

Projet TIPE :

Optimisation d'une vis
hydrodynamique pour la
production d'électricité

2016/2017

HAAS Michaël

POUPA Edouard

Sommaire

I. Introduction et problématique

II. Construction de la maquette de centrale à vis hydrodynamique

III. Étude théorique de la puissance fournie et du rendement

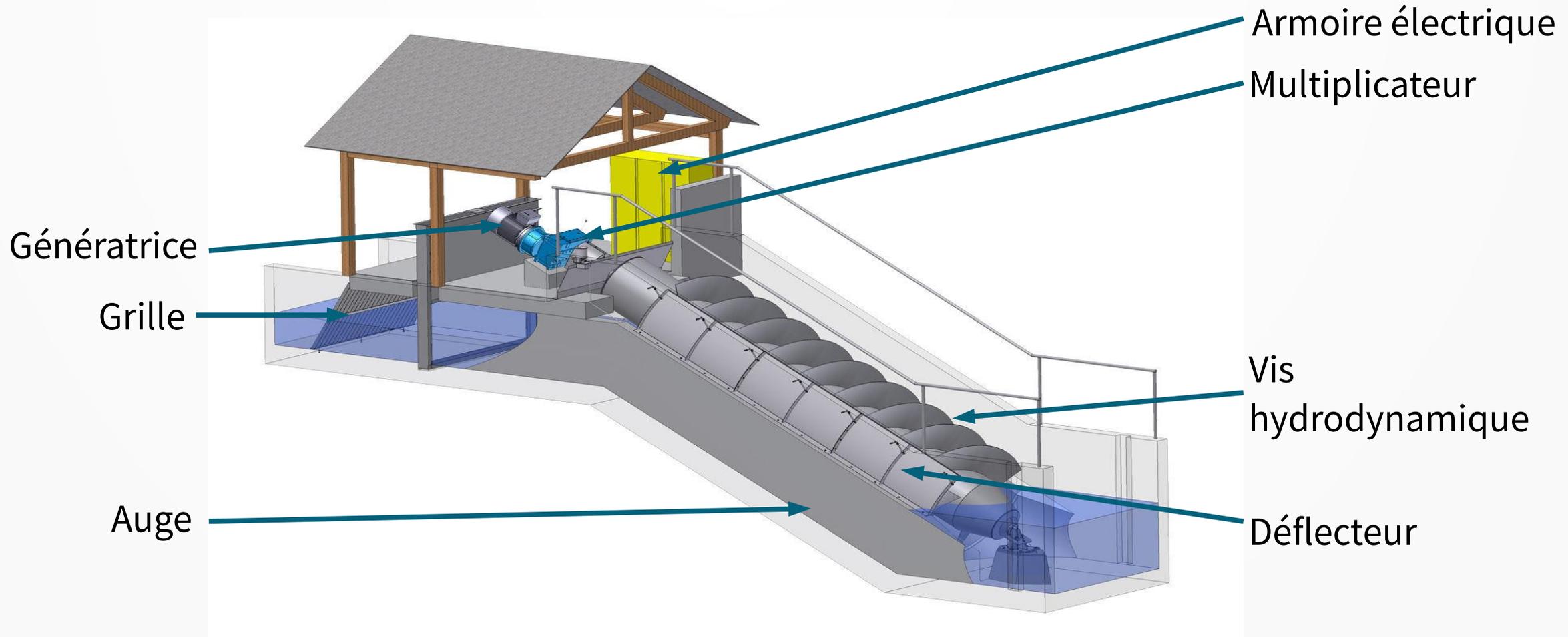
IV. Analyse expérimentale de l'optimisation de la vis

V. Conclusion

1) Introduction et problématique

1) Introduction et problématique

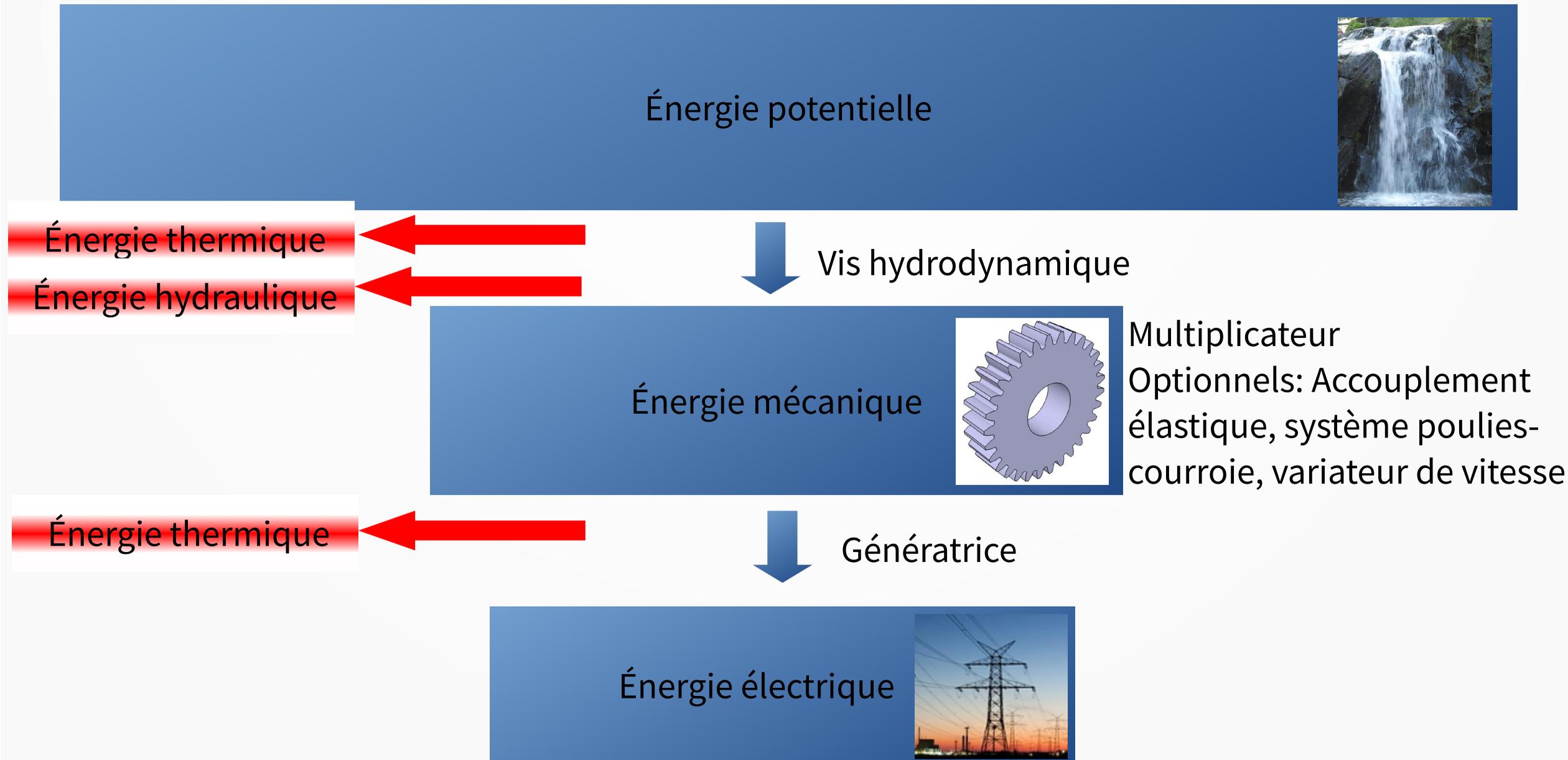
1. Description des éléments



L'utilisation de la vis d'Archimède comme génératrice alors appelée vis hydrodynamique a fait l'objet d'un dépôt de brevet en 1992 par Karl-August Radlik.

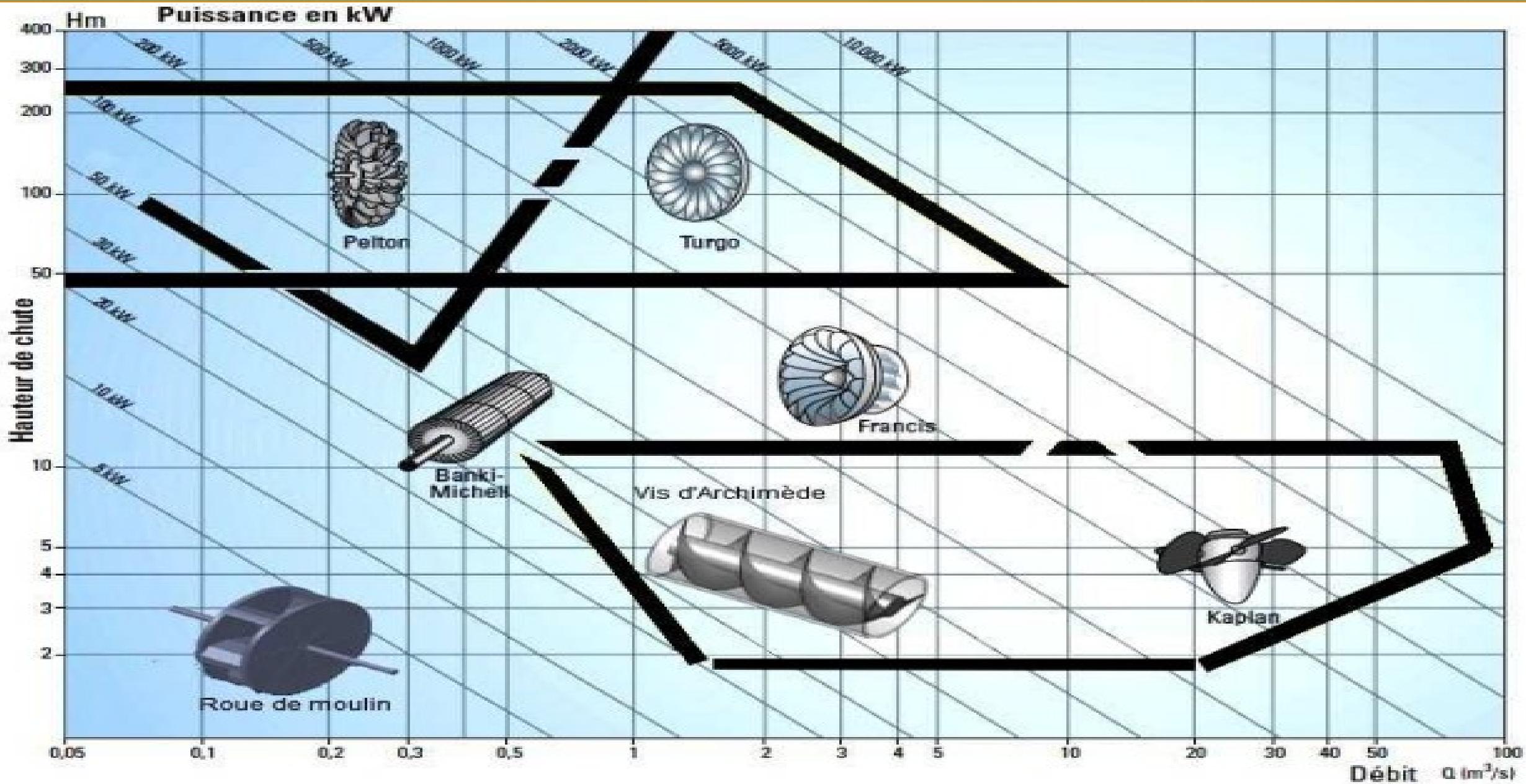
1) Introduction et problématique

2. Principe de fonctionnement



1) Introduction et problématique

3. Plage d'utilisation de la vis hydrodynamique



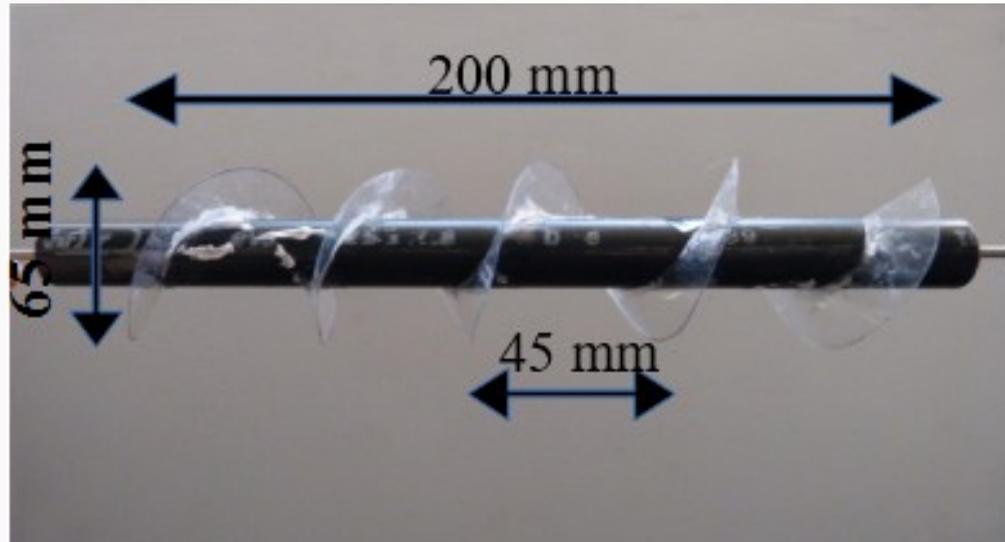
Comment optimiser la production d'électricité des centrales à vis hydrodynamique ?



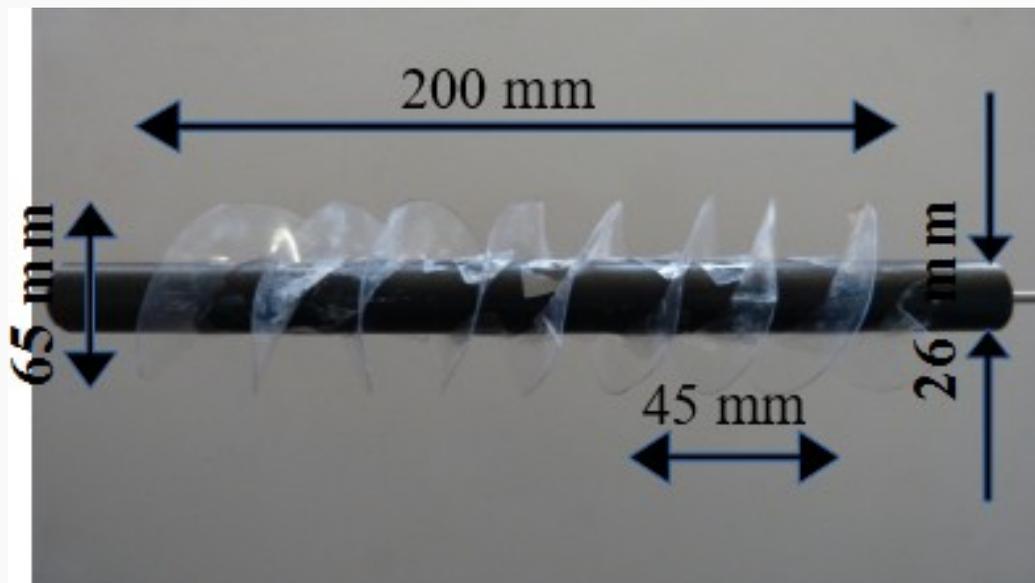
II) Construction de la
maquette de centrale à vis
hydrodynamique

II) Construction de la maquette de centrale à vis hydrodynamique

1. La construction des différentes vis



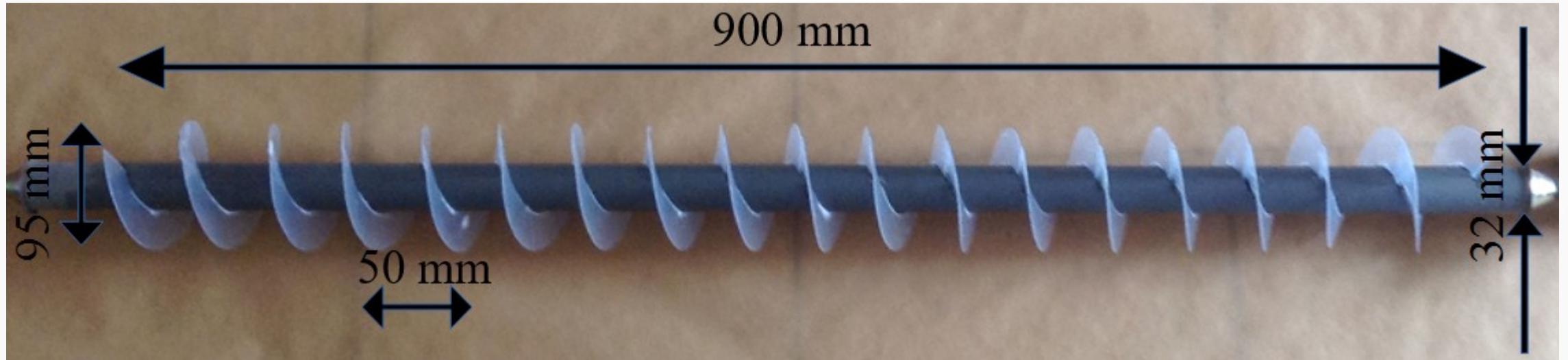
Vis à un filet (réalisée individuellement)



Vis à deux filets (réalisée individuellement)

II) Construction de la maquette de centrale à vis hydrodynamique

1. La construction des différentes vis

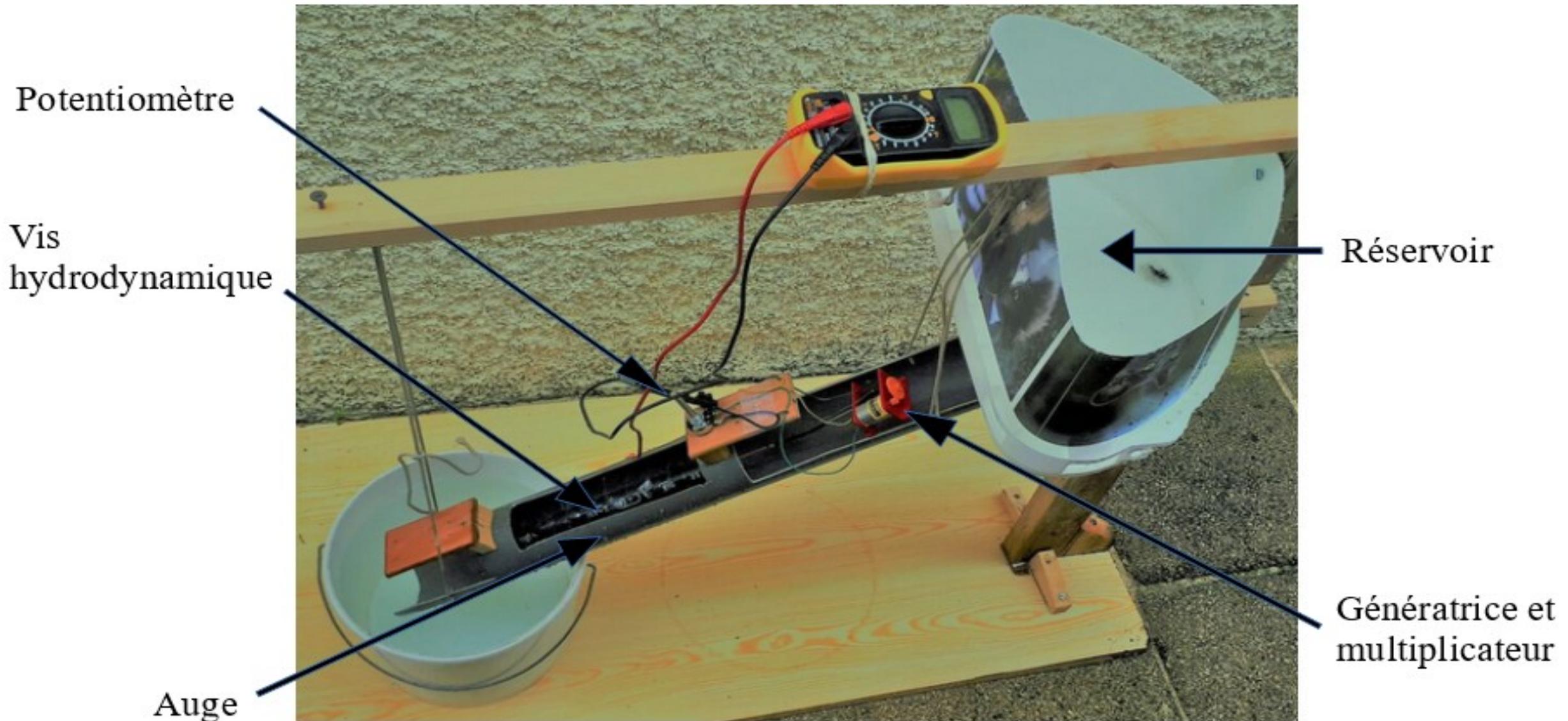


Vis à un filet (réalisée en collaboration avec mon binôme)

II) Construction de la maquette de centrale à vis hydrodynamique

2. Construction de la maquette

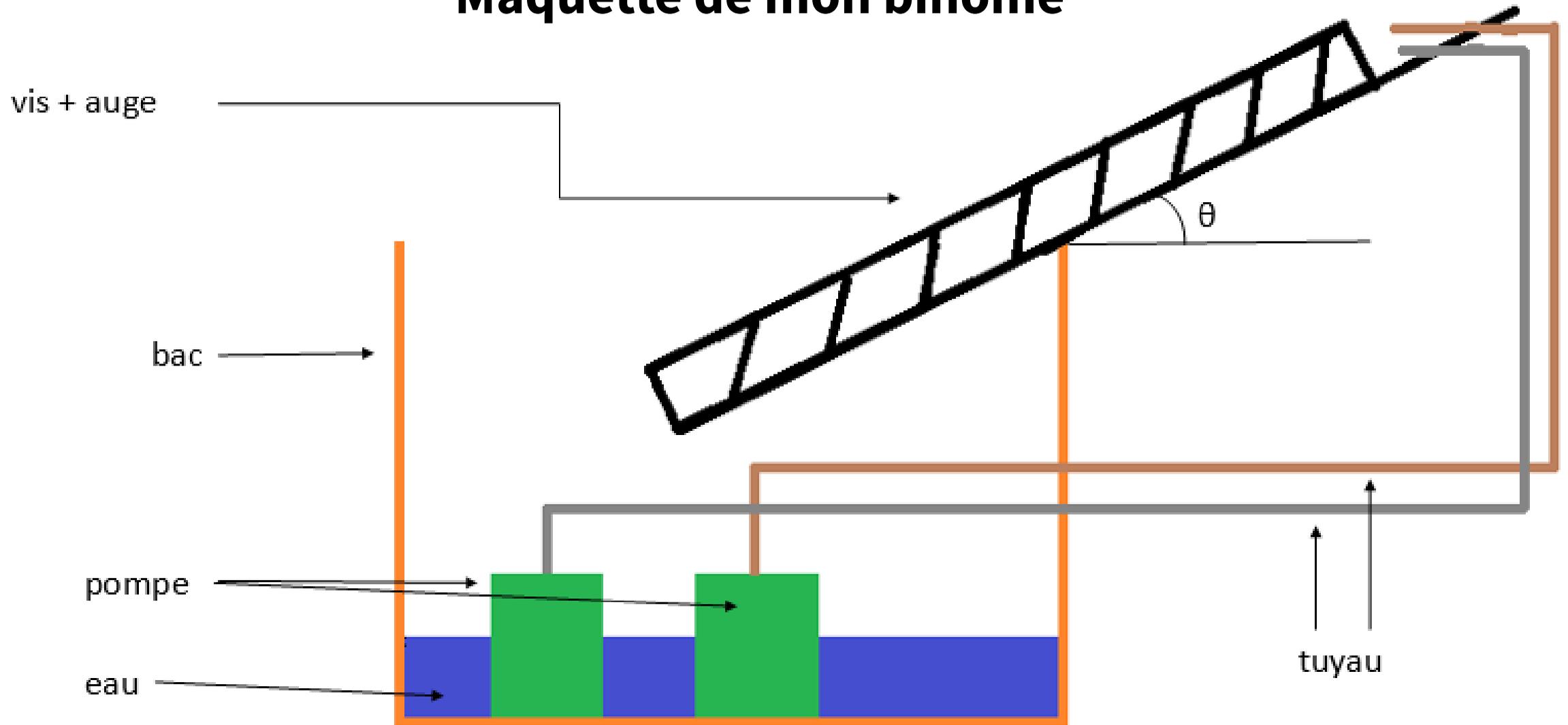
Maquette individuelle



II) Construction de la maquette de centrale à vis hydrodynamique

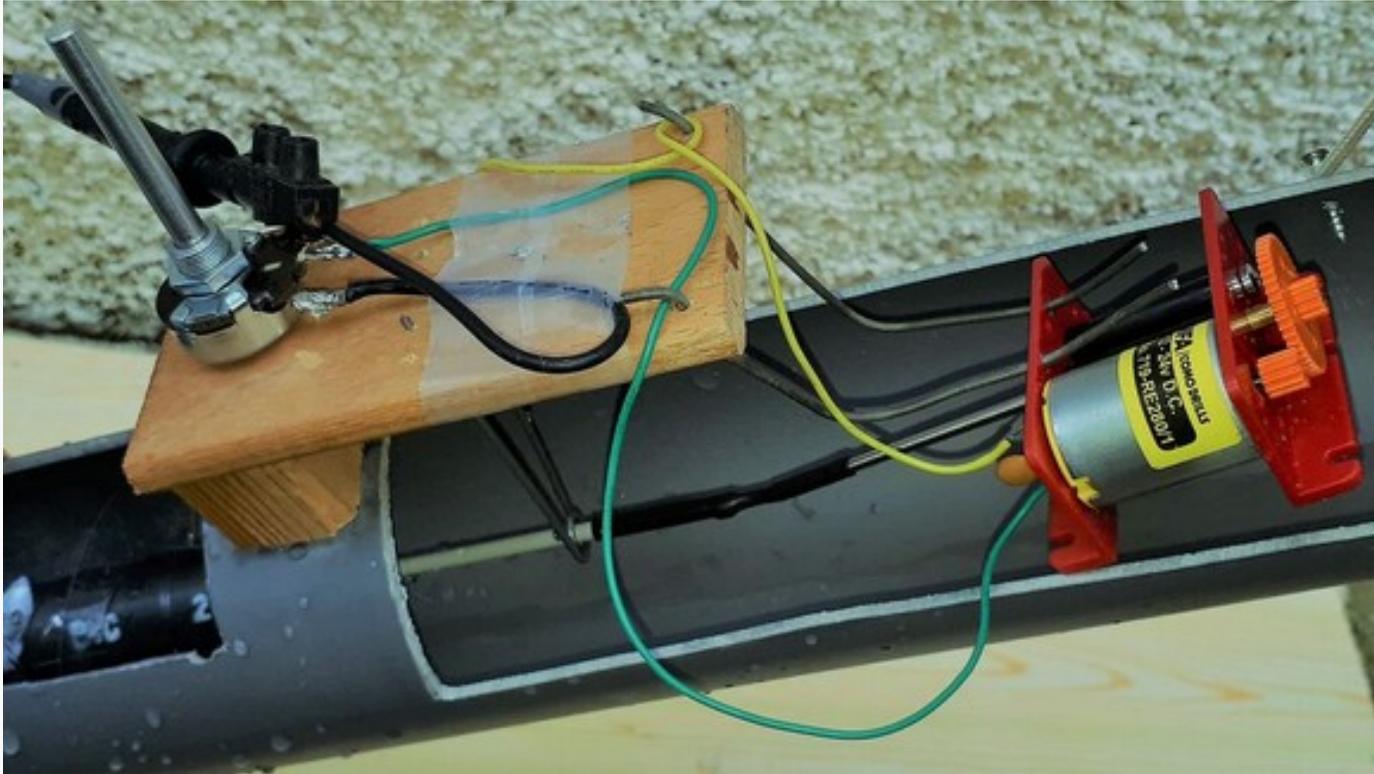
2. Construction de la maquette

Maquette de mon binôme

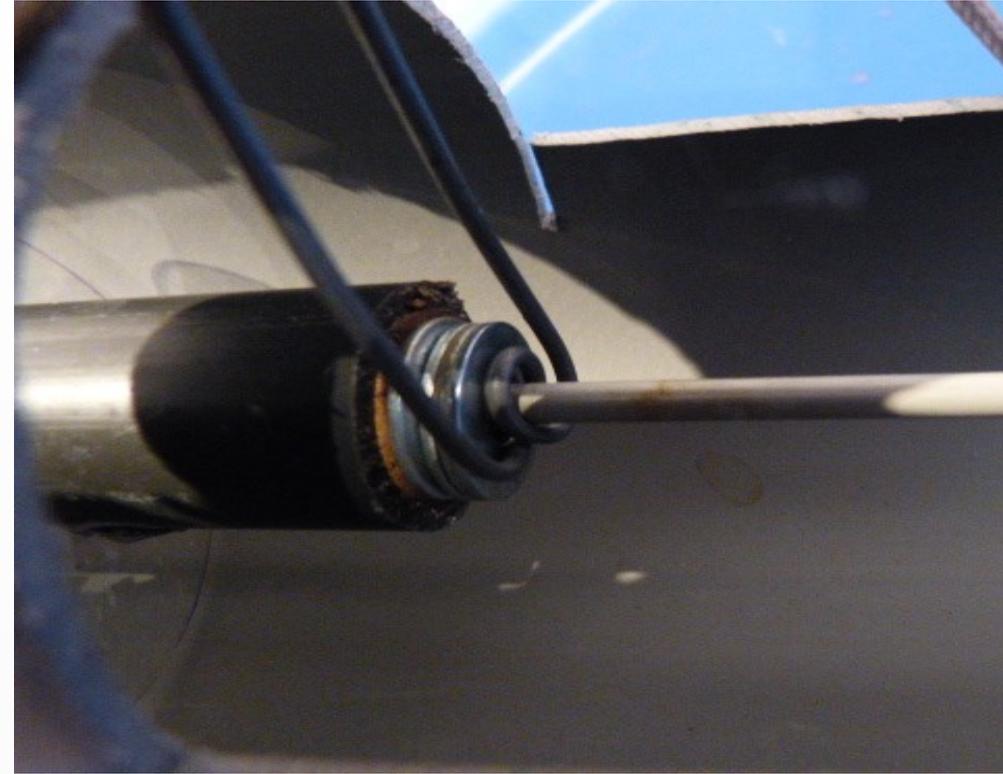


II) Construction de la maquette de centrale à vis hydrodynamique

2. Construction de la maquette



Accouplement, liaison arbre-bâti en entrée, génératrice avec multiplicateur (x4) et potentiomètre



Liaison arbre-bâti en sortie

II) Construction de la maquette de centrale à vis hydrodynamique

2. Construction de la maquette

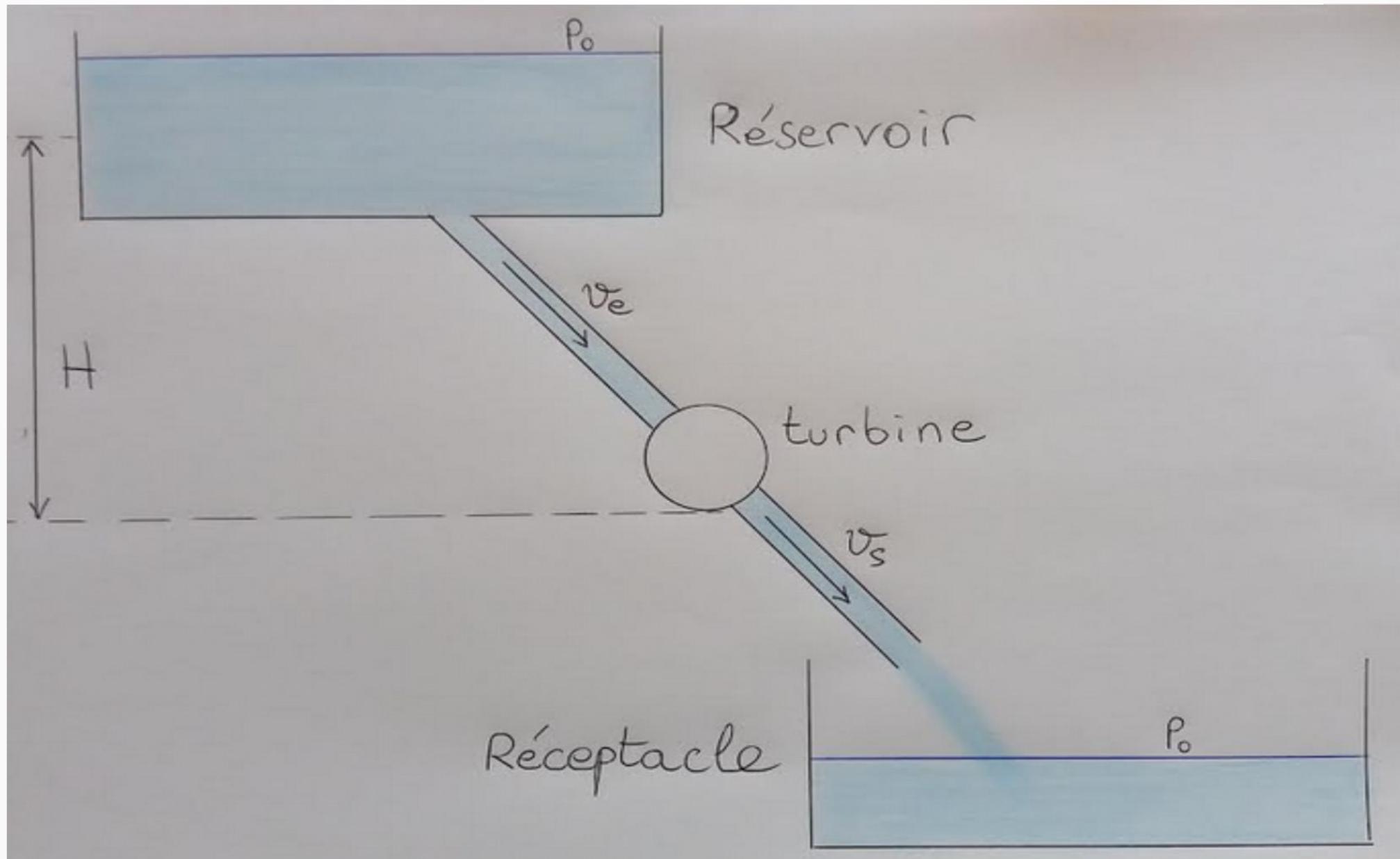


Admission d'eau
dans l'auge

III) Étude théorique de la puissance fournie par la vis et du rendement

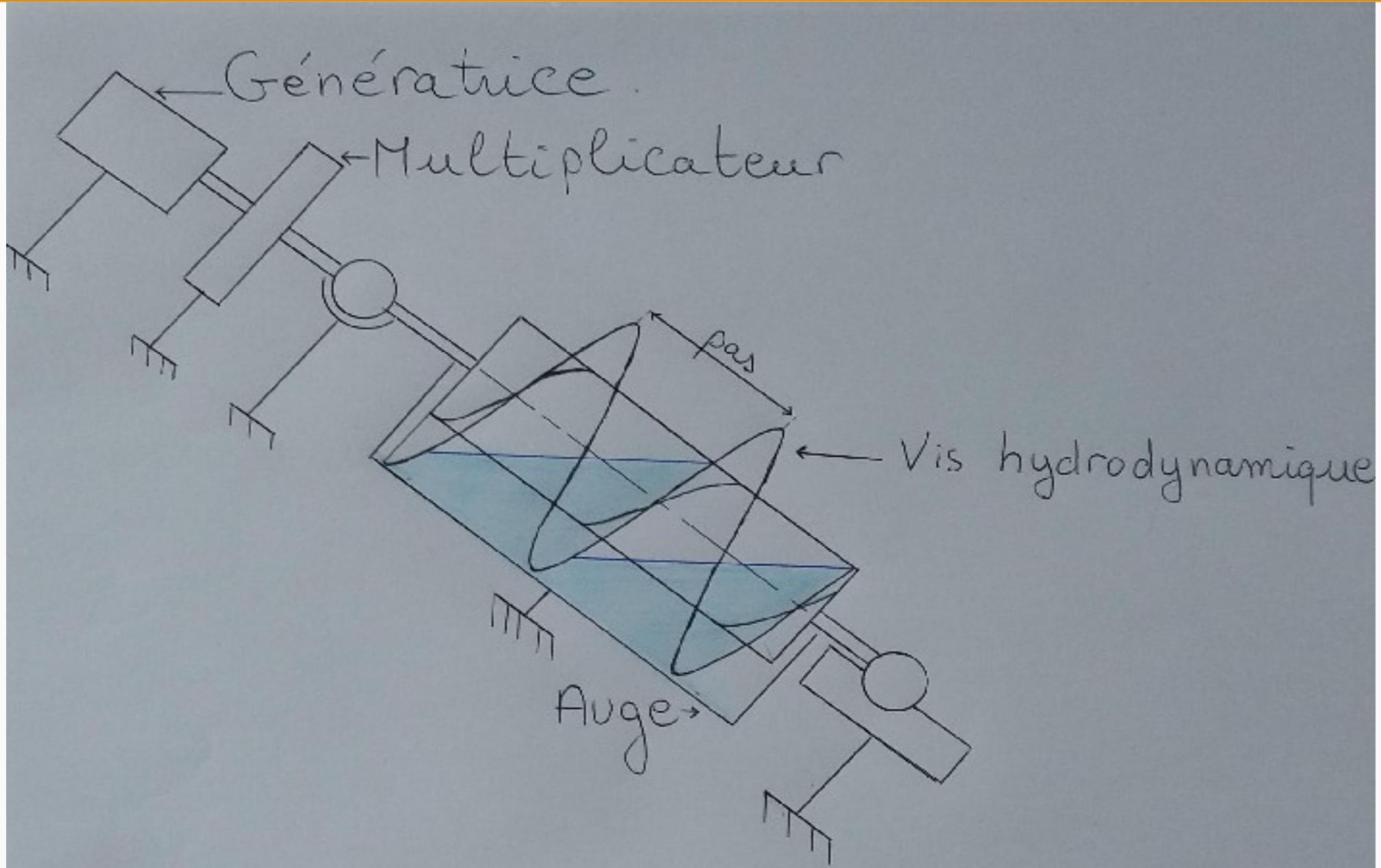
III) Étude théorique de la puissance fournie par la vis et du rendement

1. Le modèle



III) Étude théorique de la puissance fournie par la vis et du rendement

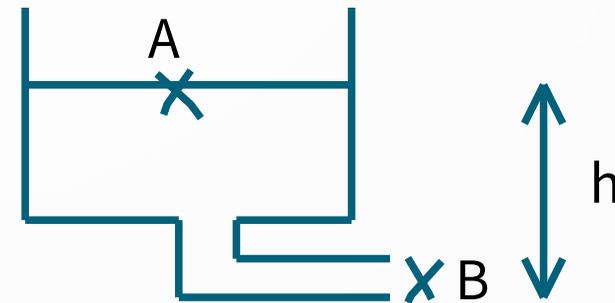
1. Le modèle



III) Étude théorique de la puissance fournie par la vis et du rendement

2. Calcul de la puissance grâce au théorème de Bernoulli

- Calcul de la vitesse d'entrée (V_e) avec la formule de Torricelli.
- On néglige la vitesse de A.



$$V_B = V_e = \sqrt{2gh}$$

g : accélération de pesanteur à la surface de la Terre, h : différence d'altitude entre les points A et B.

III) Étude théorique de la puissance fournie par la vis et du rendement

2. Calcul de la puissance grâce au théorème de Bernoulli

- Calcul de la vitesse de sortie (V_s) grâce à la relation :
$$V = \frac{p}{2\pi} \cdot \omega$$

p : pas, ω : vitesse de rotation

- Étude semi-analytique : les vitesses de rotation sont mesurées, cela semble plus pertinent au vu des approximations théoriques.

Inclinaison de la vis (°)	Vitesse de rotation de la vis à un filet (tours/min)	Vitesse de rotation de la vis à deux filets (tours/min)
20,0 ± 0,5	61 ± 2	67 ± 2
25,0 ± 0,5	65 ± 2	81 ± 2
30,0 ± 0,5	69 ± 2	90 ± 2
35,0 ± 0,5	74 ± 2	97 ± 2

III) Étude théorique de la puissance fournie par la vis et du rendement

2. Calcul de la puissance grâce au théorème de Bernoulli

- Application du théorème de Bernoulli à la canalisation entre B (B étant à la sortie du tube lié au réservoir) et la sortie.

$$Q \left(\Delta \mu g z + \Delta \frac{1}{2} \mu v^2 \right) = - P_{\text{fournie vis}}$$

Q : débit volumique, μ : masse volumique de l'eau, g : accélération de pesanteur à la surface de la Terre, z : altitude, v : vitesse et $P_{\text{fournie vis}}$: puissance fournie à la vis.

III) Étude théorique de la puissance fournie par la vis et du rendement

2. Calcul de la puissance grâce au théorème de Bernoulli

- Expérience : 7,0 L d'eau dans le réservoir cependant on considère que 6,5 L travaillent.
- On applique la formule empirique développée par Radlik et Nagel :

$$Q_{fuite} = 2,5 \cdot s \cdot D^{\frac{3}{2}}$$

Q_{fuite} : débit de fuite (débit passant principalement sous la vis sans travailler), s : espacement entre la vis et l'auge (2mm), D : diamètre extérieur de la vis

III) Étude théorique de la puissance fournie par la vis et du rendement

3. Calcul du rendement

On définit le rendement :

$$\eta = \frac{P_{\text{fournie vis}}}{P_{\text{hydraulique}}}$$

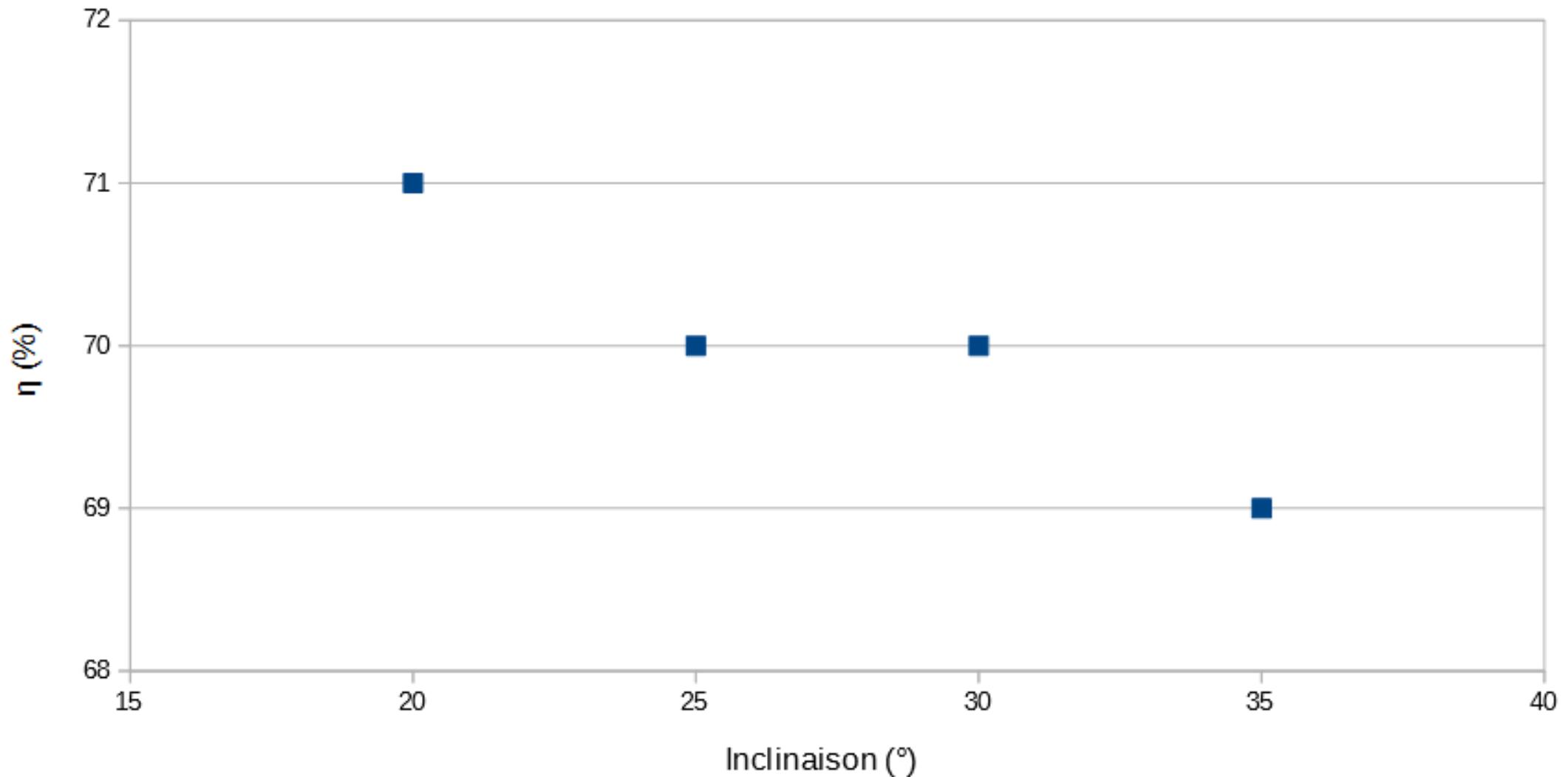
$$P_{\text{hydraulique}} = \mu \cdot Q \cdot g \cdot H$$

H : hauteur de chute

III) Étude théorique de la puissance fournie par la vis et du rendement

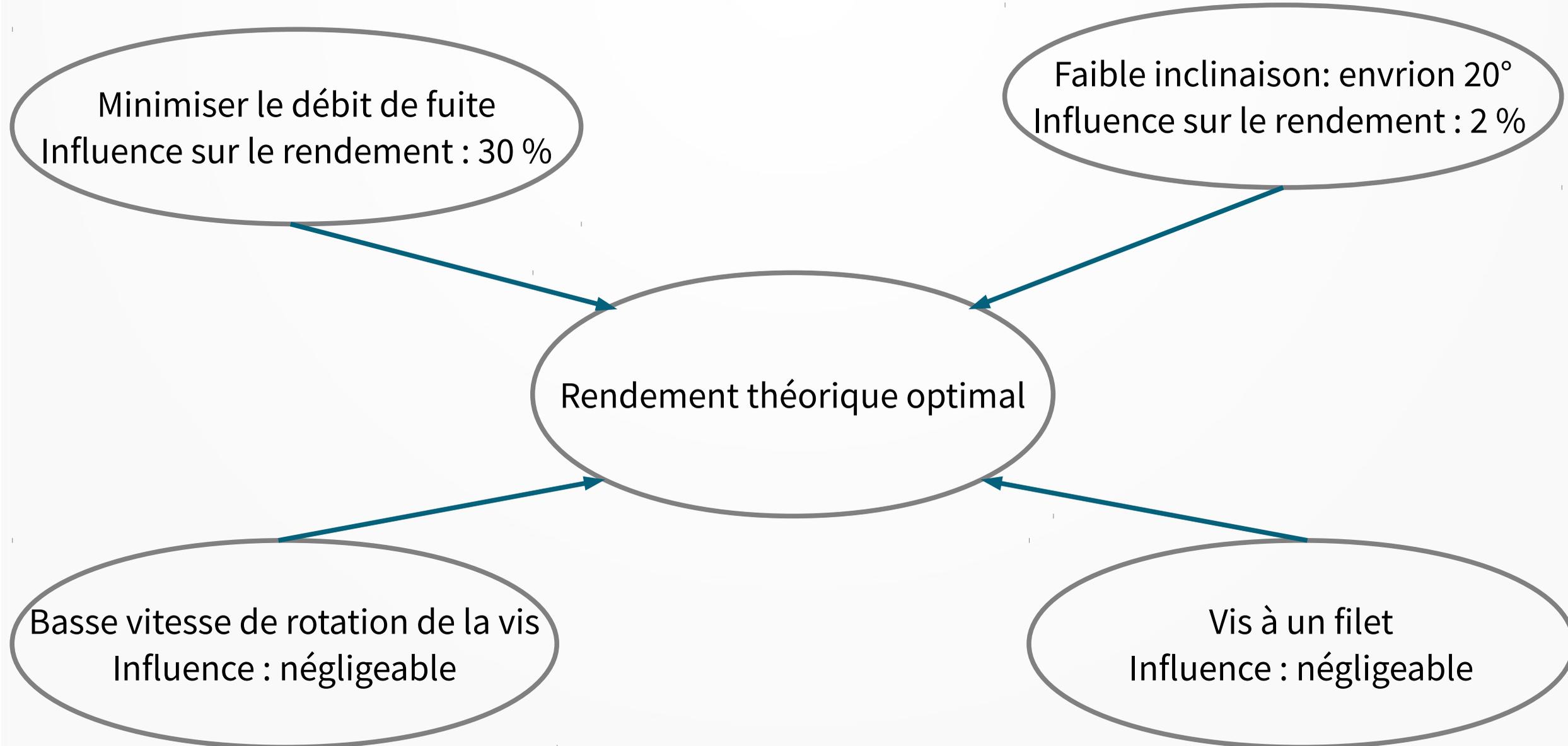
3. Calcul du rendement

Évolution du rendement théorique des vis à un et deux filets en fonction de l'inclinaison



III) Étude théorique de la puissance fournie par la vis et du rendement

4. Analyse des résultats

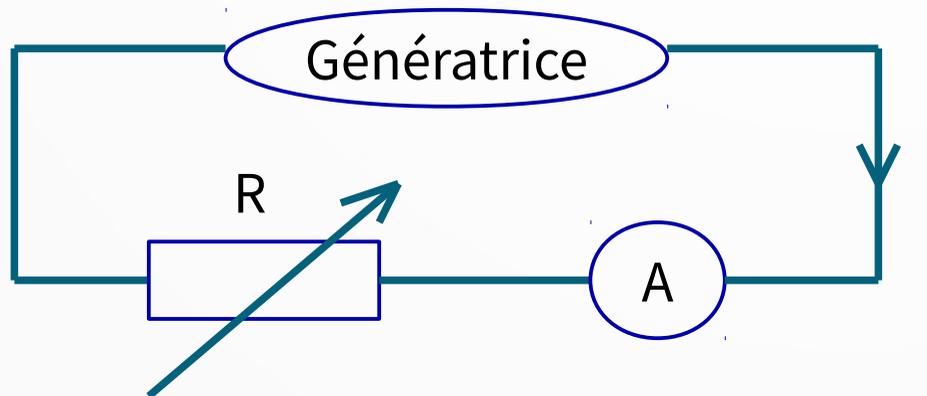


IV) Analyse expérimentale de l'optimisation de la vis

IV) Analyse expérimentale de l'optimisation de la vis

1. Mesure de la puissance fournie

- On utilise le montage électrique suivant :

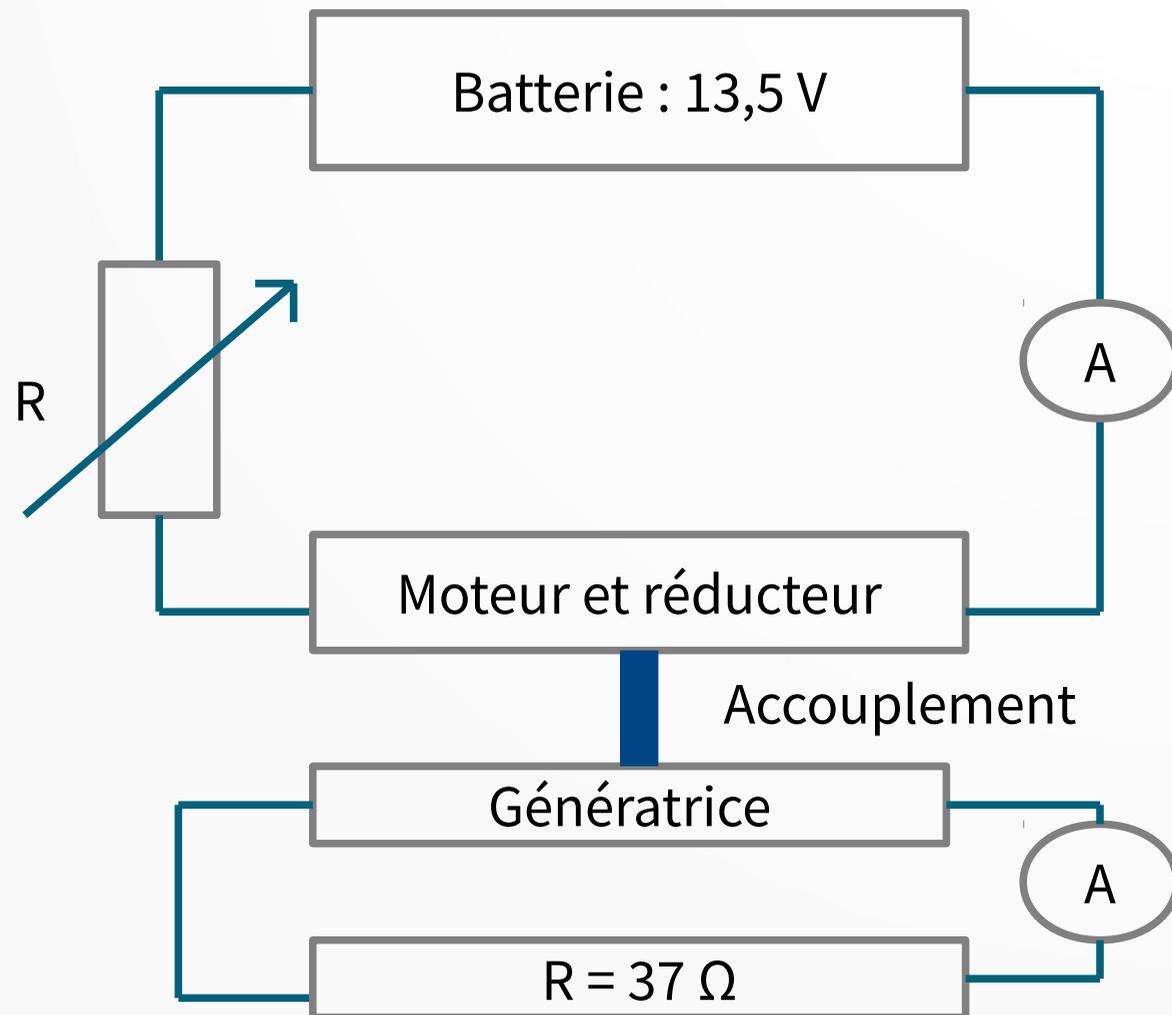


- Résistance optimale du potentiomètre en terme de puissance :
 $22,0 \pm 0,5 \Omega$ sans multiplicateur et $37,0 \pm 0,5 \Omega$ avec multiplicateur.
- D'où la puissance : $P=RI^2$

IV) Analyse expérimentale de l'optimisation de la vis

2. Rendement de l'ensemble {génératrice; multiplicateur}

Montage électrique réalisé :

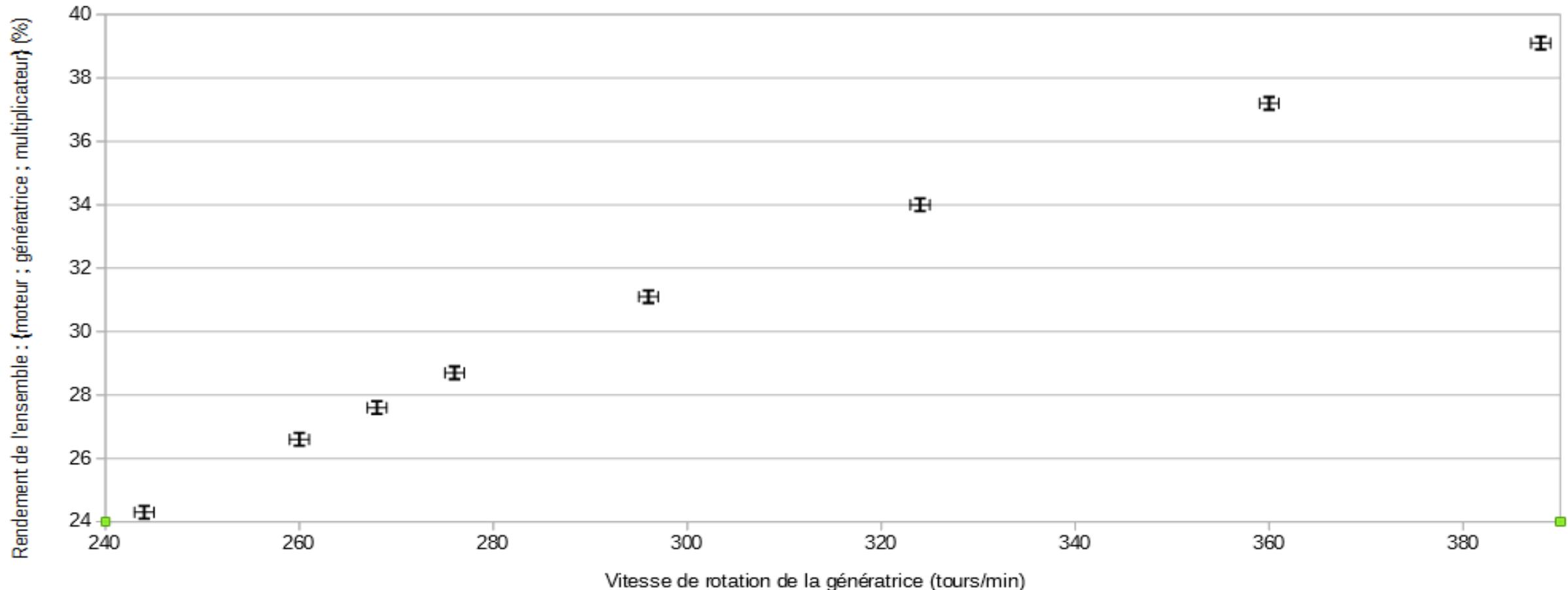


IV) Analyse expérimentale de l'optimisation de la vis

2. Rendement de l'ensemble {génératrice; multiplicateur}

Calcul du rendement sur la plage de vitesse de rotation de la génératrice lors de l'expérience précédemment réalisée avec la vis hydrodynamique.

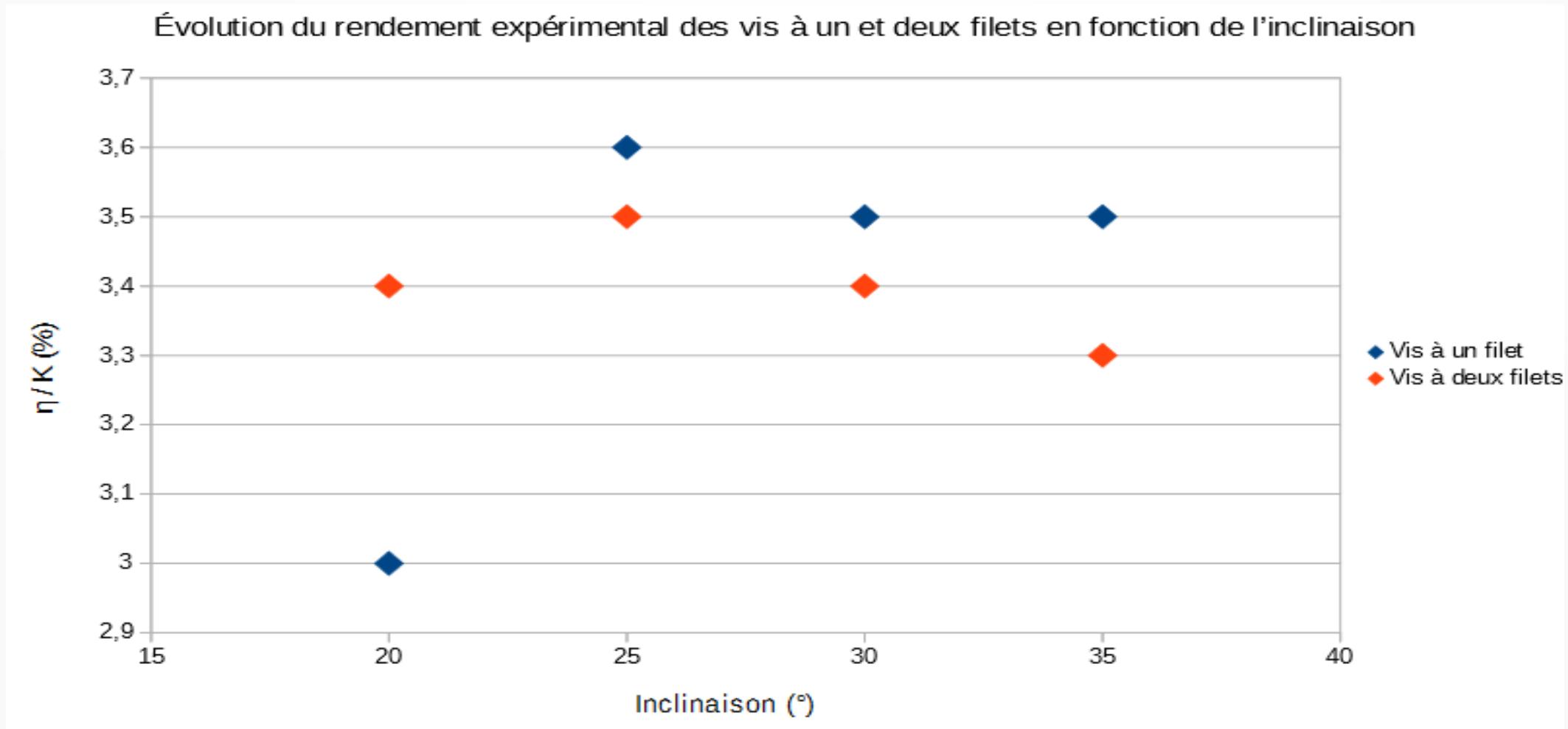
Évolution du rendement de l'ensemble : {moteur ; génératrice ; multiplicateur} en fonction de la vitesse de rotation de la génératrice



IV) Analyse expérimentale de l'optimisation de la vis

3. Rendement expérimental de la vis

On introduit un coefficient multiplicatif : K dû aux valeurs de rendement qui restent inconnues.
 $\eta = 3,3K$ (35°, vis à deux filets)



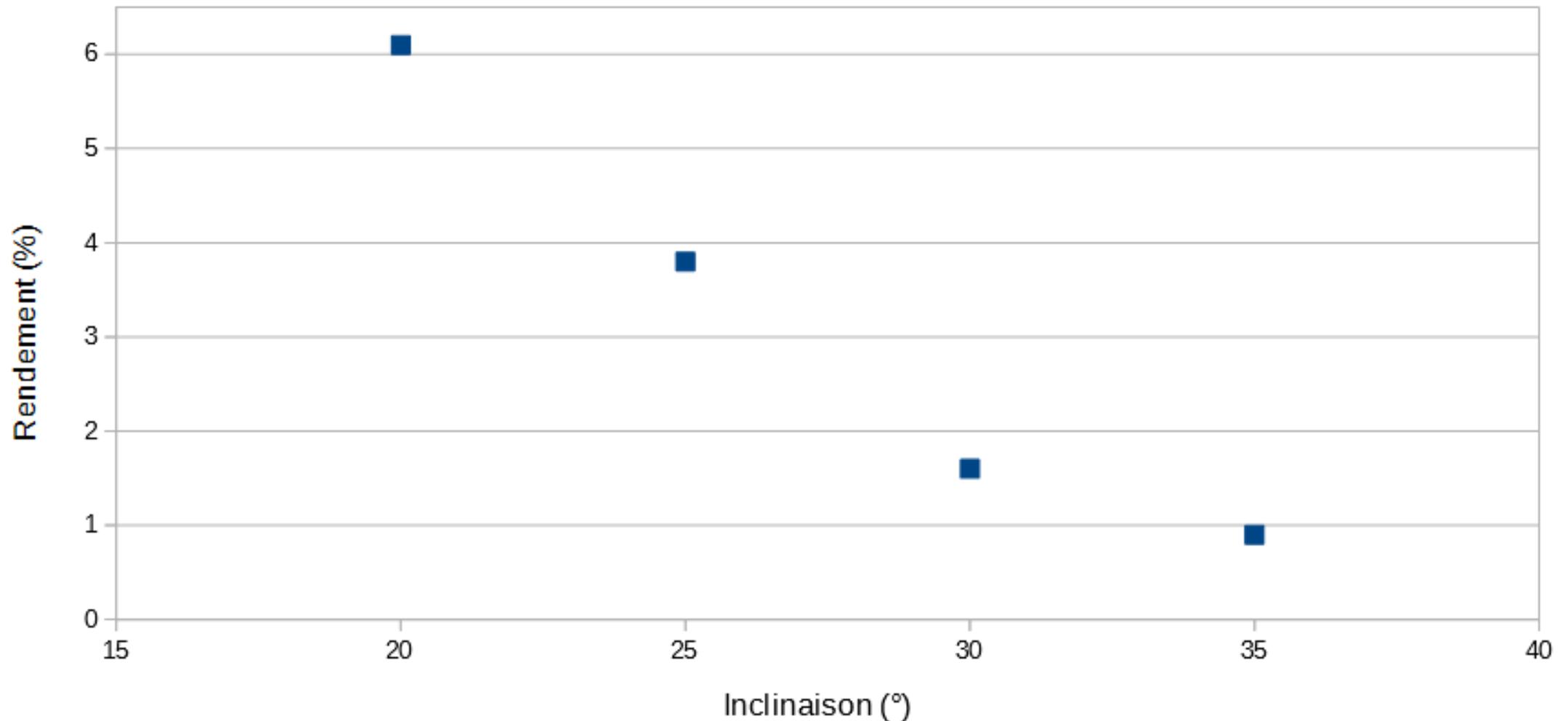
Rendement sans multiplicateur : de l'ordre de 0,20K %

IV) Analyse expérimentale de l'optimisation de la vis

3. Rendement expérimental de la vis

Résultats de mon binôme

Évolution du rendement expérimental de la vis à un filet réalisée en binôme en fonction de l'inclinaison



IV) Analyse expérimentale de l'optimisation de la vis

3. Analyse des résultats

Multiplicateur



Inclinaison : environ 25°

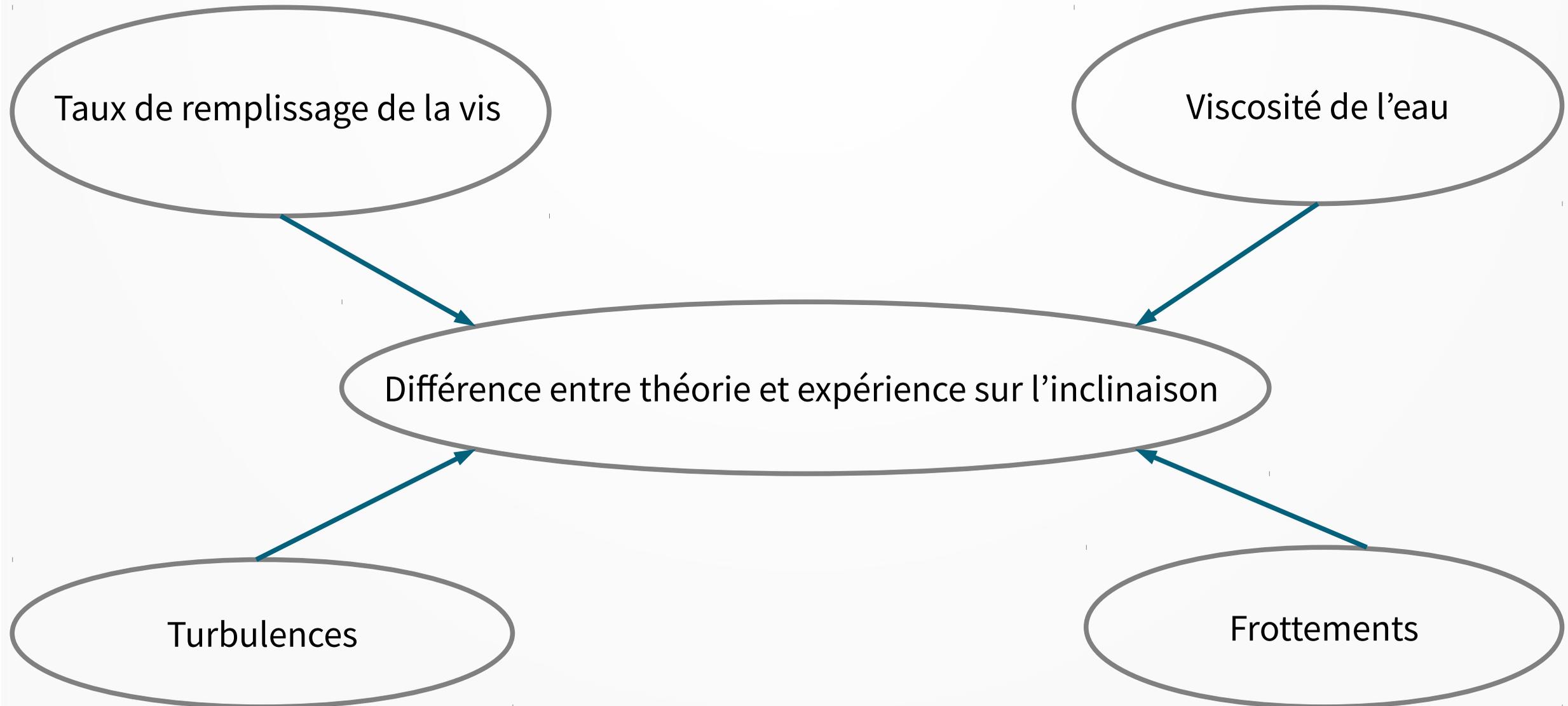
Rendement expérimental optimal

Vis à un filet



IV) Analyse expérimentale de l'optimisation de la vis

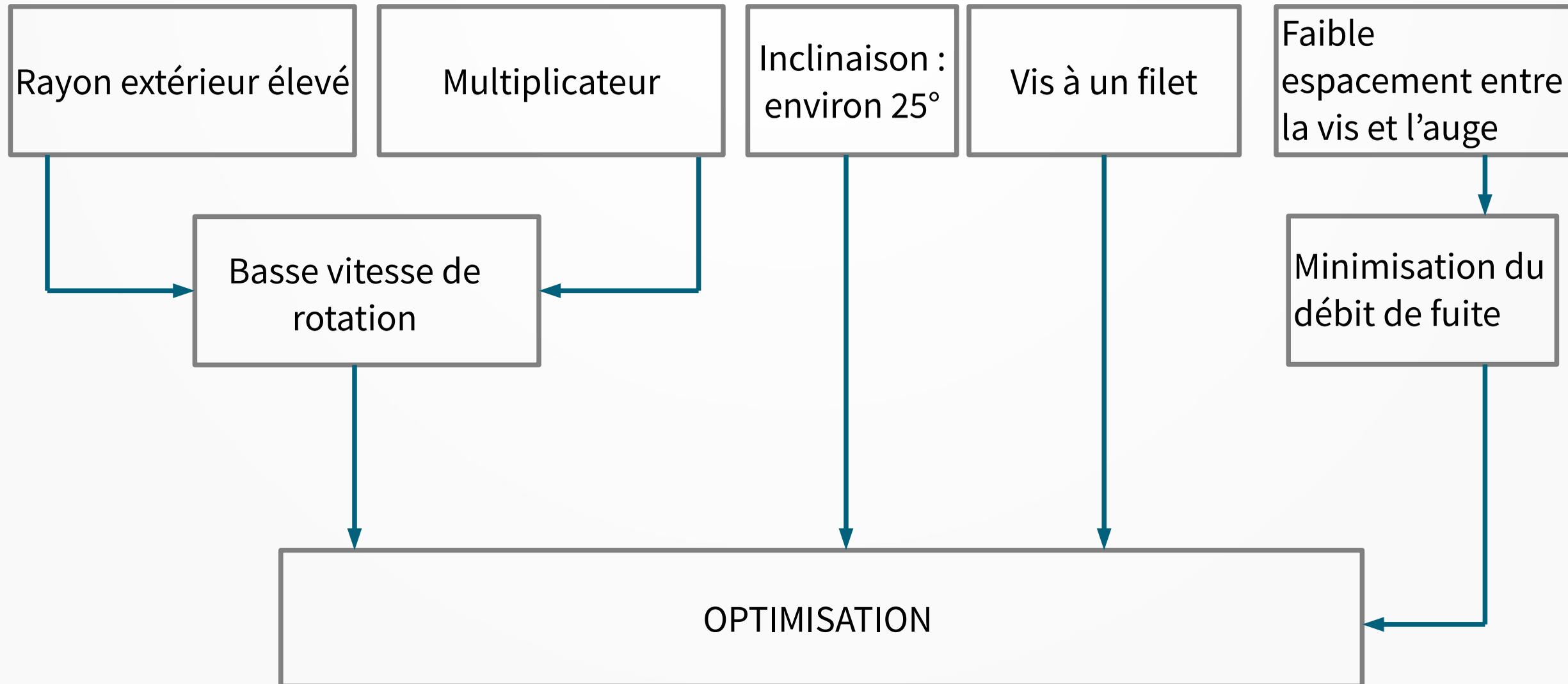
3. Analyse des résultats



v) Conclusion

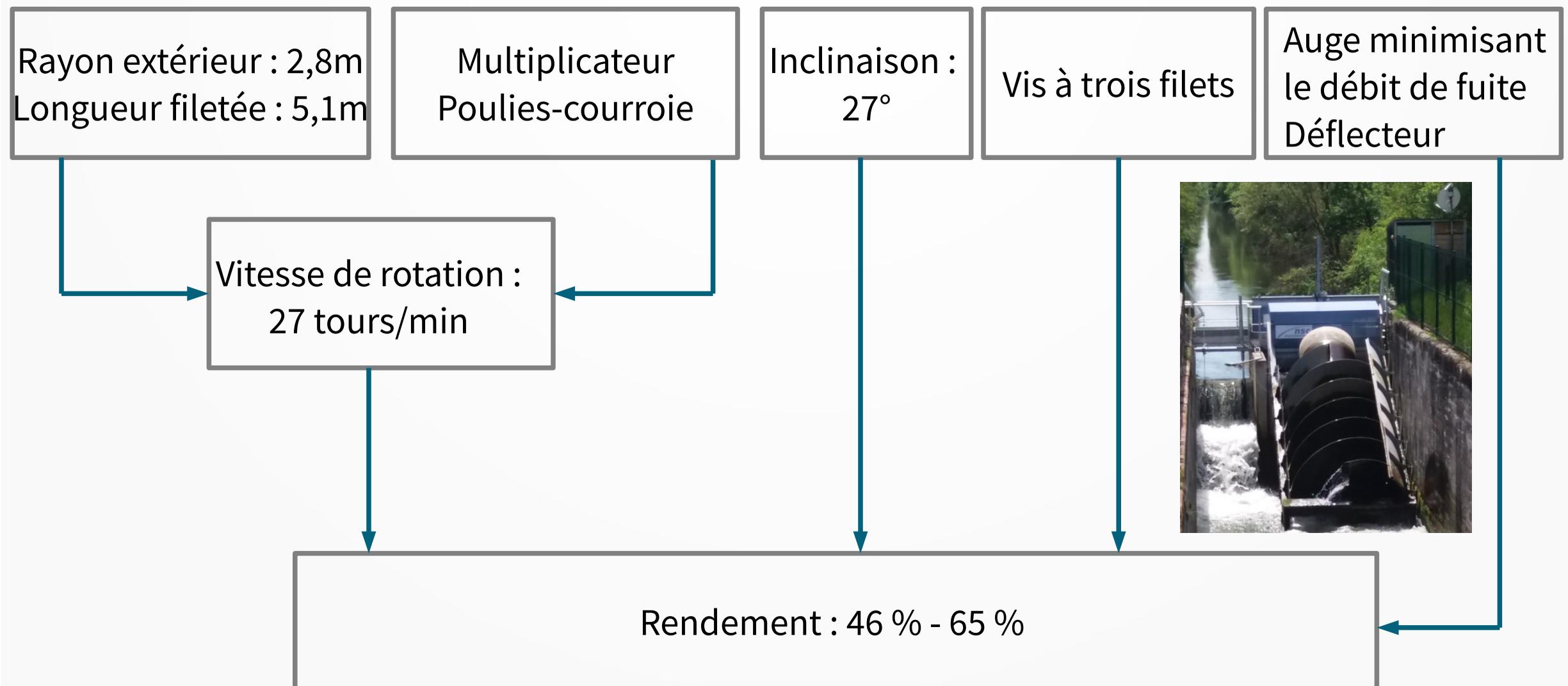
V) Conclusion

1. Réponse au problème suggérée par notre étude



V) Conclusion

2. Réponse apportée par l'industrie



Fin de l'exposé

Éléments de réponse aux questions

Rendement de l'ensemble {moteur ; génératrice ; multiplicateur}

Calcul du rendement sur la plage de vitesse de rotation de la génératrice lors de l'expérience précédemment réalisée avec la vis hydrodynamique.

Vitesse de rotation de la génératrice (tours/min)	Rendement de l'ensemble : {moteur ; génératrice ; multiplicateur} (%)
244 ± 1	24,3 ± 0,2
260 ± 1	26,6 ± 0,2
268 ± 1	27,6 ± 0,2
276 ± 1	28,7 ± 0,2
296 ± 1	31,1 ± 0,2
324 ± 1	34,0 ± 0,2
360 ± 1	37,2 ± 0,2
388 ± 1	39,1 ± 0,2

La puissance théorique

Inclinaison (°)	Puissance théorique moyenne produite par la vis à un ou deux filets (W)
20,0	0,71
25,0	0,77
30,0	0,84
35,0	0,90

La puissance hydraulique

Inclinaison de la vis (°)	Puissance hydraulique (W)
20,0	1,0
25,0	1,1
30,0	1,2
35,0	1,3

Les puissances fournies

Inclinaison de la vis (°)	Puissance expérimentale moyenne produite par la vis à un filet (mW)	Puissance expérimentale moyenne produite par la vis à deux filets (mW)
20,0 ± 0,5	25,4 ± 0,4	29,9 ± 0,4
25,0 ± 0,5	34,3 ± 0,4	35,8 ± 0,4
30,0 ± 0,5	37,3 ± 0,4	40,3 ± 0,4
35,0 ± 0,5	41,6 ± 0,4	43,3 ± 0,4

Rendement expérimental sans multiplicateur

Inclinaison de la vis (°)	Rendement expérimental pour l'ensemble : {vis à un filet ; génératrice} (%)	Rendement expérimental pour l'ensemble : {vis à deux filets ; génératrice} (%)
20,0	0,17	0,19
25,0	0,19	0,22
30,0	0,21	0,23
35,0	0,27	0,25