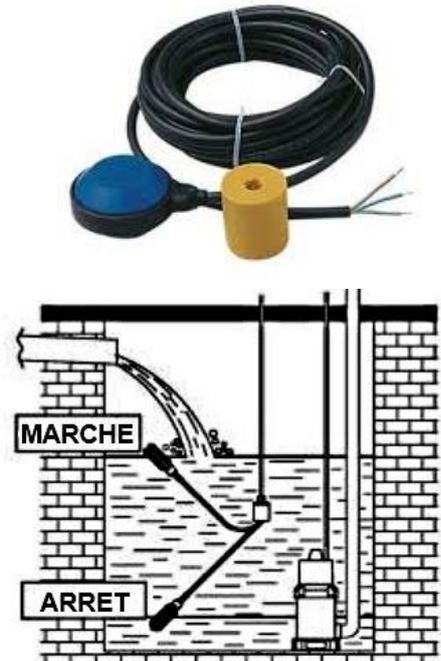
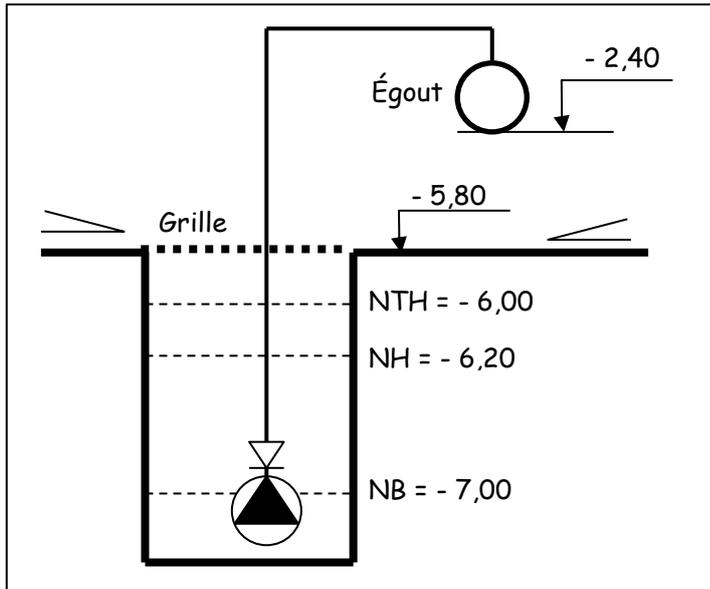




Application 1 : Vidange d'un puisard

Au 2^e sous-sol d'un parking, une pompe est immergée au fond d'un puisard est remonte l'eau jusqu'à l'égout, afin de prévenir tout risque d'inondation. Un contacteur à flotteur commande la pompe. Un second contacteur de sécurité actionne une alarme en cas de niveau très haut. L'installation est conforme au schéma ci-dessous :



1. Inventorier les grandeurs :

Réglée :
Réglante :
Perturbatrice :

2. Identifier tous les éléments constitutifs de la boucle de régulation :

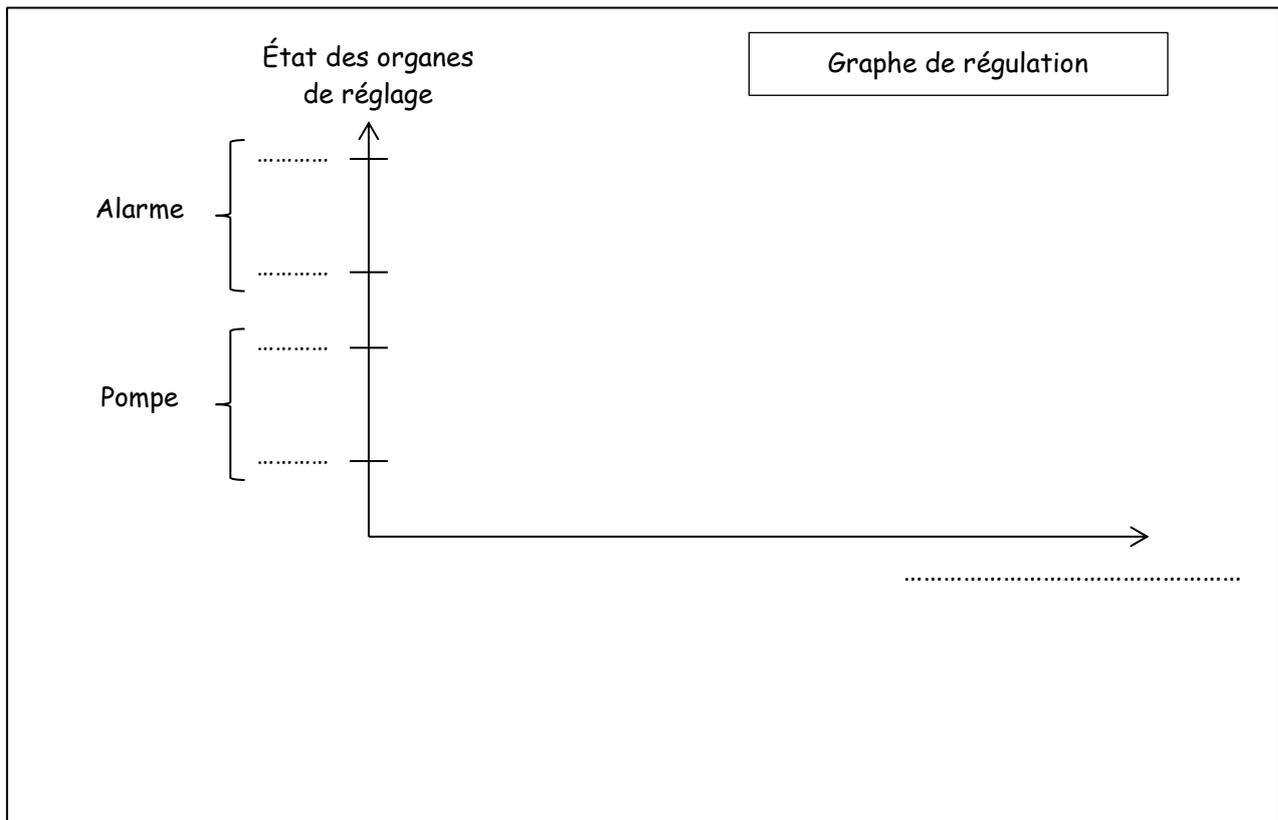
- Capteur :
- Emetteur de consigne :
- Comparateur :
- Actionneur :
- Organe de réglage :

3. Indiquer le mode d'action de cette régulation :

4. Indiquer le sens d'action de cette régulation :

5. Tracer le graphe de régulation (Etat de l'organe de réglage en fonction de la grandeur régulée).

6. Indiquer sur ce graphe les valeurs et les écarts remarquables.



7. Comment augmenter la consigne ?

.....
.....

8. Comment augmenter le différentiel ?

.....
.....

9. Ces deux réglages sont-ils indépendants ?

.....

10. Dans quel ordre faut-il réaliser ces réglages ?

.....
.....

11. Montrer sur un double graphique en fonction du temps, la variation de la grandeur régulée et l'état de l'organe de réglage. On supposera que la grandeur perturbatrice reste constante pendant ce temps et que sa valeur est faible.

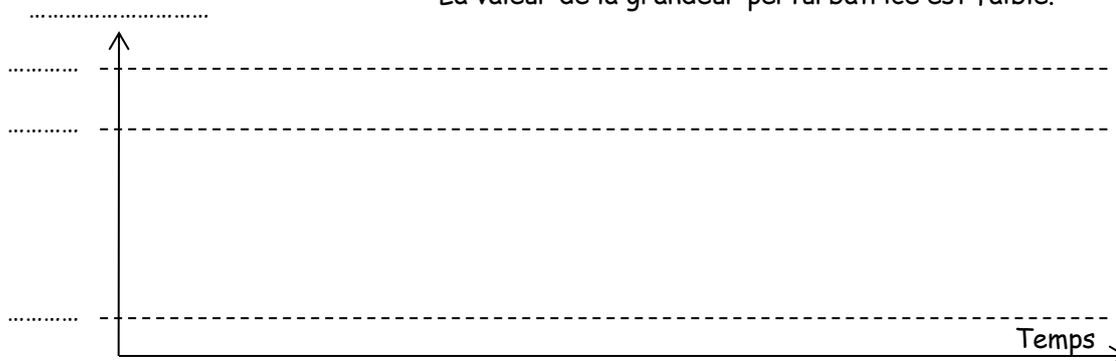
12. Montrer sur un double graphique en fonction du temps, la variation de la grandeur régulée et l'état de l'organe de réglage. On supposera que la grandeur perturbatrice reste constante pendant ce temps et que sa valeur est forte.



Variations en fonction du temps, de la grandeur régulée et
de l'état de l'organe de réglage

La valeur de la grandeur perturbatrice est faible.

Grandeur régulée :



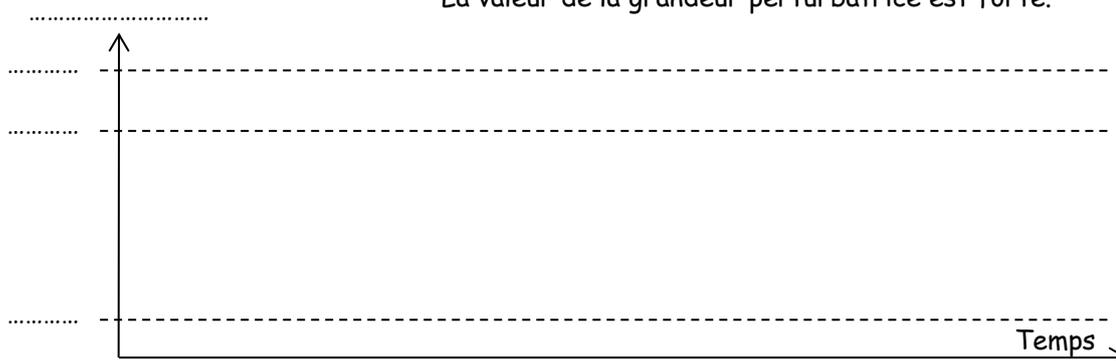
État de l'organe
de réglage



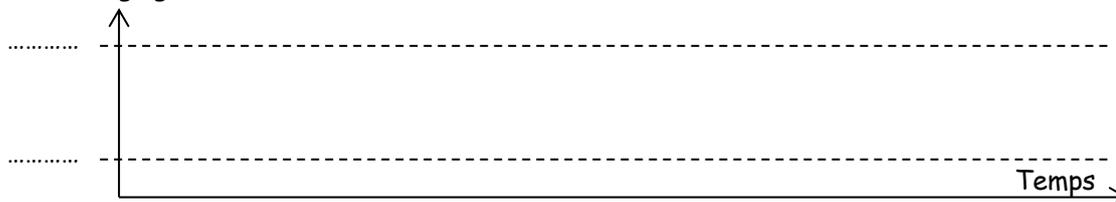
Variations en fonction du temps, de la grandeur régulée et
de l'état de l'organe de réglage

La valeur de la grandeur perturbatrice est forte.

Grandeur régulée :



État de l'organe
de réglage





13. Déduire des graphiques précédents, la charge de la pompe sur une période :

$$\text{Charge de la pompe} = \frac{\text{Volume pompé}}{\text{Volume maximal pompable}}$$

14. Décrire une méthode simple pour mesurer le débit volume moyen de la pompe.

15. Énumérer les causes pouvant enclencher l'alarme.

-
-
-
-
-

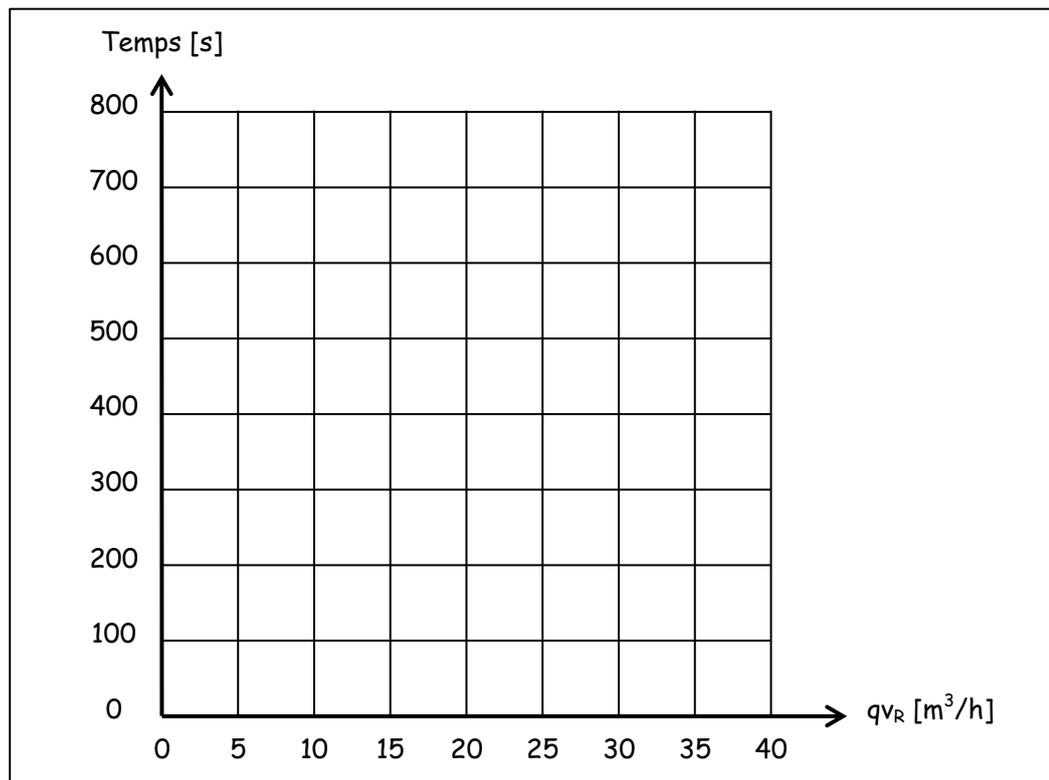


16. Le puisard a pour dimensions 1,20 x 1,00 m. La pompe a un débit moyen de 40 [m³/h].

- Calculer le volume utile du puisard V.
- Remplir le tableau de valeurs du temps d'arrêt t_a , du temps de marche t_m et de la période T.

q_{vR} [m ³ /h]	0	5	10	15	20	25	30	35	40
$t_a =$ [s]									
$t_m =$ [s]									
T = [s]									

- Représenter graphiquement la variation de ces trois grandeurs en fonction du débit de remplissage.

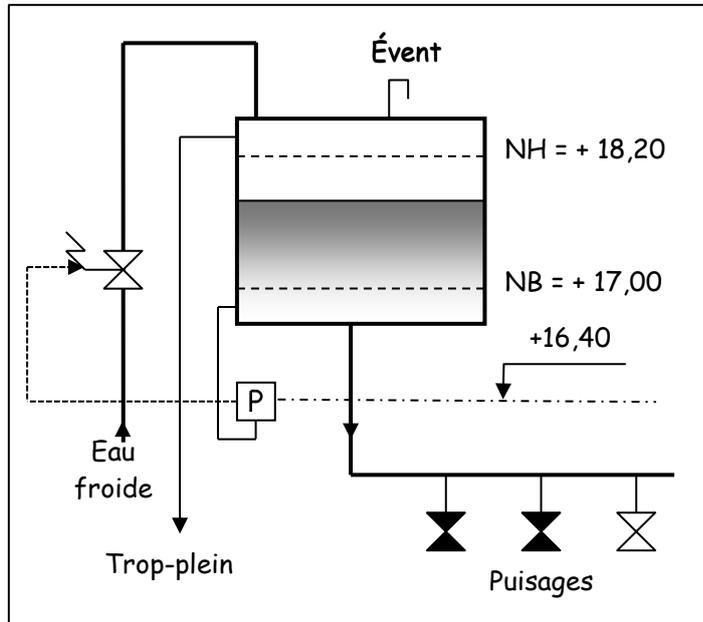


- Quelle est la condition la plus défavorable pour le moteur ?
- La fréquence de démarrage maximale des moteurs de 10 démarrages par heure, est-elle respectée ?



Application 2 : Remplissage d'une bête

Une bête (réservoir communiquant avec l'atmosphère par un évant) stocke de l'eau en hauteur et alimente des robinets de puisage. Elle est remplie par une électrovanne, commandée par un pressostat.



1. Inventorier les grandeurs :
 Régulée :
 Mesurée :
 Réglante :
 Perturbatrice :

2. Identifier tous les éléments constitutifs de la boucle de régulation :
 - Capteur :
 - Emetteur de consigne :
 - Comparateur :
 - Actionneur :
 - Organe de réglage :

3. Indiquer le mode d'action de cette régulation :

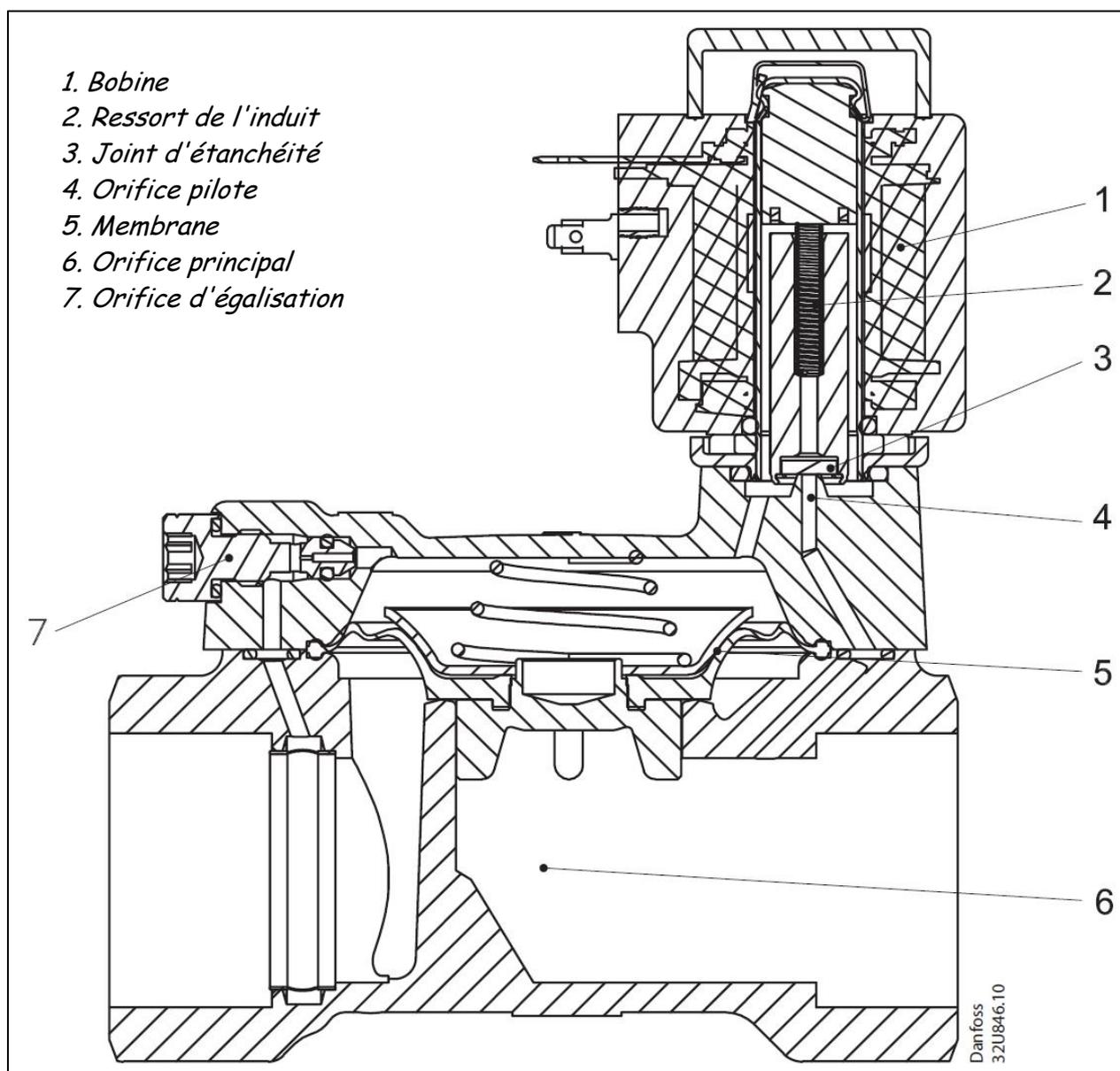
4. Indiquer le sens d'action de cette régulation :

5. Donner la relation entre la grandeur mesurée et la grandeur réglée.

6. Comment est réalisée la sécurité niveau très haut ?



Électrovannes, type EV220B 15–50
Fonction NF



Bobine hors tension (fermée) :

Lorsque la bobine est hors tension, le joint d'étanchéité (3) est pressé contre l'orifice pilote (4) par le ressort de l'induit (2). La pression se transmet au-dessus de la membrane (5) par l'orifice d'égalisation (7). Dès que les pressions s'égalisent, la membrane vient fermer l'orifice principal (6). La vanne reste fermée aussi longtemps que la bobine est hors tension.

Bobine sous tension (ouverte) :

Lorsque la bobine (1) est sous tension, l'orifice pilote (4) est ouvert. L'orifice pilote étant plus important que l'orifice d'égalisation (7), la pression exercée au-dessus de la membrane (5) chute et celle-ci libère l'orifice principal (6). La vanne est alors ouverte et le demeure tant que la pression différentielle minimum est maintenue et tant que la bobine se trouve sous tension.



Pressostats RT



Caractéristiques techniques et numéros de code

Lors de la commande, indiquer le type et le numéro de code.

Les lettres utilisées dans les désignations ont la signification suivante:

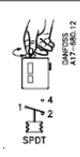
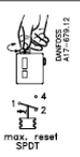
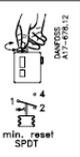
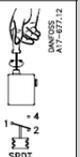
A: L'appareil convient à l'ammoniac. L: L'appareil est avec zone neutre réglable.



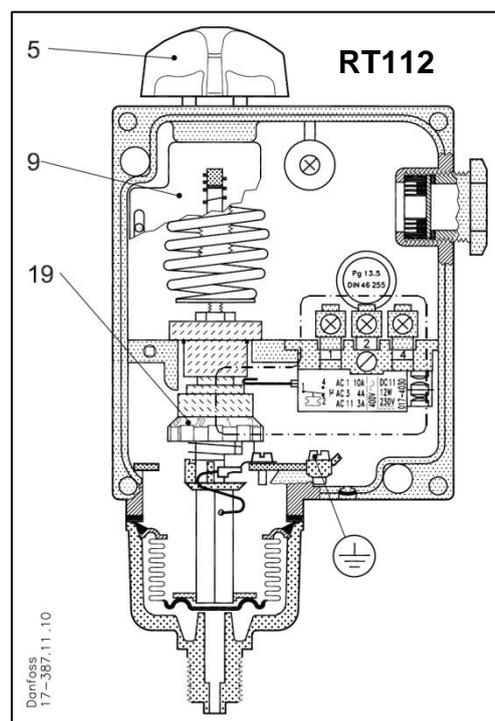
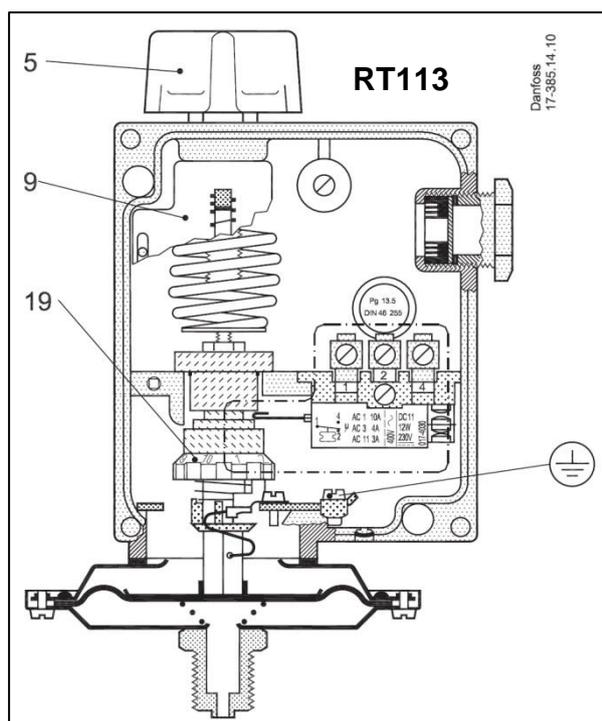
RT 113
réglage manuel et façade
avec fenêtres



RT 116
réglage à outil, façade sans
fenêtres et capuchon protecteur

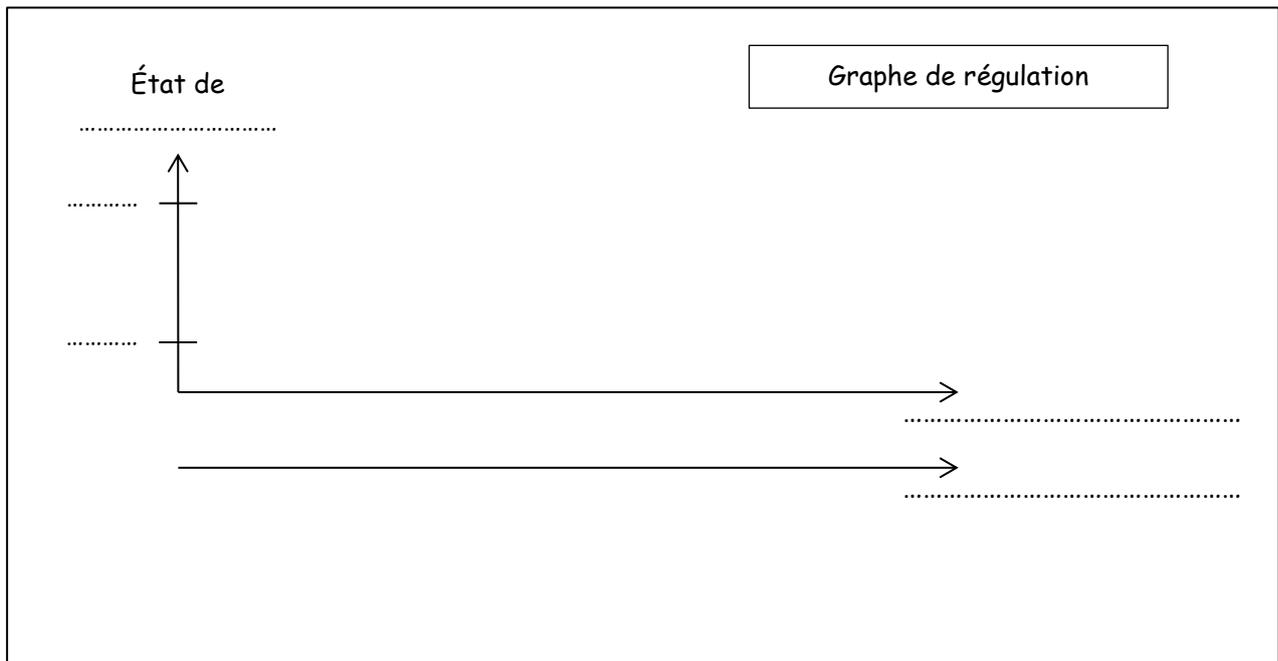
Plage de réglage (p_s = pression relative) [bar]	Différentiel mécanique églable/ fixe [bar]	Pression de service max. PB [bar]	Pression d'essai max. p' [bar]	Raccord de pression ISO 228/1	Code no.				Type
					 DANFOSS A17-5061.2 SPDT	 DANFOSS A17-5071.2 max. reset SPDT	 DANFOSS A17-5081.2 min. reset SPDT	 DANFOSS A17-5071.2 SPDT	
-1 - 0	0.09 - 0.4	7	8	G 3/8 A	017-521566	-	-	-	RT 121
0 - 0.3	0.01 - 0.05	0.4	0.5	G 3/8 A	017-519666	-	-	-	RT 113
0.1 - 1.1	0.07 - 0.16	7	8	G 3/8 A	017-519166	-	-	017-519366	RT 112
0.1 - 1.1	0.07	7	8	G 3/8 A	-	017-519266	-	-	RT 112
0.2 - 3	0.08 - 0.25	7	8	G 3/8 A	017-529166	-	-	017-529266	RT 110
0.2 - 3	0.08	7	8	G 3/8 A	-	-	017-511066	-	RT 110
-0.8 - 5	0.5 - 1.6	22	25	7/16-20 UNF	017-524566	-	-	-	RT 1
-0.8 - 5	0.5	22	25	7/16-20 UNF	-	-	017-524666	-	RT 1
-0.8 - 5	0.5 - 1.6	22	25	G 3/8 A ¹⁾	017-500166	-	-	-	RT 1A
-0.8 - 5	0.5	22	25	G 3/8 A ¹⁾	-	-	017-500266	-	RT 1A
-0.8 - 5	1.3 - 2.4	22	25	G 3/8 A ¹⁾	017-500766	-	-	-	RT 1A
0.2 - 6	0.25 - 1.2	22	25	G 3/8 A	017-523766	-	-	017-524066	RT 200
0.2 - 6	0.25	22	25	G 3/8 A	-	017-523866	017-523966	-	RT 200
1 - 10	0.3 - 1.3	22	25	G 3/8 A	017-520366	-	-	017-520066	RT 116
1 - 10	0.3	22	25	G 3/8 A	-	017-520466	017-519966	-	RT 116
4 - 17	1.2 - 4	22	28	G 3/8 A ¹⁾	017-525566	-	-	-	RT 5
4 - 17	1.2 - 4	22	28	G 3/8 A	-	-	-	017-525366	RT 5
4 - 17	1.2	22	28	G 3/8 A ¹⁾	-	017-509466 ²⁾	-	-	RT 5
4 - 17	1.2 - 4	22	28	G 3/8 A ¹⁾	017-504666 ²⁾	-	-	-	RT 5A
4 - 17	1.2	22	28	G 3/8 A ¹⁾	-	017-504766 ²⁾	-	-	RT 5A
10 - 30	1 - 4	42	47	G 3/8 A	017-529566	-	-	017-529666	RT 117

¹⁾ Raccord à souder $\varnothing 6 / \varnothing 10$ mm compris. / ²⁾ Avec capuchon protecteur

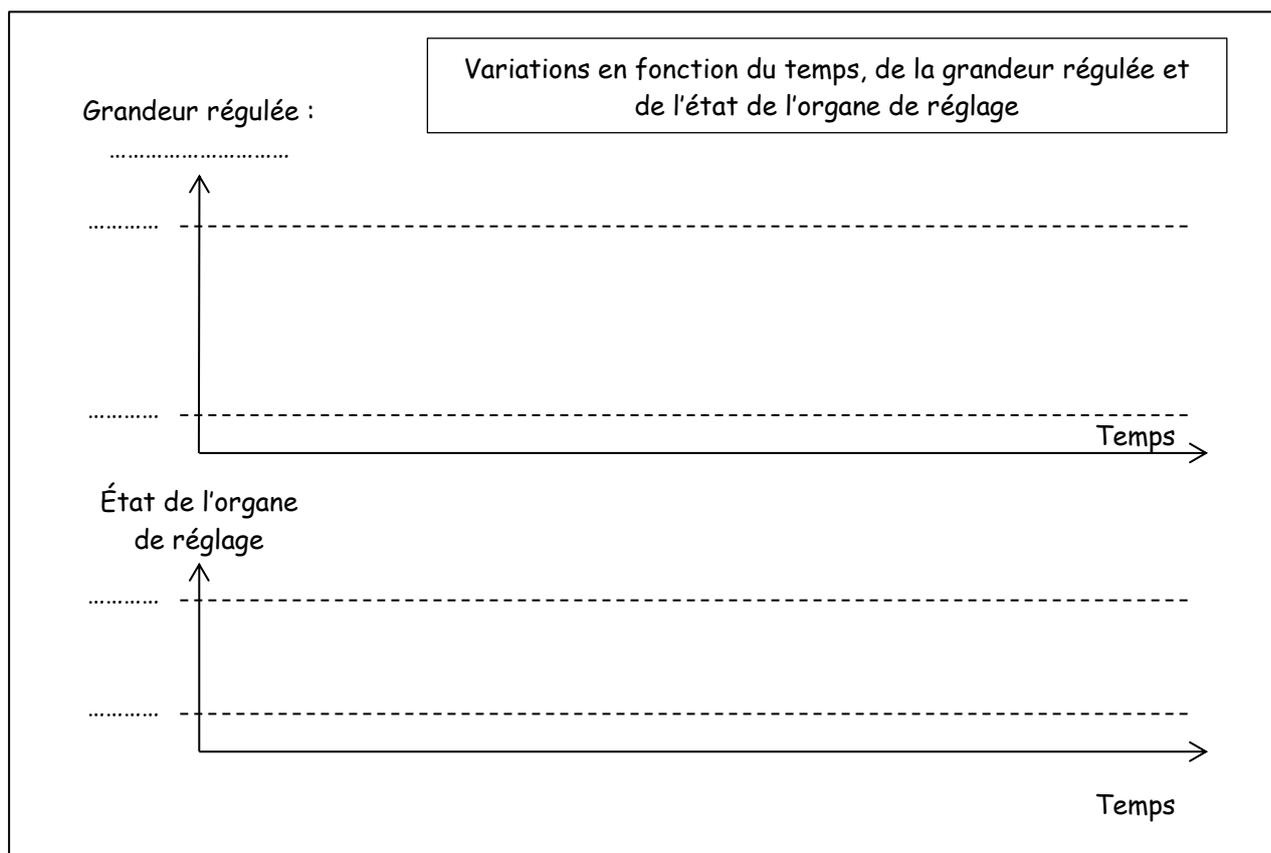




7. Calculer :
- la pression d'enclenchement :
 - la pression de déclenchement :
 - et le différentiel théorique :
8. Tracer le graphe de régulation (Etat de l'organe de réglage en fonction de la grandeur régulée).
9. Indiquer sur ce graphe les valeurs et les écarts remarquables.



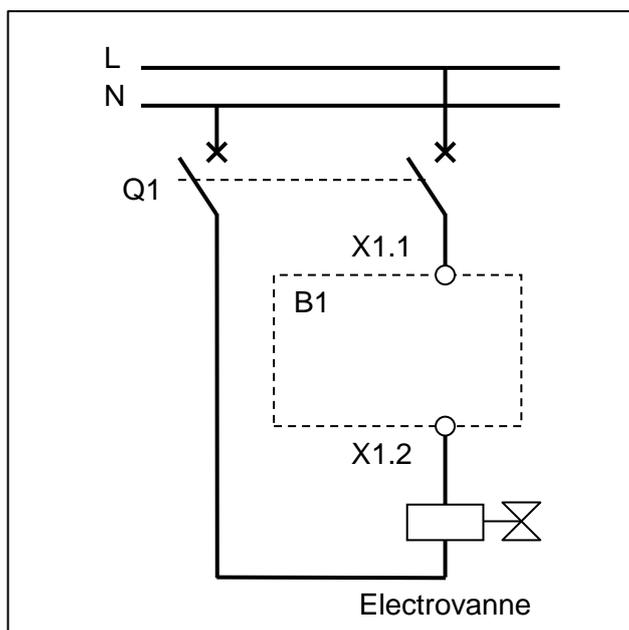
10. Comment augmenter la consigne ?
-
-
11. Comment augmenter le différentiel ?
-
-
12. Montrer sur un double graphique en fonction du temps, la variation de la grandeur régulée et l'état de l'organe de réglage. On supposera que la grandeur perturbatrice reste constante pendant ce temps.
13. Colorier avec des couleurs différentes, les classes d'équivalence de l'électrovanne.
14. Analyser les forces qui s'exercent sur la classe d'équivalence comprenant le clapet principal, quand il est fermé puis quand il est ouvert.



15. Sélectionner le pressostat et indiquer sa désignation complète (Marque, type, référence) :

.....

16. Compléter le schéma électrique en représentant le contact du pressostat et en indiquant le numéro de ses bornes.

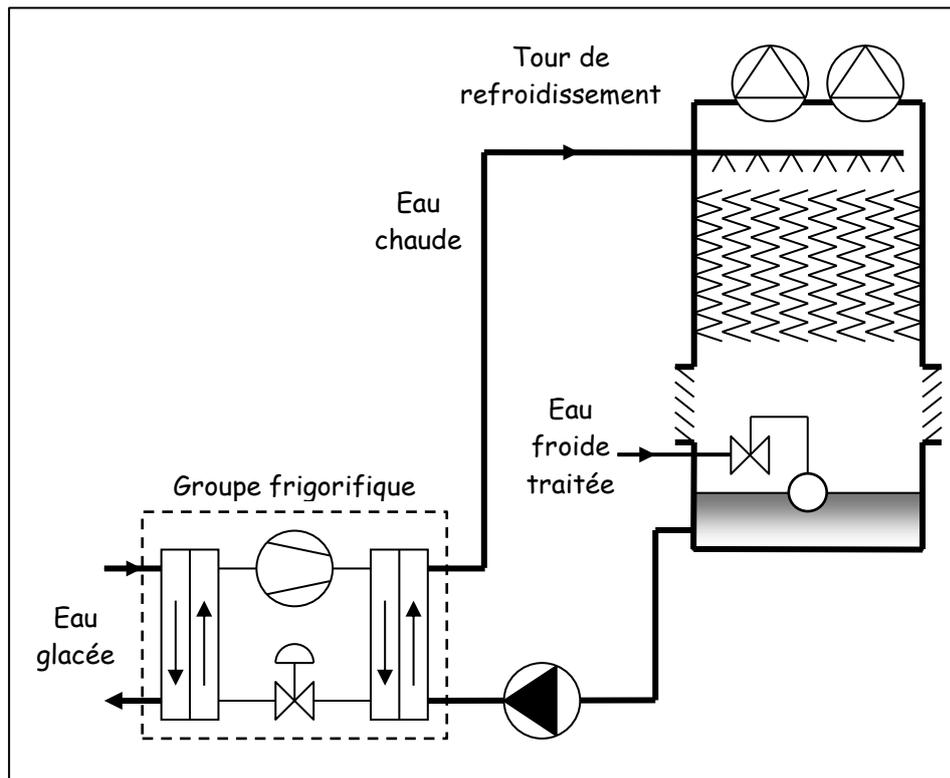




Application 3 : Remplissage du bac d'une tour de refroidissement

Une tour de refroidissement à circuit ouvert rejette dans l'environnement la chaleur du condenseur d'une machine frigorifique. L'eau chaude est pulvérisée au sommet de la tour, se refroidit en s'évaporant partiellement au contact de l'air circulant à contre-courant, puis retombe dans le bac.

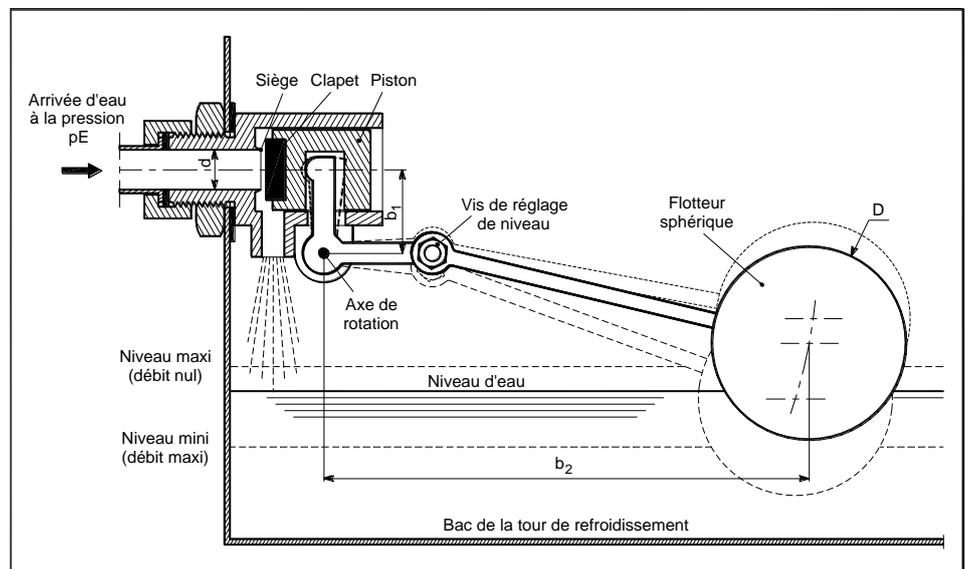
Un robinet à flotteur introduit l'appoint d'eau pour compenser l'évaporation.



Fonctionnement du robinet à flotteur :

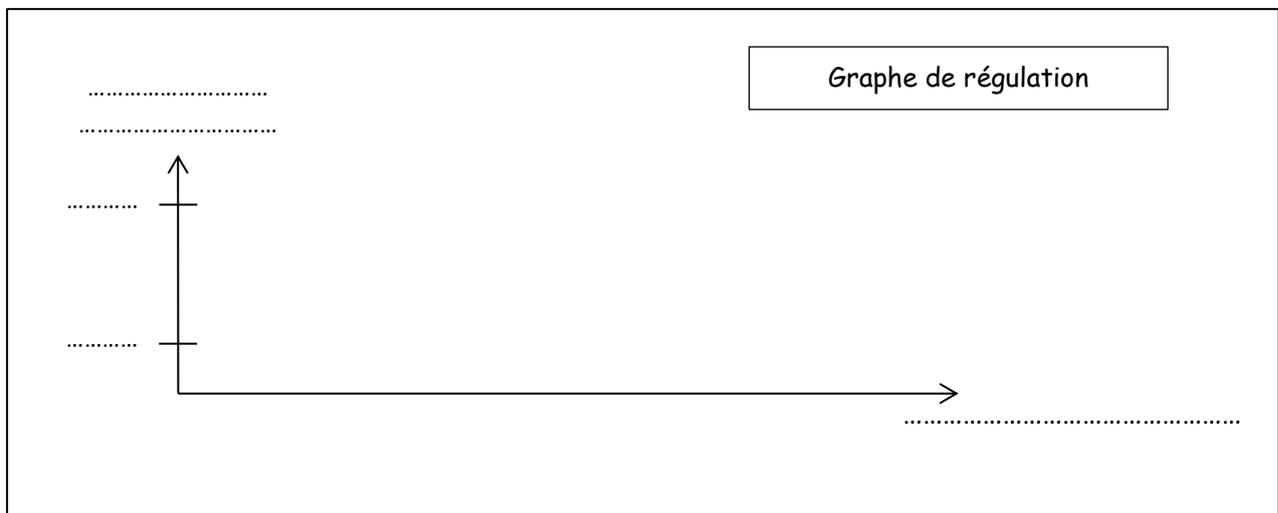
Lorsqu'il n'y a pas d'évaporation d'eau, le niveau maximal est atteint, le robinet est fermé. Inversement, plus la consommation d'eau est importante, plus le niveau baisse, plus le piston ouvre le passage et plus le débit augmente.

Un état d'équilibre est trouvé lorsque le débit admis par le robinet est égal au débit consommé par la tour de refroidissement. Le niveau reste alors stable tant que cette condition est respectée.





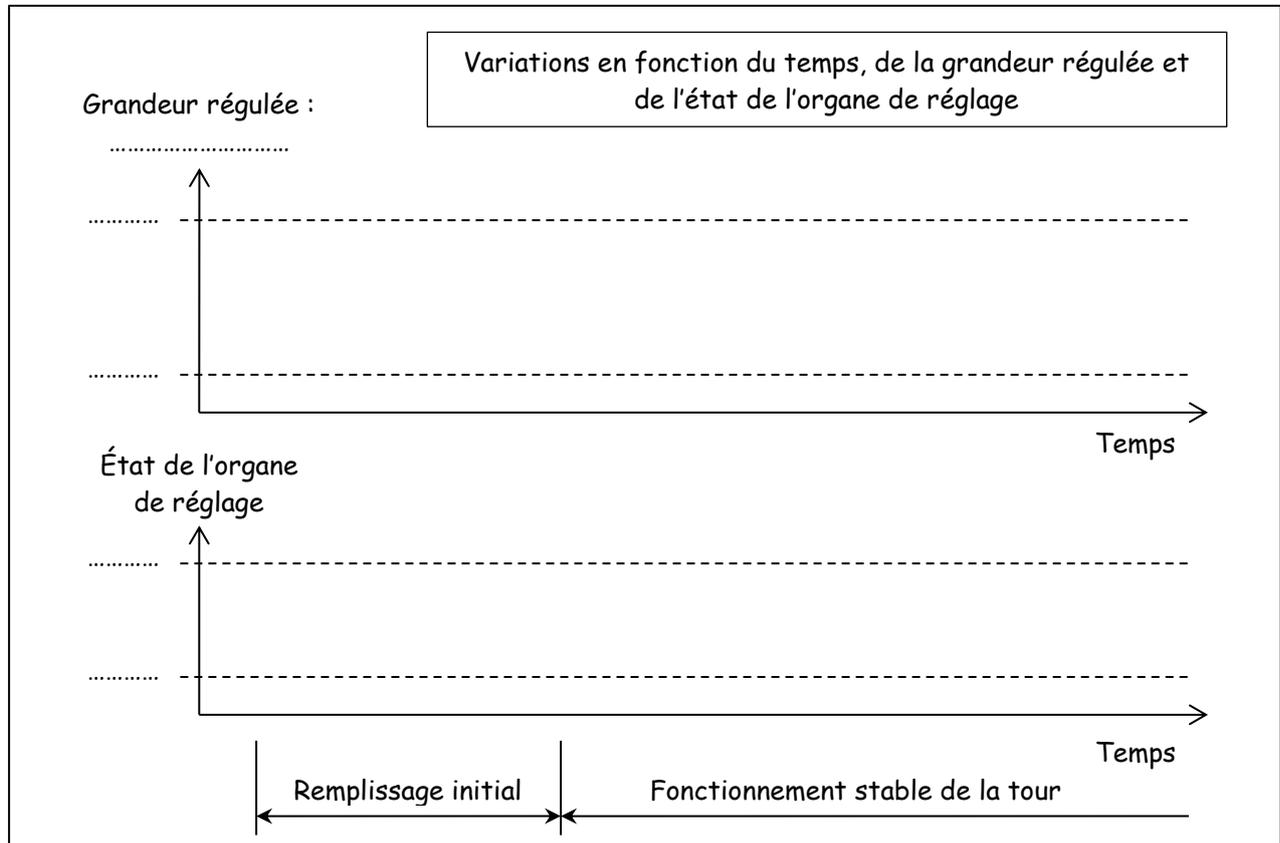
1. Inventorier les grandeurs :
Régulée :
Réglante :
Perturbatrices :
2. Identifier tous les éléments constitutifs de la boucle de régulation :
 - Capteur :
 - Emetteur de consigne :
 - Compateur :
 - Amplificateur :
 - Actionneur :
 - Organe de réglage :
3. Indiquer le mode d'action de cette régulation :
4. Indiquer le sens d'action de cette régulation :
5. Tracer le graphe de régulation (Etat de l'organe de réglage en fonction de la grandeur régulée).
6. Indiquer sur ce graphe les valeurs et les écarts remarquables.



7. Comment augmenter la consigne ?
.....
.....
.....
8. Comment augmenter la bande proportionnelle ?
.....
.....



9. Dessiner sur un double graphique en fonction du temps, la variation de la grandeur régulée et l'état de l'organe de réglage. On montrera le remplissage initial du bac puis le fonctionnement avec l'installation en service (les grandeurs perturbatrices restent constantes pendant ce temps).



10. Représenter sur le dessin du robinet à flotteur, les forces qui s'exercent sur ses éléments mobiles.

Rappel du principe d'Archimède :

Tout corps plongé dans un liquide, reçoit une poussée verticale, de bas en haut, égale au poids du liquide déplacé.

$$F_v = \rho \cdot g \cdot V$$

avec : F_v : Poussée d'Archimède [N]

ρ = Masse volumique du liquide [kg/m^3]

V = Volume immergé du solide [m^3]

11. Écrire l'équation d'équilibre de cet ensemble.



12. Application numérique

Données :

- Diamètre du siège du robinet : $d = 10 \text{ mm}$
- Pression effective à l'arrivée d'eau : $p_E = 3 \text{ bar}$
- Dimensions du bras de liaison : $b_1 = 30 \text{ mm}$ et $b_2 = 300 \text{ mm}$
- Par sécurité, lorsque le robinet est fermé, le volume immergé du flotteur est égal au quart de son volume total.
- Par simplification, on néglige la masse des pièces mobiles ainsi que les frottements sur le piston et l'axe de rotation.
- Volume de la sphère : $V = \frac{\pi}{6} \cdot D^3$

On demande de calculer :

1. La force F qu'il faut exercer sur le piston pour fermer l'entrée d'eau.
2. La poussée d'Archimède F_v que reçoit alors le flotteur.
3. Le diamètre du flotteur sphérique D .

13. Justifier le coefficient de sécurité, appliqué sur le calcul du volume du flotteur.

-
-

14. Que se passe-t-il quand la pression d'arrivée d'eau augmente ?

.....

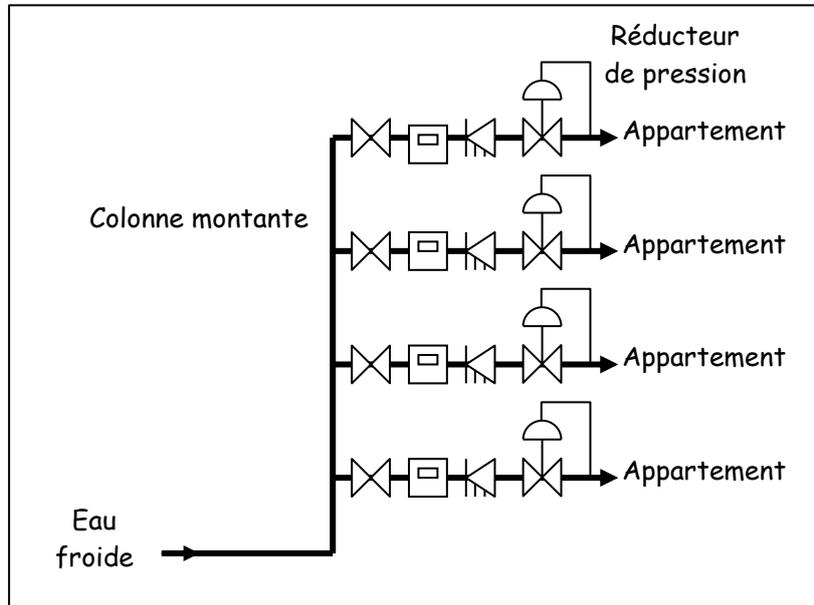
15. Comment éliminer cette grandeur perturbatrice ?

.....



Application 4 : Distribution d'eau froide

Un réseau de distribution d'eau froide alimente les appartements d'un immeuble d'habitation. Un réducteur de pression est installé à l'entrée de chaque appartement.



Principe de fonctionnement du réducteur de pression :

La membrane est soumise sur toute sa surface inférieure à la pression en aval. La force donnée par cette pression comprime le ressort dès qu'elle devient supérieure à la force du ressort et provoque la fermeture du clapet. Cette situation demeure tant qu'il n'y a pas de puisage en aval. La pression en aval est donc maintenue à la valeur souhaitée par le réglage.

Dès qu'il y a puisage en AVAL, donc écoulement, la pression en aval tend à diminuer. Le ressort repousse la membrane, entraînant l'ouverture du clapet.

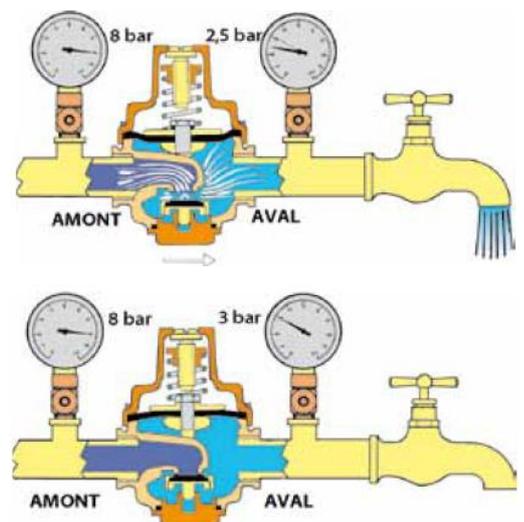
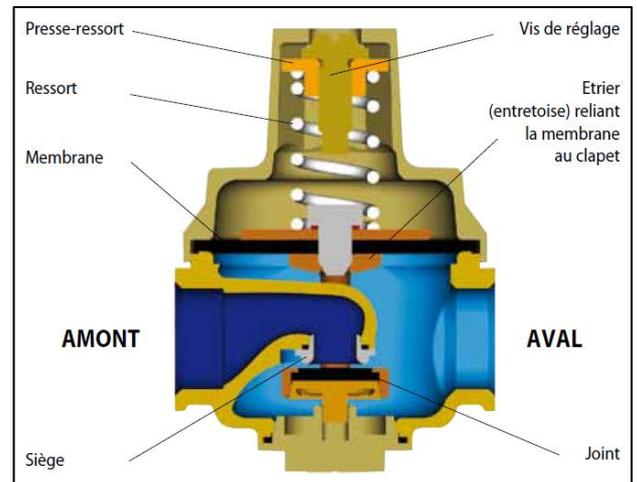
En écoulement prolongé il se produit une autorégulation de l'ouverture du clapet et non pas une succession brutale d'ouvertures et fermetures.

Il y a puisage

La pression en aval chute. Le ressort repousse l'ensemble membrane/joint et provoque l'ouverture au siège. La pression en aval devient par exemple 2,5 bar pour 3 bar initiaux. La différence de 0,5 bar est la *perte de charge* bande proportionnelle.

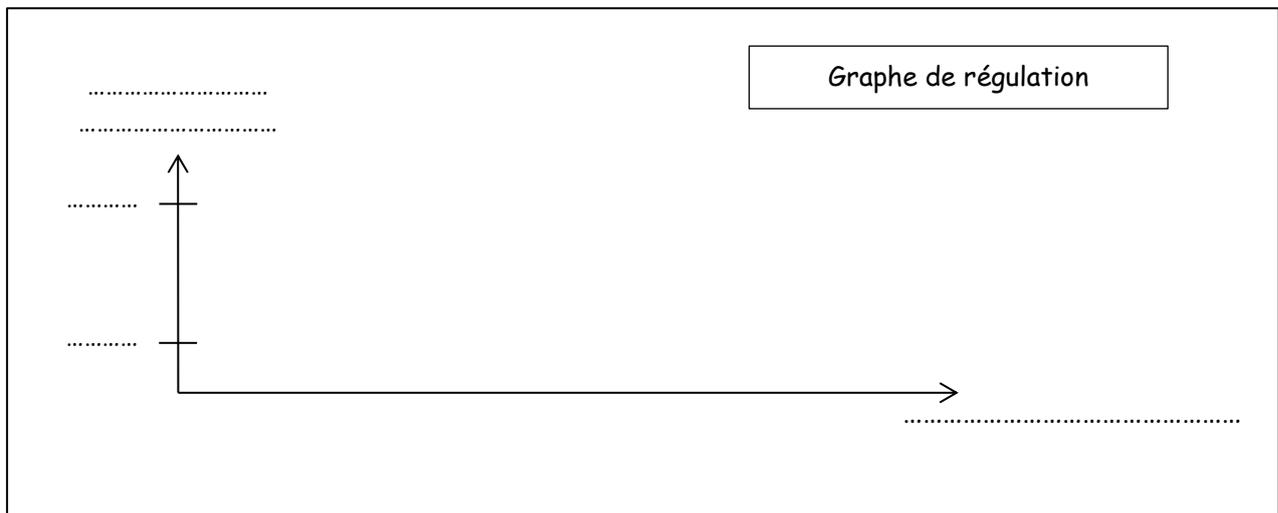
Le puisage est arrêté

La pression en aval remonte. Lorsqu'elle correspond au réglage, l'ensemble membrane/joint repousse le ressort et provoque la fermeture au siège.





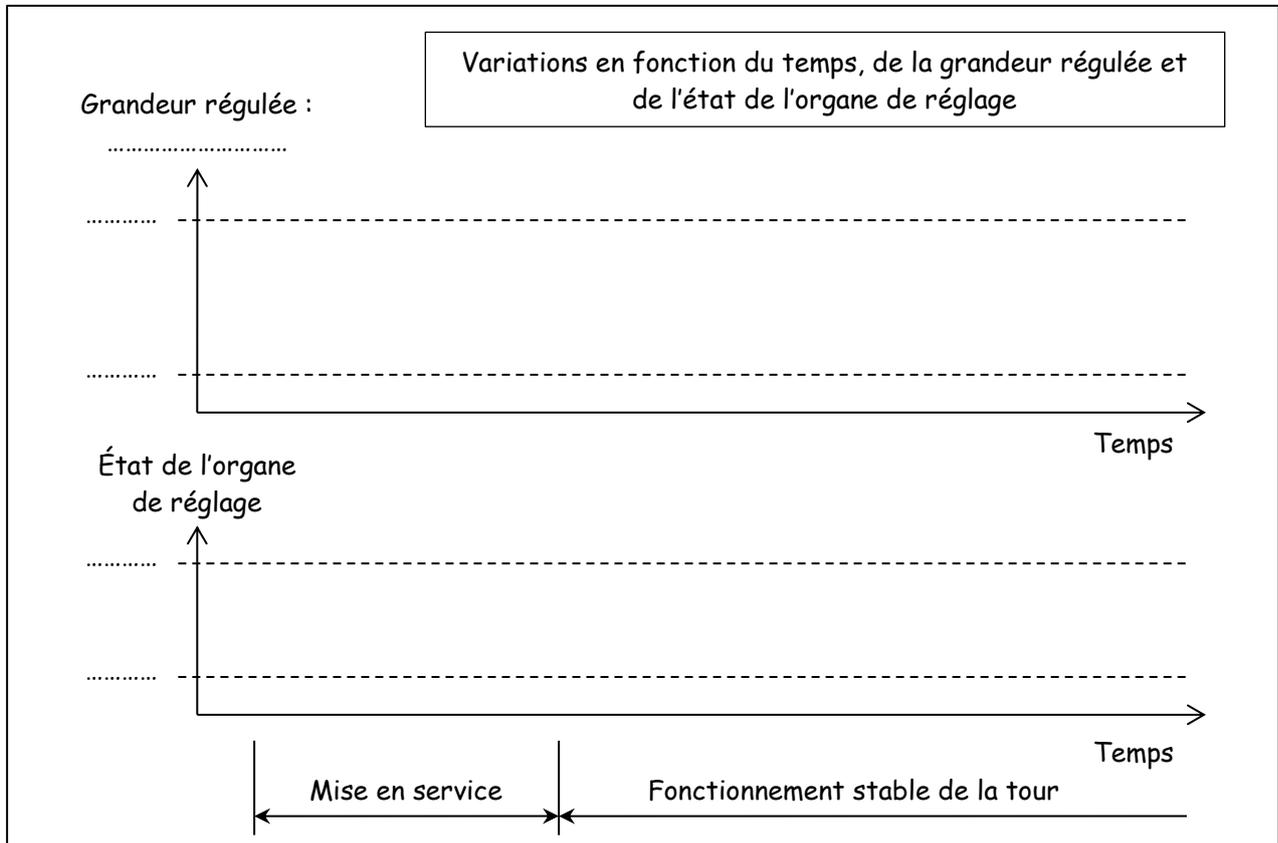
1. Inventorier les grandeurs :
Régulée :
Réglante :
Perturbatrices :
2. Identifier tous les éléments constitutifs de la boucle de régulation :
 - Capteur :
 - Emetteur de consigne :
 - Compateur :
 - Actionneur :
 - Organe de réglage :
3. Indiquer le mode d'action de cette régulation :
4. Indiquer le sens d'action de cette régulation :
5. Tracer le graphe de régulation (Etat de l'organe de réglage en fonction de la grandeur régulée).
6. Indiquer sur ce graphe les valeurs et les écarts remarquables.



7. Comment augmenter la consigne ?
.....
.....
.....
8. Comment augmenter la bande proportionnelle ?
.....



9. Dessiner sur un double graphique en fonction du temps, la variation de la grandeur régulée et l'état de l'organe de réglage. On montrera la mise en service par ouverture de la vanne amont puis le fonctionnement avec un puisage (les grandeurs perturbatrices restent constantes pendant ce temps).

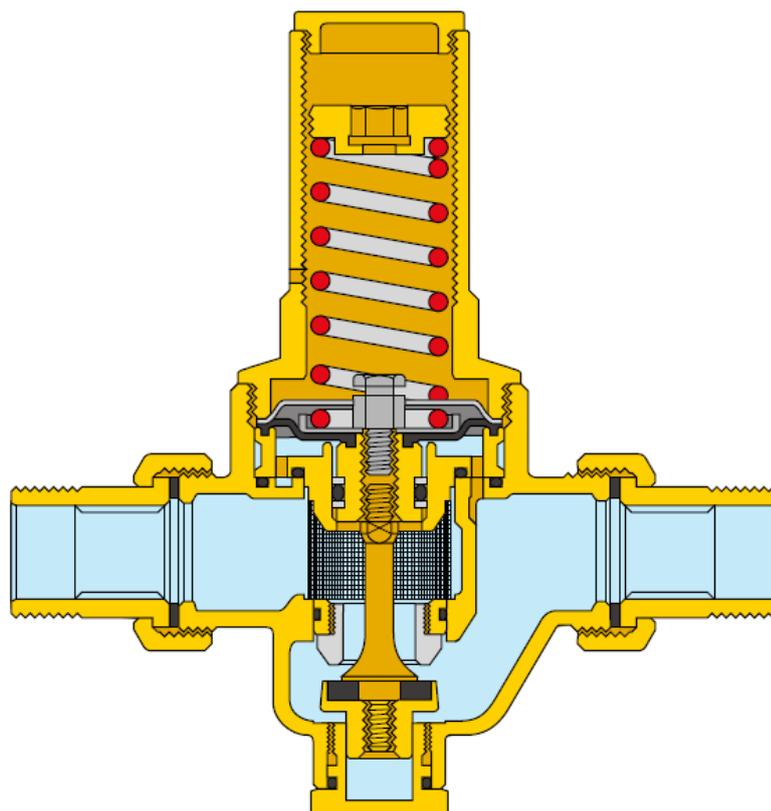


10. Représenter sur le dessin du réducteur de pression, les forces qui s'exercent sur son équipement mobile.
11. Écrire l'équation d'équilibre de cet ensemble.



12. Un autre constructeur propose ce réducteur de pression. Sa conception procure un meilleur fonctionnement. Expliquer pourquoi et comment ?

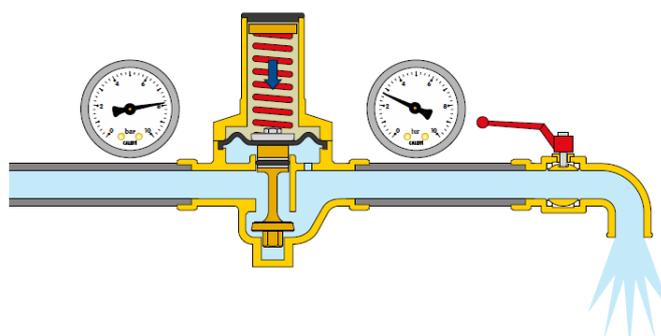
.....
.....
.....



Fonctionnement avec écoulement

A l'ouverture d'un robinet, la force du ressort dépasse celle, opposée, de la membrane ; l'obturateur se déplace vers le bas et ouvre le passage à l'eau.

Lorsque la demande en eau augmente, la pression diminue d'autant en dessous de la membrane, ouvrant d'autant plus le passage de l'obturateur.

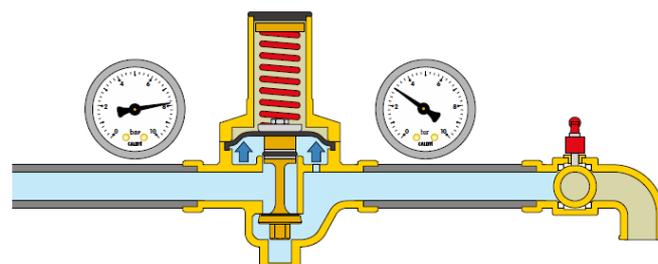


Fonctionnement sans écoulement

Lorsqu'il n'y a pas de robinet d'ouvert, la pression aval augmente et pousse la membrane vers le haut.

De cette façon, l'obturateur ferme la section de passage tout en maintenant la pression sur la valeur de tarage.

Si la force exercée par la membrane dépasse légèrement la force exercée par le ressort, le dispositif se referme.

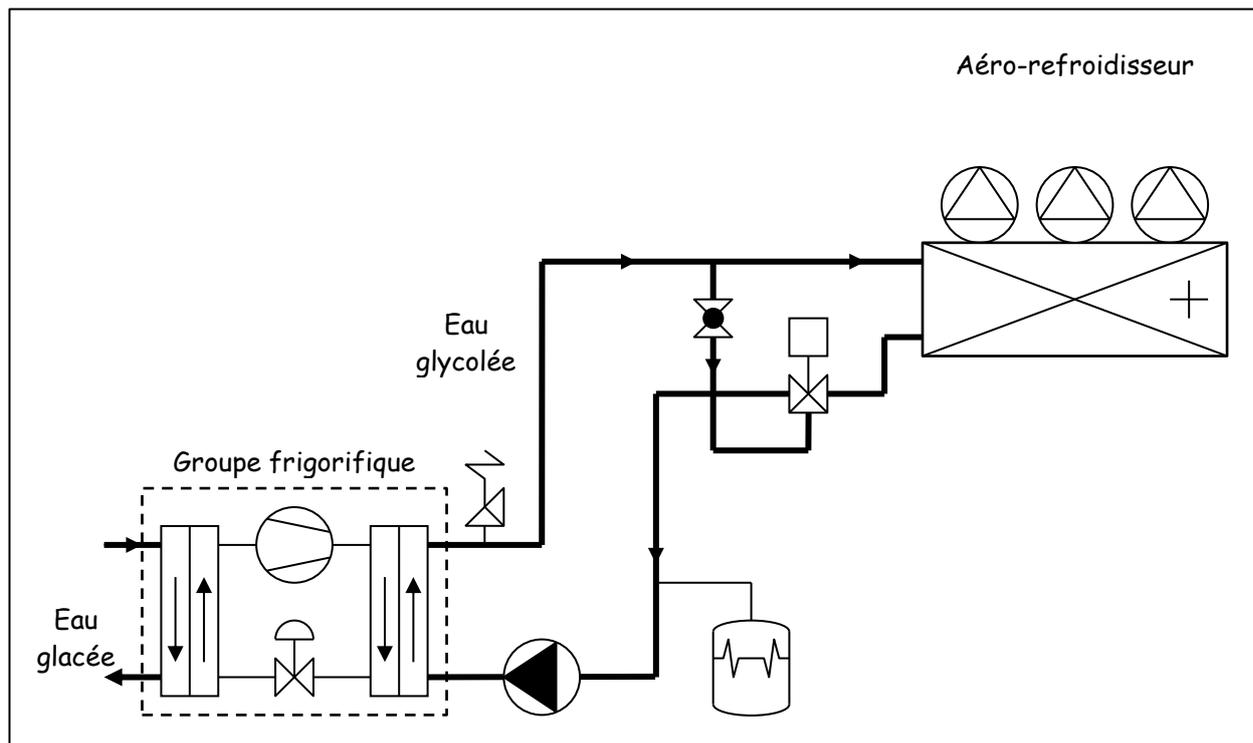




Application 5 : Rejet de chaleur par aéro-refroidisseur

Un aéro-refroidisseur rejette dans l'environnement la chaleur du condenseur d'une machine frigorifique. Cet appareil se compose de deux éléments :

- un échangeur de chaleur entre l'eau glycolée et l'air extérieur, appelé batterie chaude,
- un ou plusieurs ventilateurs hélicoïdes, faisant circuler l'air dans la batterie.



Fonctionnement :

Pour assurer un bon fonctionnement du groupe frigorifique, il est indispensable de stabiliser la pression de condensation et donc de réguler la température d'entrée d'eau au condenseur. Le débit dans le condenseur doit rester constant.

L'aéro-refroidisseur sélectionné est équipé de six ventilateurs, câblés deux par deux, de façon à former 3 étages de régulation. Afin de limiter la consommation d'électricité, le bruit généré et l'usure des moteurs, on utilisera toujours le nombre minimal de moteurs nécessaires.

Dans cette application, le groupe frigorifique sera employé principalement en été, mais aussi en hiver, à puissance réduite. Pendant ce fonctionnement, le refroidissement de l'eau glycolée risque d'être excessif, même si tous les ventilateurs sont arrêtés. Une vanne à trois voies est prévue pour bipasser une partie du débit, hors de l'aéro-refroidisseur.





1. Inventorier les grandeurs :
Régulée :
Réglanges : et
Perturbatrices :
2. Ajouter la régulation sur le schéma de principe.
3. Repérer les orifices de la vanne à trois voies :
 - A : Voie directe
 - B : Voie bipasse
 - AB : Voie commune
4. Identifier tous les éléments constitutifs de la boucle de régulation :
 - Capteur :
 - Emetteur de consigne :
 - Comparateur :
 - Amplificateur :
 - Actionneurs : et
 - Organes de réglage : et
5. Indiquer les modes d'action de cette régulation :
 - sur
 - sur
6. Indiquer le sens d'action de cette régulation :
7. Tracer le graphe de régulation (Etat de l'organe de réglage en fonction de la grandeur régulée).
8. Indiquer sur ce graphe les valeurs et les écarts remarquables.
9. Calculer le débit d'eau glycolée, en [m³/h].
Données :
 - Puissance calorifique (au condenseur) : P = 250 [kW]
 - Régime de températures du circuit de refroidissement : 45 / 40 °C
 - Masse volumique de l'eau glycolée : $\rho = 1032$ [kg/m³]
 - Chaleur de massique de l'eau glycolée : c = 3,76 [kJ/kg.K]
10. Sélectionner et donner la désignation complète de la vanne à trois voies.
Données :
 - Perte de charge de l'aéro-refroidisseur : J = 0,2 [bar]
 - Pour que la vanne à trois voies fonctionne correctement, son autorité doit être supérieure ou égale à 0,5. Ceci impose que sa perte de charge soit supérieure ou égale à la perte de charge de l'aéro-refroidisseur.

