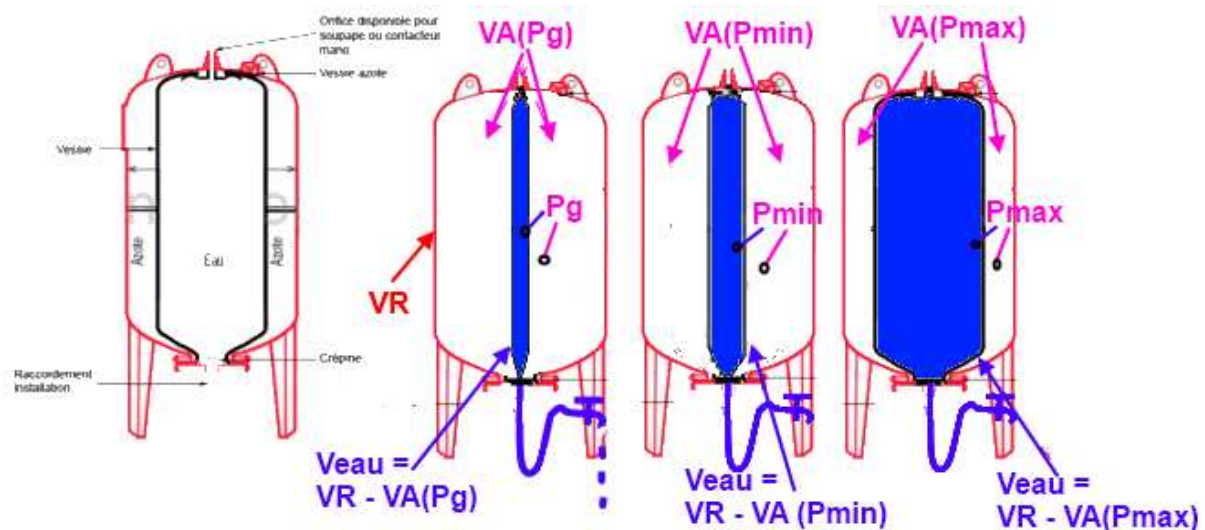


Comment gonfler la vessie d'un réservoir (pompe à eau):



Volumes :

VR : volume total du réservoir (pour être exact : volume occupé par le gaz lorsque la vessie est vide d'eau). VR est égal au volume occupé par l'azote juste après avoir gonflé la vessie à la pression Pg , du moins, si on gonfle suffisamment. $VR = VA(Pg)$ (*)

VA : volume occupé par l'azote (ou par tout autre gaz).

Une fois la vessie du réservoir gonflée, la quantité de gaz de la vessie reste constante. Mais son volume dépend de la pression à l'intérieur du réservoir.

Ce qui est constant, c'est le produit : Pression x Volume. (la température ne variant que très peu. La formule plus juste est : Pression x Volume = Constante x Temp._absolue_en_Kelvin). C'est pourquoi on note ce volume comme une fonction de la pression : $VA(Pression)$

Pressions :

La pression à l'intérieur du réservoir est identique au niveau du gaz, ou à l'intérieur de la vessie.

Pg : Pression utilisée pour gonfler la vessie avec de l'Azote, lorsque la pompe est arrêtée et que le robinet d'eau situé au point le plus haut est ouvert. (on peut utiliser un autre gaz que l'azote, de l'air, mais c'est plus risqué car l'air contient toujours de l'humidité, qui se condensera et qui fera rouiller le réservoir. Car le gaz est en contact avec les parois, mais pas l'eau, qui, elle est à l'intérieur de la vessie).

$Pmin$: pression pour laquelle la pompe se met en route.

$Pmax$: pression pour laquelle la pompe s'arrête.

Pour simplifier les formules :

Soit k tel que : $P_{\max} = k \times P_{\min}$

Soit p(%) le pourcentage de « sous-gonflage » de la vessie par rapport à $P_{\min}$: $P_g = P_{\min} \times (1 - p\%)$.

On utilise le fait que, lorsque la vessie est gonflée, la quantité de gaz enfermée reste constante, et que le produit de la pression par le volume occupé par le gaz reste constant. Tous les produits suivants sont donc égaux :

après avoir gonflé la vessie : $= P_g \times VA(P_g) = P_g \times VR$ (voir explication ci-dessus (*))

à la pression $P_{\min}$: $= P_{\min} \times VA(P_{\min})$

à la pression $P_{\max}$: $= P_{\max} \times VA(P_{\max})$

Donc, le volume d'eau que l'on peut tirer avant que la pompe se déclenche est : (voir schéma ci-dessus)

$$\begin{aligned} V_{\text{utile}} &= (VR - VA(P_{\max})) - (VR - VA(P_{\min})) && \text{(c-à-d volume maxi - volume mini)} \\ &= VA(P_{\min}) - VA(P_{\max}) && \text{(on supprime VR)} \\ &= VR \times P_g / P_{\min} - VR \times P_g / P_{\max} && \text{(on utilise les formules précédentes)} \\ &= VR \times P_g \times (1 / P_{\min} - 1 / P_{\max}) \\ &= VR \times (1 - p\%) \times P_{\min} \times (1 / P_{\min} - 1 / (k \times P_{\min})) \\ &= VR \times (1 - p\%) \times (1 - 1 / k) \end{aligned}$$

$$V_{\text{utile}} = VR \times (1 - p\%) \times (1 - 1 / k)$$

Avec p% : le sous-gonflage de la vessie par rapport à la pression $P_{\min}$ de déclenchement de la pompe

$k = P_{\max} / P_{\min}$ (rapport entre la pression d'arrêt $P_{\max}$ et la pression de déclenchement $P_{\min}$)

On voit tout de suite :

VR : Le volume utile dépend directement de la taille du réservoir VR

p% : Si on « sous-gonfle » la vessie quand le robinet d'eau le plus haut est ouvert de 10% par rapport à $P_{\min}$, le volume utile d'eau est diminué de 10%. IL EST INUTILE DE « SOUS-GONFLER ».

k : le volume utile dépend du rapport entre les pressions $P_{\max} / P_{\min}$. :

k :	1 (**)	1,25	1,5	2	2,5	3	3,5	4	...	infini
$V_{\text{utile}} = VR \times \dots$	0 (normal...)	0,2	0,33	0,50	0,60	0,67	0,71	0,75	...	1

(**) cas évident, et stupide, où $P_{\min} = P_{\max}$.

On peut faire un calcul similaire dans le cas où on « surgonflerait » la vessie. C'est-à-dire que, en vidant le réservoir, il ne resterait plus d'eau, ce qui ferait brusquement chuter la pression, et déclencher la pompe.

Pour simplifier les formules :

Soit k tel que : $P_{\max} = k \times P_{\min}$ (inchangé)

Soit p' (%) le pourcentage de « sur-gonflage » de la vessie par rapport à $P_{\min}$: $P_g = P_{\min} \times (1 + p'\%)$.

$$\begin{aligned}
 V_{\text{utile}} &= (VR - VA(P_{\max})) - (VR - VA(P_g)) \quad (\text{le réservoir commence à remplir quand } P = P_g) \\
 &= VA(P_g) - VA(P_{\max}) \quad (VA(P_g) = VR, \text{ et } VA(P_{\max}) = VR \times P_g / P_{\max}) \\
 &= VR - VR \times P_g / P_{\max} \quad (\text{on utilise les formules précédentes}) \\
 &= VR \times (1 - P_g / P_{\max}) \\
 &= VR \times (1 - P_{\min} \times (1 + p'\%) / (k \times P_{\min})) \\
 &= VR \times (1 - (1 + p'\%) / k)
 \end{aligned}$$

On tire des conclusions quasi-identiques :

une sur-pression $p'\%$ diminue le volume utile de (en %) .

Pour de grands écarts entre les pression $P_{\max}$ et $P_{\min}$, il vaut mieux sur sur-pression qu'une sous-pression....

Tableau :

Coefficient à appliquer au volume du réservoir afin de connaître son "volume utile" :									
sous-pression	$k (= P_{\max} / P_{\min})$								
p%	1	1,25	1,5	2	2,5	3	3,5	4	9999999999
0%	0,00	0,20	0,33	0,50	0,60	0,67	0,71	0,75	1,00
5%	0,00	0,19	0,32	0,48	0,57	0,63	0,68	0,71	0,95
10%	0,00	0,18	0,30	0,45	0,54	0,60	0,64	0,68	0,90
15%	0,00	0,17	0,28	0,43	0,51	0,57	0,61	0,64	0,85
20%	0,00	0,16	0,27	0,40	0,48	0,53	0,57	0,60	0,80
25%	0,00	0,15	0,25	0,38	0,45	0,50	0,54	0,56	0,75
Coefficient à appliquer au volume du réservoir afin de connaître son "volume utile" :									
sur-pression	$k (= P_{\max} / P_{\min})$								
p'%	1	1,25	1,5	2	2,5	3	3,5	4	9999999999
0%	0,00	0,20	0,33	0,50	0,60	0,67	0,71	0,75	1,00
5%	-0,05	0,16	0,30	0,48	0,58	0,65	0,70	0,74	1,00
10%	-0,10	0,12	0,27	0,45	0,56	0,63	0,69	0,73	1,00
15%	-0,15	0,08	0,23	0,43	0,54	0,62	0,67	0,71	1,00
20%	-0,20	0,04	0,20	0,40	0,52	0,60	0,66	0,70	1,00
25%	-0,25	0,00	0,17	0,38	0,50	0,58	0,64	0,69	1,00