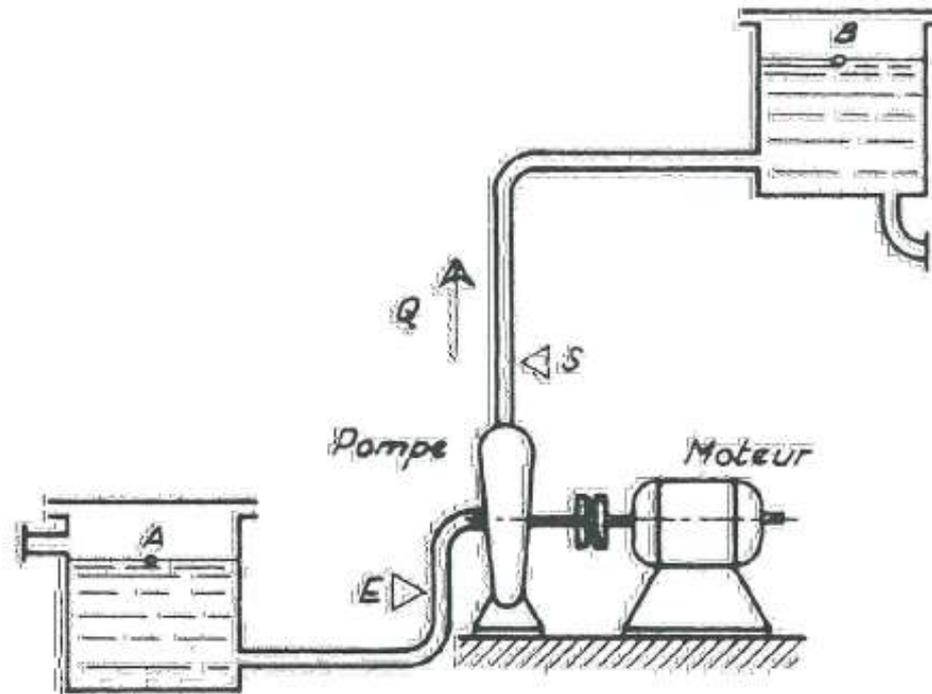


Etude qualitative des pompes

Accroissement d'énergie; origine & bilan

La pompe: fonctionnement qualitatif...

- Pompe, moteur, réservoir et tuyauterie...



- Entre A et B...

Utilisation de l'équation de Bernoulli (valide...)

- Entre A et E

$$H_A = H_E + \sum \Delta h_{AE}$$

$$\text{avec } H = \frac{p}{\rho g} + \frac{U^2}{2g} + z$$

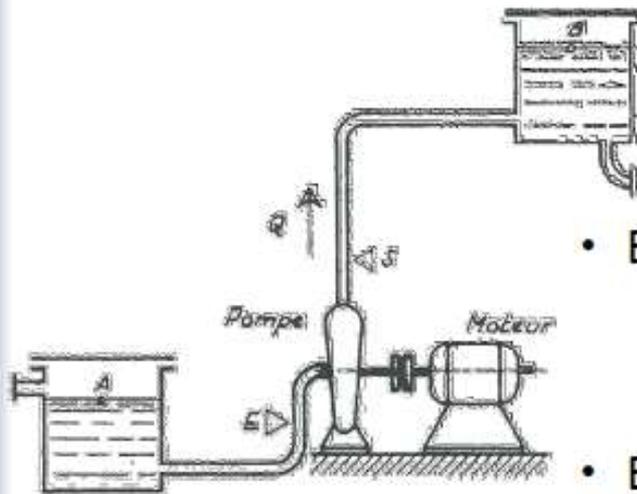
- Entre S et B

$$H_S = H_B + \sum \Delta h_{SB}$$

- Entre A et B... => Σ

$$H_A + H_S = H_E + H_B + \sum \Delta h_{AE} + \sum \Delta h_{SB}$$

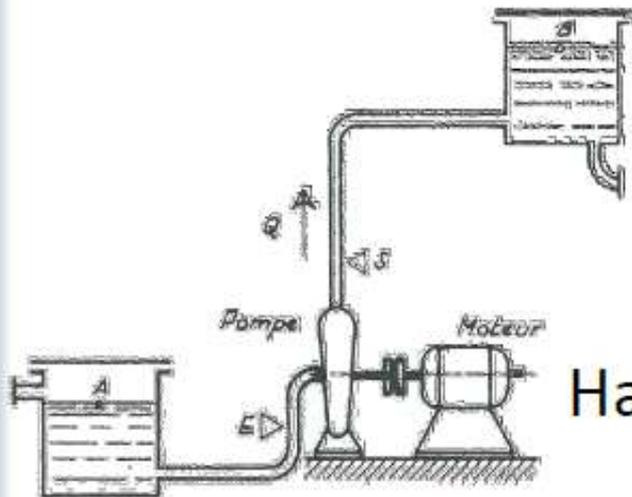
$$\underbrace{(H_S - H_E)}_{H_t} = \underbrace{(H_B - H_A)}_{H_{Hydr}} + \underbrace{\sum \Delta h_{AE} + \sum \Delta h_{SB}}_{\Delta h_{rayon}}$$



Origine de l'accroissement d'énergie...

- Entre A et B...

Utilisation de l'équation de Bernoulli (valide...)



$$U_A \approx 0$$

$$U_B \approx 0$$

$$U_E \approx U_S$$

$$z_E \approx z_S$$

Hauteur **manométrique** $H_t \approx \frac{P_S - P_E}{\rho g}$

Hauteur **hydraulique** $H_{Hydr} = H_t - \sum \Delta h_{réseau}$

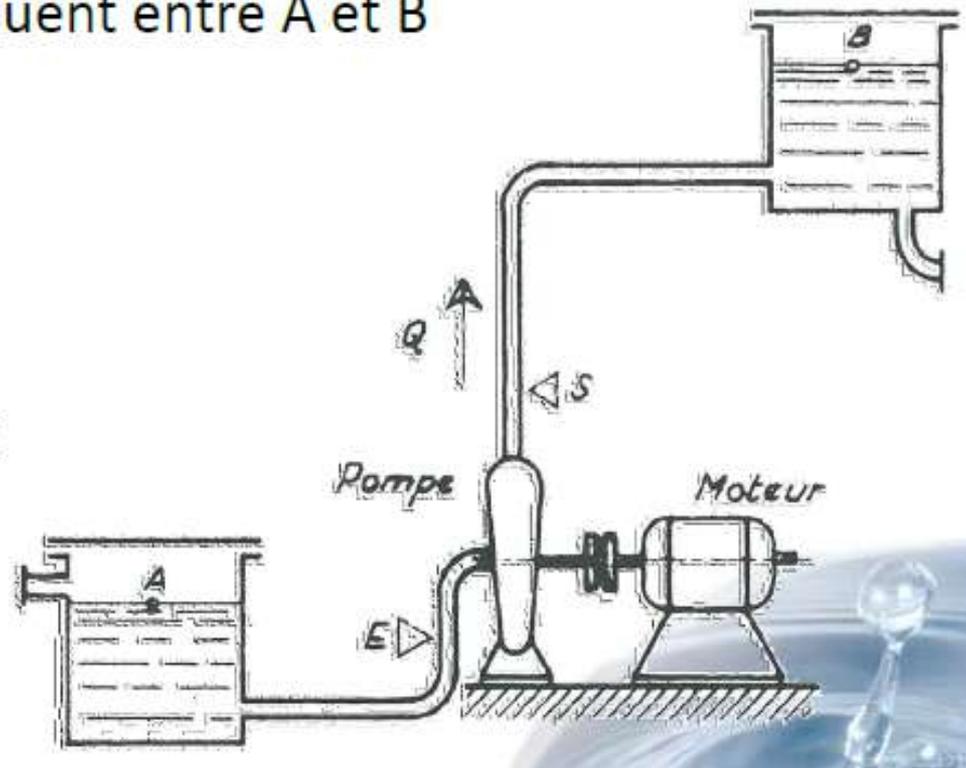


Etapes...

- (1) Fourniture d'énergie par le moteur
- (2) accroissement dans la roue
- (3) accroissement conséquent entre l'entrée (E) et la sortie (S)
- (4) accroissement conséquent entre A et B

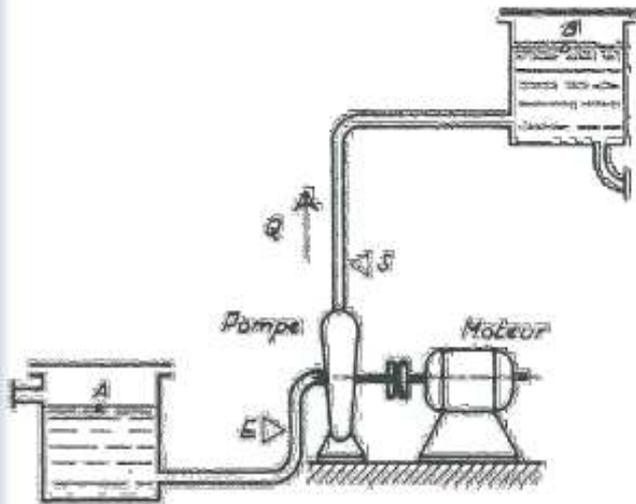
Hypothèses:

- Machine en régime
- Ecoulement permanent



Origine de l'accroissement d'énergie...

- Entre l'entrée (E) et la sortie (S) de la pompe...
(→ Hauteur manométrique)



- Hauteur **indiquée** H_i

$$H_t = H_i - \sum \Delta h_{ES}$$

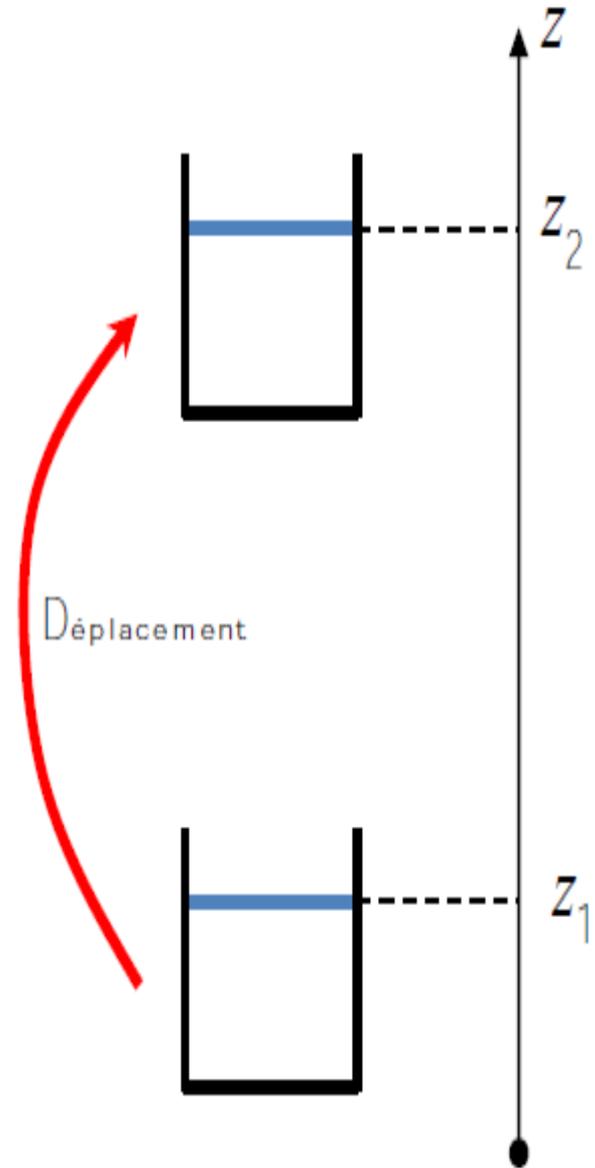
Fuites, chocs,
frottements,
recirculation,...



Puissance hydraulique

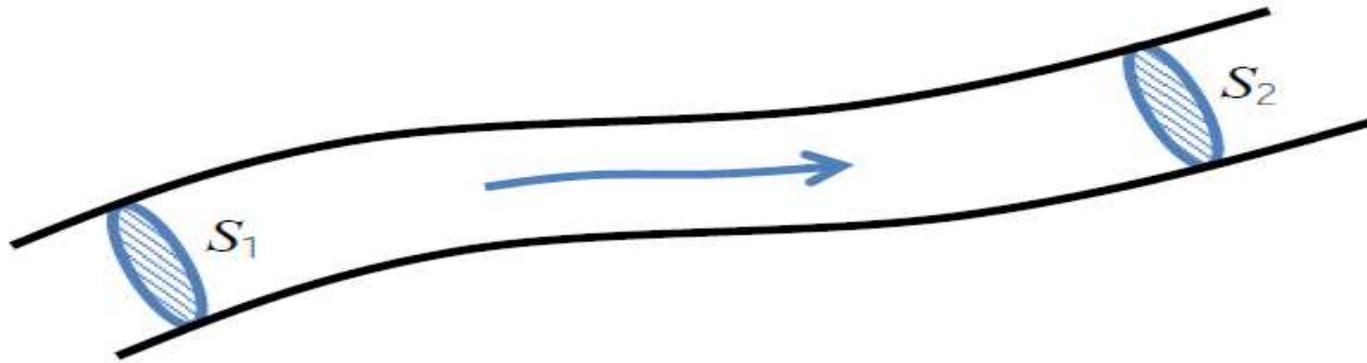
Imaginons un porteur d'eau transportant continuellement des seaux remplis d'eau depuis le bas d'une échelle (altitude Z_1) jusqu'à son sommet (altitude Z_2) ; puis il redescend pour transporter un autre seau et ainsi de suite. Entre les altitudes Z_1 et Z_2 , le porteur d'eau a fait gagner à l'eau de l'énergie potentielle. Le travail W (produit d'une force par un déplacement) fourni peut être évalué en considérant la force qu'elle a fallu vaincre, c'est-à-dire le poids $mg = \rho.V.g$ où V est le volume d'eau, entre Z_1 et Z_2 .

$$W = \rho.V.g.(Z_2 - Z_1)$$



Prenons à présent en compte la vitesse de déplacement du porteur d'eau. Plutôt que d'utiliser la notion d'énergie, nous allons utiliser la notion de puissance qui quantifie la vitesse à laquelle le porteur d'eau apporte de l'énergie au fluide. La puissance étant l'énergie par unité de temps, et en remarquant que le rapport du volume par la durée correspond au débit, il vient que la puissance P peut s'exprimer par :

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot Z$$



Dans le cas plus général d'un fluide qui posséderait aussi une énergie de pression et une énergie cinétique (voir la figure précédente), sa puissance P peut s'écrire comme suit, où H est la charge de l'écoulement au niveau de la section considérée. Reste à généraliser cette notion de charge pour le moment seulement définie ponctuellement.

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$

Origine de l'accroissement d'énergie... Synthèse

P_e

P_e , Puissance *effective*
Puissance fournie par le moteur

P_i

$P_i (H_i)$, Puissance (Hauteur) *indiquée*
Puissance fournie au fluide par la roue mobile

P_t

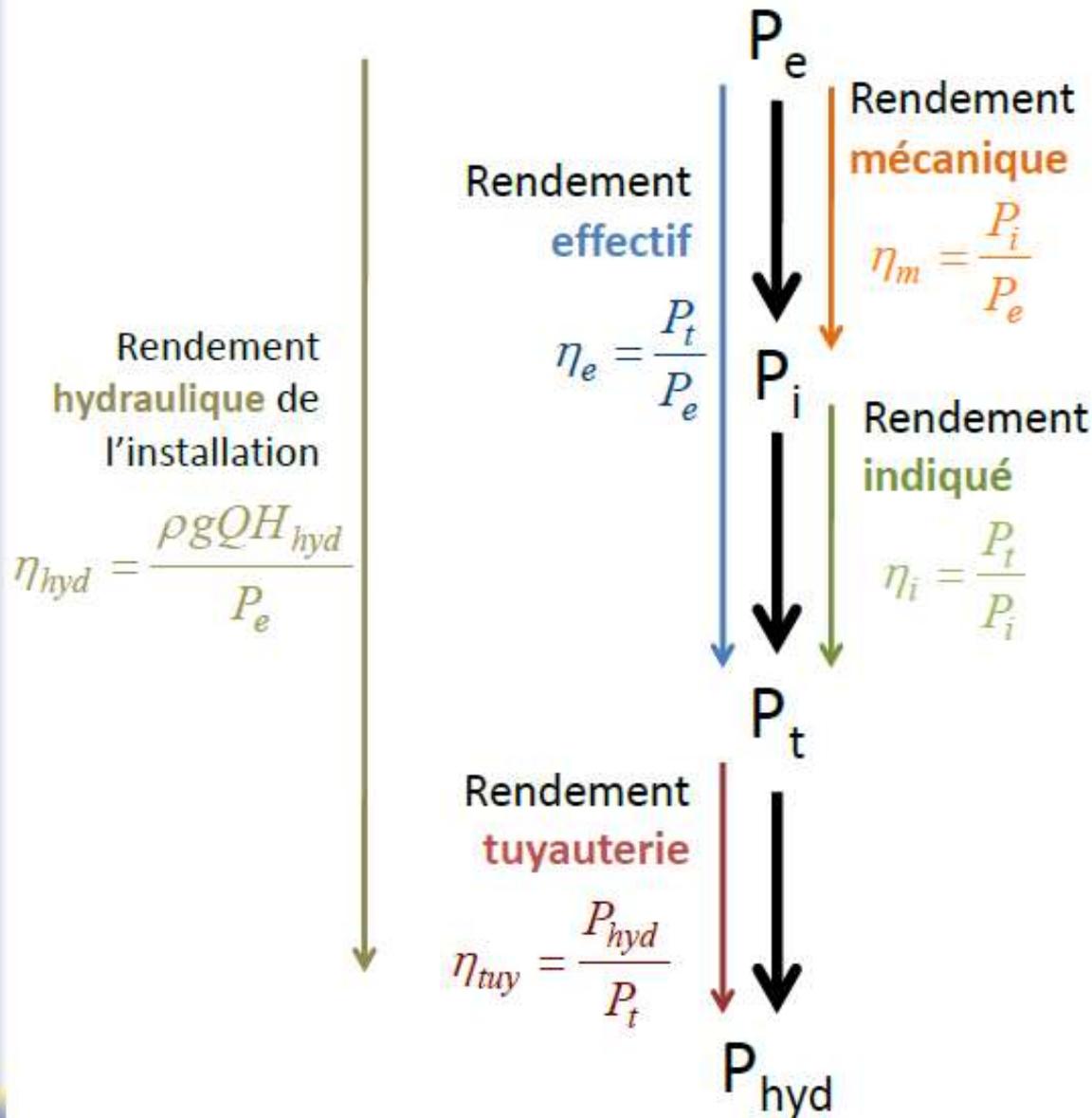
$P_t (H_t)$, Puissance (Hauteur) *manométrique*
Puissance fournie au fluide entre l'entrée et la sortie de la pompe

P_{hyd}

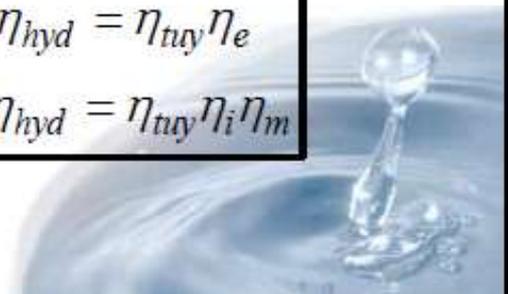
$P_{hyd} (H_{hyd})$, Puissance (Hauteur) *hydraulique*
Puissance reçue effectivement par le fluide



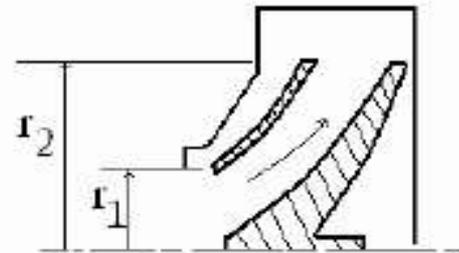
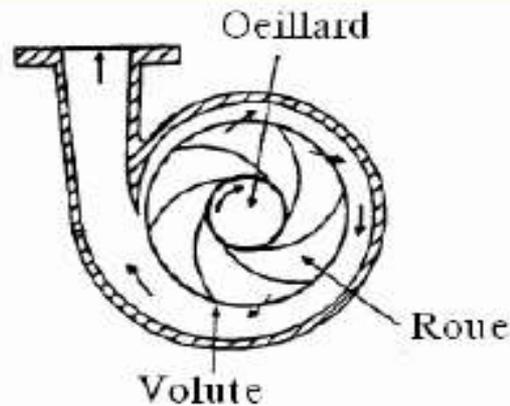
Origine de l'accroissement d'énergie... Bilan énergétique



$$\eta_{hyd} = \eta_{tuy} \eta_e$$
$$\eta_{hyd} = \eta_{tuy} \eta_i \eta_m$$



Principe de fonctionnement d'une pompe



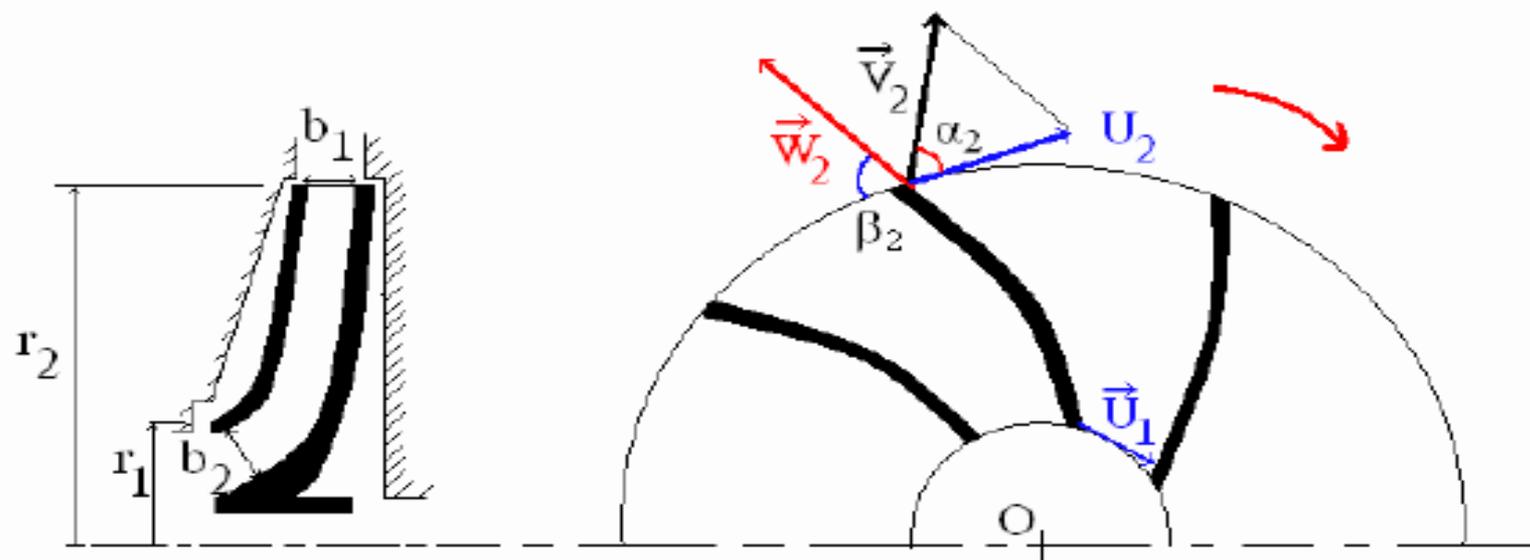
Décomposition du mouvement du fluide

Mouvement absolu = Mouvement d'entraînement + Mouvement relatif

$$\bar{V} = \bar{U} + \bar{W}$$

\bar{W} : Tangente à l'aube

\bar{U} : Tangente à la circonférence



α : angle formé par les vitesses \vec{v} et \vec{U}

β : angle formé par les vitesses \vec{w} et $-\vec{U}$

Particularités

$\beta = \text{constante}$ pour une roue, dépend de sa construction

$\alpha = \text{variable}$ fonction de Q et de la vitesse de rotation n

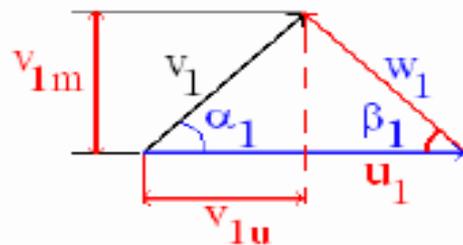
Equation fondamentale

But : Exprimer l'énergie mise en jeu par la pompe et transmise au fluide

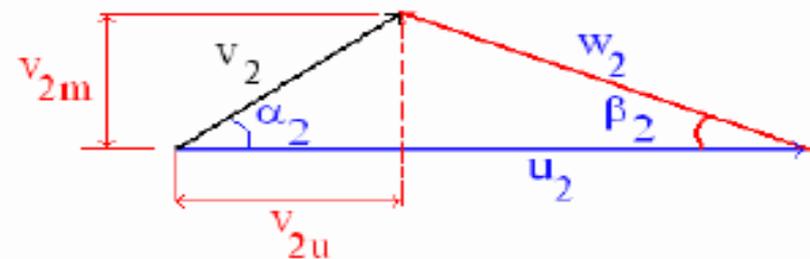
Hypothèse : Pompe idéale

- Pertes d'énergie nulles
- Ecoulement à filets liquides

Triangle des vitesses : Entrée - Sortie



Entrée



Sortie