



Les Motopompes

Version 2002



© D. Burland
Instructeur SP

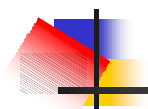


TABLE DES MATIERES

Informations techniques

Motopompe type I (PC)

Motopompe type II (PC)

Principe d'aspiration

Les différents types d'amorçages

Les différents genres de relais

Les différents calculs

Les différentes prises d'eau

L'entretien des motopompes

Les prescriptions de sécurité

Responsabilités du chef de groupe

Responsabilités du machiniste

Modification subite pendant la marche

La cavitation

Les moteurs

Les pannes

A savoir

INFORMATIONS TECHNIQUES

Directives de la FSSP concernant la construction, l'essai type et l'essai de réception des motopompes et des pompes équipant les tonnes pompes (TP)

IT No. 01.00-01F Octobre 1989.

1.0 Généralités

1.1 Domaine d'application

Les présentes directives contiennent les prescriptions pour la construction et les essais des motopompes portatives et fixes, ainsi que des pompes équipant les véhicules tonnes pompes des sapeurs-pompiers.

1.2 Désignation des types

En principe, on distingue les quatre types suivants, qui sont définis en fonction de la capacité de refoulement (débit garanti):

Type I	au minimum	400 l/min pour 4 bar EMT
Type II	au minimum	1400 l/min pour 8 bar EMT
Type III	au minimum	2800 l/min pour 8 bar EMT
Type IV	au minimum	3200 l/min pour 8 bar EMT

1.3 Définitions

Hauteur d'aspiration (effective) géodésique $H_s \text{ geo}$ (m)

C'est la différence de hauteur entre l'axe de la pompe et le niveau de l'eau.

Pression $P...$

Elles sont données en bar: 1 bar = 1000 mbar = 10 N/cm²
(anciennement: 1 bar = 10 mCE = 10 mCE = 0.891 bar)

Pression atmosphérique b

Elle est indiquée mbar
(anciennement en mm colonne de mercure)
[mmHg], 1mm Hg = 1,33 mbar)

Pression d'entrée P_e

C'est la pression mesurée à l'entrée de l'aspiration. Lors du processus d'aspiration, cette pression est négative $[- P_e]$.

Pression de sortie P_a

C'est la pression mesurée à la sortie de la pompe

Élévation manométrique totale EMT

C'est la différence entre la pression d'entrée et la pression de sortie de la pompe

$$P = P_a - P_e \text{ [bar]}$$

Pour l'aspiration:

$$P = P_a - (- P_e) = P_a + P_e \text{ [bar]}$$

Pression de fermeture P_o

C'est la pression mesurée lorsque les vannes de refoulement sont fermées, sans toutefois dépasser le nombre de tours maximum admis.

Débit Q (l/min)

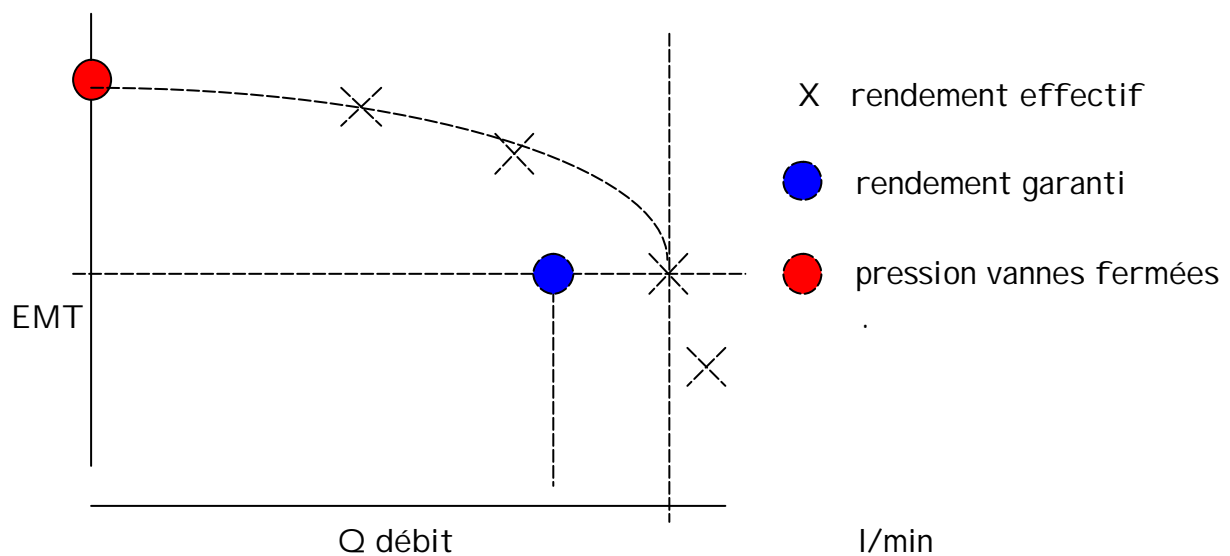
Egalement appelé quantité d'eau

Capacité de refoulement (rendement) P_q (KW)

C'est la puissance utile transmise par la pompe à la quantité d'eau refoulée.

$$P_q = \frac{Q \text{ (l/min) } \cdot P \text{ (bar) }}{600} = \text{ (KW)}$$

Diagramme de rendement



2. Moteur et système de transmission

2.1 Moteur d'entraînement

L'entraînement de la pompe peut se faire au moyen de n'importe quel moteur de série.

La puissance du moteur, indiquée par le constructeur, doit correspondre à la norme DIN 6270. Elle doit être mesurée sur le dispositif d'embrayage, respectivement sur la prise de mouvement, sous des conditions normales d'utilisation, sans modification au moteur en utilisant le type de carburant prescrit.

2.2 Refroidissement du moteur

Le moteur peut être refroidi à l'air ou par un circuit d'eau indirect, C'est-à-dire avec une alimentation en eau qui n'est pas celle du système de pompage. Un refroidissement direct n'est pas autorisé.

2.3 Alimentation en carburant

Les vibrations et la température du moteur ne doivent pas provoquer des influences nuisibles sur le réservoir et sur la conduite d'alimentation en carburant. Pour les motopompes, il faut incorporer un filtre dans la conduite d'alimentation en carburant.

Le réservoir de carburant doit être identifié de manière indélébile

CARBURANT (super / sans plomb).

Pour les moteurs 2 temps, on marquera sur le réservoir et d'une manière indélébile, la proportion du mélange essence - huile (éventuellement la qualité d'huile prescrite).

2.4 Quantité de carburant

La quantité de carburant à disposition sur les motopompes doit pouvoir assurer au minimum 2 heures d'utilisation à la puissance garantie.

Pour les tonnes pompes, le contenu minimum des réservoirs est fixé comme suit:

TPL (tonne pompe léger) = 85 litres

TP (tonne pompe) = 120 litres

2.5 Equipement minimum pour le moteur

	Motopompe				Tonne pompe
Désignation	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 2-4
Limiteur nombres de tours	X	X	X	X	
Compte tours (moteur ou pompe) Compteur d'heures		X	X	X	X
Indicateur de pression d'huile		X	X	X	X
Indicateur de température			X	X	X
Dispositif d'accouplement		X	X	X	X
Système de démarrage	C	L/E	L/E	L/E	E

3. Pompe

3.1 Capacité de refoulement nominale (débit garanti)

La capacité de refoulement nominale des pompes sera indiquée en fonction de la pression atmosphérique suivante:

Hauteur barométrique 955 mbar (716 mmHg)
(ce qui correspond à une altitude de 600 mètres sur mer)

3.2 Exigences minimales pour le rendement des pompes, la conduite d'aspiration et les orifices de refoulement.

Désignation Litres/min	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Haute pression
	400	1400	2800	3200	300
Hauteur d'aspiration géodésique pour l'essai type en mètre	2,0	4,0	4,0	4,0	
Pour l'essai de réception en mètre	1,5 2,0	3,5 4,0	3,5 4,0		
Longueur de la conduite d'aspiration	3,0	6,0	8,0	8,0	
Élévation manométrique totale	4,0	8,0	8,0	8,0	4,0

Désignation	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Haute pression *
Pression de fermeture bar	8	15	20		45
Pression d'essai côté aspiration bar	10	16			
Pression d'essai des parties sous pression bar	11	21	26	1,3 X Po	
Nombre d'orifices d'aspiration Storz	1X75	1X110	1X125		
Nombre d'orifices de refoulement Storz	1X55 1X75	2X75	4X75		

* en supplément de la pompe à pression normale (si nécessaire), essai sans pression normale

3.3 Equipement minimum de la pompe

Désignation	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Haute pression
Manovacuumètre bar	-1à16	-1 à 25			
Manomètre bar	0à16	0 à 25			0 à 60
Tuyaux d'aspiration mètre	2x1,5	4X2,0	5X2,0		
Système d'amorçage					
Pompe d'aspiration à main	X ou				
Ejecteur à gaz	X ou	X ou	X ou	X ou	
Pompe d'aspiration mécanique	X	X	X	X	
Vide à atteindre par le système d'amorçage par rapport à la pression barométrique %	50	80			
Temps d'amorçage (max)					
Sans tuyau d'aspiration sec.	20		25		
Avec tuyau d'aspiration sec.	60	80	180		

3.4 Le corps de pompe , les roues à aubes et les roues conductrices doivent être fabriquées avec une matière anticorrosive.

3.5 L'arbre d'entraînement de la pompe sera construit en acier résistant à la corrosion et aux acides.

3.6 La pompe et le dispositif d'aspiration doivent pouvoir être vidangés facilement.

3.7 La crépine de la conduite d'aspiration doit permettre un passage libre et transversal de l'eau. Une soupape de retenue d'une bonne étanchéité et équipée d'un dispositif de vidange y sera incorporée.

3.8 Pour les TP, les conduites d'alimentation et de trop - plein de la citerne, ainsi que la conduite d'alimentation de la pompe seront dimensionnées pour garantir la capacité de refoulement nominale.
La capacité de refoulement nominale (débit garanti) doit être assurée pour une pression d'alimentation de 3 bar.

3.9 Les tuyaux de distribution et de refoulement seront dimensionnés de façon à ce que le refoulement soit assuré sans perte de pression inutile.
Pour la capacité de refoulement nominale, la perte de pression entre la pompe et les lances ne doit pas dépasser 1 bar.

4.0 Remorques de transport et tonnes pompes

Ces véhicules doivent correspondre aux prescriptions de l'ordonnance du DFJP sur la construction des véhicules routiers (OCE). Les exigences de la FSSP mentionnées dans l'information technique TI 09.15-01fs également obligatoires.

5.0 Essai type

5.1 Etendue de l'essai

L'essai type est effectué par la FSSP . Il comprend : L'essai de rendement, l'essai de durée, l'essai d'aspiration à grande profondeur, l'essai d'aspiration à sec et l'essai de débit pour le TP. En outre, il sera contrôlé si l'exécution de l'engin est conforme aux présentes directives et si l'équipement et les accessoires y sont appropriés.

5.2 Conditions pour l'essai de rendement

Exigences minimales voir point 3.2

Les tuyaux de refoulement seront caoutchoutés à l'intérieur et auront un Diamètre de 55 mm ou 75 mm et une longueur de 10 m. On n'utilisera que des instruments de mesure étalonnés. La température de l'eau sera comprise entre 0° et 20° C.

5.3 Conditions pour l'essai de durée

L'essai de durée doit s'effectuer au minimum à la capacité de refoulement nominale. D'autre par, la quantité d'eau Q délivrée ne doit pas être supérieur de 5% de la capacité de refoulement nominale garantie (débit garanti).

Q \geq 1,05 Q garanti

Lors de l'essai de durée, la machine doit fournir le débit prescrit pendant 2 heures, sans interruption ni défectuosité. Le système de refroidissement doit être efficace pendant les 2 heures de fonctionnement, sans additif auxiliaire, même l'été. Les températures de l'eau et de l'air seront protocolées. L'expert ou son remplaçant doit constamment contrôler la marche de l'engin.

A intervalle de 30 minutes, on relèvera sur la feuille < Essai de durée > les Valeurs indiquées par les instruments de mesure.

5.4 Conditions pour l'essai d'aspiration à sec

Les temps d'aspiration ainsi que le vide maximum obtenu devront être Contrôlés (voir point 3.3)

Après l'interruption du processus d'aspiration et l'arrêt de la pompe, la diminution tolérée du vacuum obtenu ne doit pas dépasser **0,2 bar pendant 3 minutes.** Le même essai sera effectué avec les tuyaux d'aspiration raccordés pour en contrôler l'étanchéité.

5.5 Conditions pour l'essai de débit des TP

La pompe sera réglée de manière à fournir au moins la capacité de refoulement nominale garantie (sur prise d'eau citerne). La pression d'alimentation de la citerne, indiquée par les manomètres branchés sur les raccords de remplissage, ne devra pas dépasser 3 bar. La capacité de remplissage de la citerne doit être égale ou supérieur à la capacité de refoulement nominale de la pompe (le niveau d'eau dans la citerne ne doit pas baisser). Le trop-plein de la citerne sera dimensionné de manière à permettre, lors d'une interruption du refoulement, un débordement de 120% de la capacité de refoulement nominale, sans dégâts à la cuve.

5.6 Conditions pour l'essai d'aspiration à grande profondeur

Exigences minimales voir point 3.2

La hauteur d'aspiration maximum géodésique (Hs geo) pour 80% de la pression barométrique est déterminée comme suit :

$$Hs\ geo = 0,00816 \times B \text{ [m]}$$

B = pression atmosphérique du lieu de l'essai en mbar

0,00816 = facteur correctif (0,8 X 0,0102)

6.0 Essai de réception

6.1 L'essai de réception est effectué par les instances cantonales responsable en observant les présentes directives. L'essai de réception comprend l'essai de rendement, de durée, d'aspiration à sec, ainsi que l'essai de débit pour les TP.

6.2 Exécution est entendue conformément aux points 1 - 5 et à l'I T 09.15-01.

6.3 Chaque engin disposera d'une instruction de service décrivant son utilisation, ainsi que la manière de remédier à de petit dérangements. Un carnet de contrôle est attribué à chaque engin.

7.0 Accessoires

(voir annexe 2)

8.0 Attribution d'une description technique (DT)

La demande d'attribution d'une description technique est à faire parvenir au Bureau technique (BT/FSSP).

Le BT/FSSP se prononce sur la remise d'une DT et en autorise l'inscription dans le répertoire des appareils destinés aux services du feu édité par la FSSP.

Annexe 2

Accessoires (recommandés)

Désignation	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
Accessoires et pièces de rechange pour le moteur				
Huile pour le moteur (bidon de 1 kg)		1		
Mesure pour mélange de carburant	1			
Entonnoir avec filtre	1			
Bidon à carburant	1 de 20 litres			
Bougies d'allumage (par cylindre)	1	2		
Câbles d'allumage	1	2		
Courroie par grandeur et type	1			
Cales de roue		1 Ä		
Chiffons de nettoyage	1			
Accessoires et pièces de rechange pour la pompe				
Graisse pour pompe	Selon la pompe			
Seau		1		
Matériel pour joint presse-étoupe	Selon l'engin			
Cordes pour conduite d'aspiration	2			
Joints pour conduite d'aspiration	2	4		
Joints pour tuyaux de refoulement	Min. 2 par grandeur			

Ä Selon prescription de la loi sur la circulation routière

POMPE TYPE I PC



Moteur

Mag 1 cylindre 2 temps
essence mélange 2,5% (1/40)
réservoir 11 litres
consommation 4 à 5 l / h

Refroidissement

à air

Cylindrée

270 cm³

Puissance

8,5 cv à 3800 t/min. (6,25 Kw)

Démarrage

par corde avec ré enrouleur

Pompe

centrifuge à haute pression
à 1 étage

Dispositif d'amorçage

éjecteur à gaz

Rendement

400 l/min. à 4 bar EMT
200 l/min. à 7 bar EMT
à une hauteur de 2 mètre

Poids

65 kg

Vanne

1 Storz 55 mm.

Mise en position

- 1 Contrôler que la pompe est en position horizontale
- 2 Ouvrir le robinet d'essence
- 3 Dévisser le couvercle de la tubulure d'aspiration
- 4 Fermer le purgeur du carter
- 5 Fermer la vanne de refoulement
- 6 Ejecteur sur (déclencher)

Mise en marche du moteur

Moteur froid

- 1 Manette des gaz sur $\frac{1}{4}$
- 2 Presser sur l'exhausteur du carburant jusqu'à ce que le carburant déborde
- 3 Actionner la corde de mise en marche

Moteur chaud

- 1 Manette des gaz sur $\frac{1}{4}$
- 2 Actionner la corde de mise en marche

Si le moteur ne démarre pas, procéder de la même façon que pour un moteur froid.

Aspiration

- 1 Contrôler la position de la crépine
- 2 Manette sur (pleins gaz)
- 3 Ejecteur sur position (enclencher)
- 4 Dès que l'eau sort par l'éjecteur, ouvrir de deux tours la vanne de refoulement
- 5 Lorsque l'eau alimente la conduite de refoulement, placer le levier de commande de l'éjecteur sur (déclencher)
- 6 Gaz sur $\frac{1}{4}$
- 7 Fermer la vanne de refoulement

Attention au refroidissement
(ouvrir légèrement la vanne de refoulement) !!!

Arrêt

- 1 Gaz sur ralenti
- 2 Fermer la vanne de refoulement s'il y a débit d'eau
- 3 Fermer le robinet de carburant
- 4 Laisser tourner le moteur jusqu'à épuisement du carburant
- 5 Ouvrir d'un tour la vanne de refoulement
- 6 Ouvrir le purgeur du carter
- 7 Vider la conduite d'aspiration

Après avoir désaccouplé la conduite d'aspiration, visser le couvercle de la tubulure d'aspiration

MOTOPOMPE TYPE II PC



Photo D.Burland

Moteur	VW industriel type 126a 4 cylindres opposés à 4 temps Essence	
Refroidissement	A air	
Cylindrée	1584cm ³	
Puissance	46cv à 3600 t/min (34kw)	
Démarrage	Par levier	
Embrayage	Monodisque	
Pompe	Centrifuge à 2 étages	
Dispositif d'amorçage	Ejecteur à gaz	
Rendements	1400 l/min à 8 bar EMT 800 l/min à 12 bar EMT	
Poids	De la pompe	233 kg env. 250 kg
	Du chariot	244 kg env. 250 kg
	Du matériel	235 kg env. 250 kg
	Total	712 kg env. 750 kg

La mise en service

- 1 Pompe horizontale et assurée si nécessaire



Photo D.Burland

- 2 Contrôler le robinet d'essence l'ouvrir si nécessaire

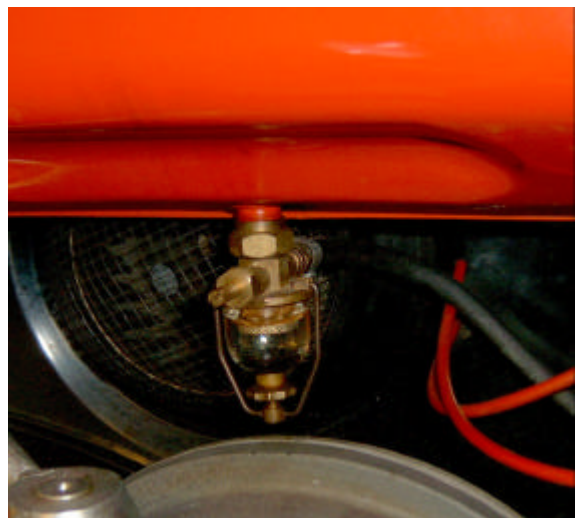


Photo D.Burland

3 Fermer les
vannes de
refoulement

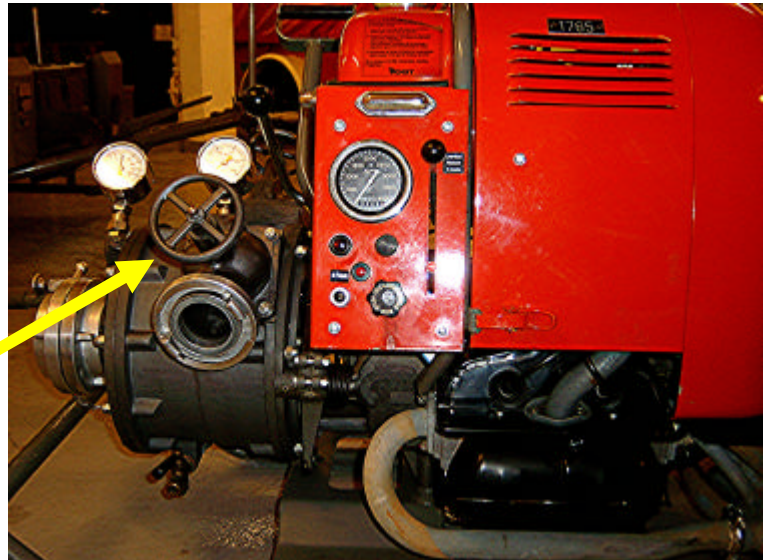


Photo D.Burland

4 Enlever le
couvercle de la
pompe centrifuge



Photo D.Burland

- 5 Fermer le robinet de vidange de la pompe centrifuge

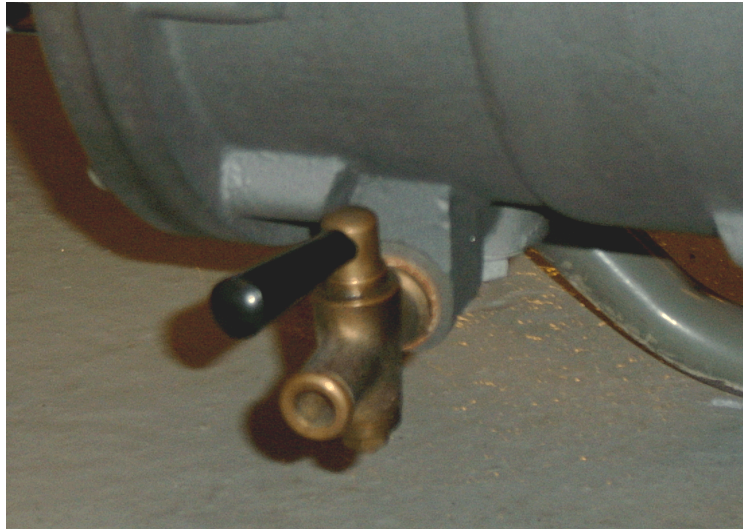


Photo D.Burland

- 6 Mettre le levier d'embrayage sur marche

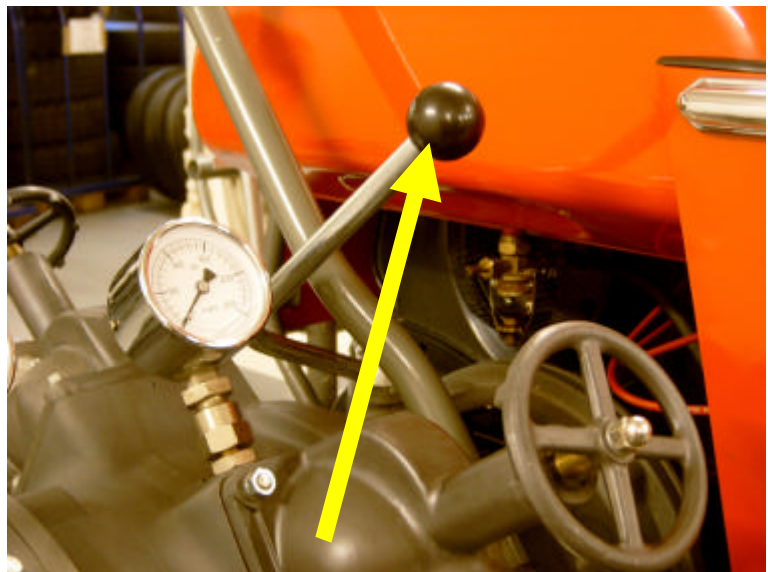


Photo D.Burland

Mise en marche du moteur

Moteur froid

- 1 Actionner trois fois la manette des gaz en passant du « ralenti » à « plein gaz » (injection du carburant)
- 2 Placer la manette des gaz sur ralenti
- 3 Tirer le «choke» à fond
- 4 Actionner trois fois, lentement, le levier de mise en marche
- 5 Actionner le levier de mise en marche jusqu'à ce que le moteur fonctionne
- 6 Repousser le « choke » jusqu'à la moitié
(Après environ 1 minute, le repousser complètement)

Moteur chaud

- 1 Placer la manette des gaz sur environ $\frac{1}{4}$ de sa course et repousser entièrement le « choke ».
- 2 Actionner le levier de mise en marche jusqu'à ce que le moteur démarre (si le moteur ne démarre pas, mettre la manette des gaz sur « plein gaz »).

Aspiration

- 1 Contrôler que la crépine soit entièrement sous l'eau
- 2 Placer la manette des gaz à environ $\frac{1}{4}$ de sa course
- 3 Enclencher le dispositif de vide d'air sur aspiration et régler les gaz .
- 4 Dès l'arrivée de l'eau sous pression réduire le nombre de tours du moteur, déclencher le dispositif de vide d'air et régler à une pression de 2 à 3 bar
- 5 Ouvrir une vanne de refoulement.

La crépine doit être recouverte au minimum de 50 cm en eau stagnante et de 30 cm en eau courante.

Mise hors service

- 1** Placer la manette des gaz sur «ralenti »
- 2** Fermer les vannes de refoulement
- 3** Laisser tourner le moteur quelques minutes (refroidissement du moteur)
- 4** Presser le bouton d'arrêt jusqu'à ce que le moteur s'arrête
- 5** Fermer le robinet d'essence (s'il existe)
- 6** Ouvrir partiellement les vannes de refoulement
- 7** Ouvrir le robinet de vidange de la pompe et vider la conduite d'aspiration
- 8** Remettre le couvercle de la pompe centrifuge.



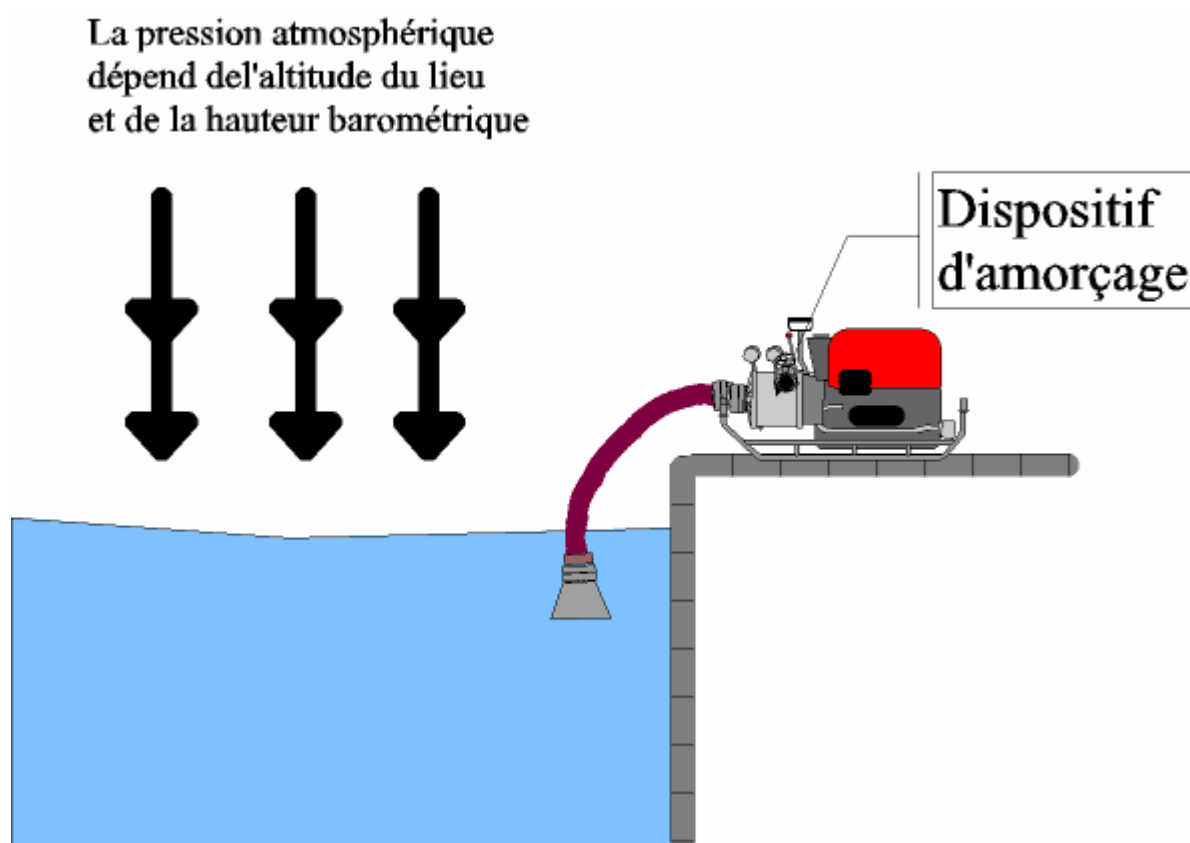
Principe d'aspiration

Généralités:

Les pompes centrifuges ne peuvent, de par de leur construction aspirer à cause du jeu entre les roues à aubes, les diffuseurs et le corps de pompe. Elles sont donc équipées d'installation d'amorçages.

Principe d'aspiration:

La pression atmosphérique pèse sur la surface de l'eau et de ce fait l'eau est amenée par le tuyau d'aspiration dans le corps de pompe. Par le dispositif d'amorçage le vide d'air est créé dans le système.



Il se produit une différence de pression entre la pression atmosphérique et la pression dans la conduite d'aspiration et le corps de pompe.



Ejecteur à gaz

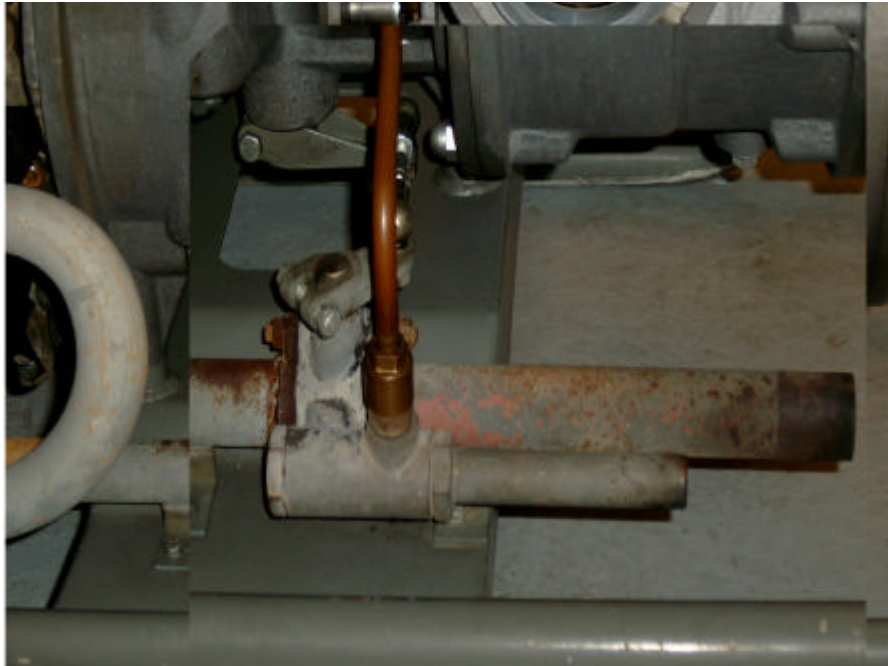
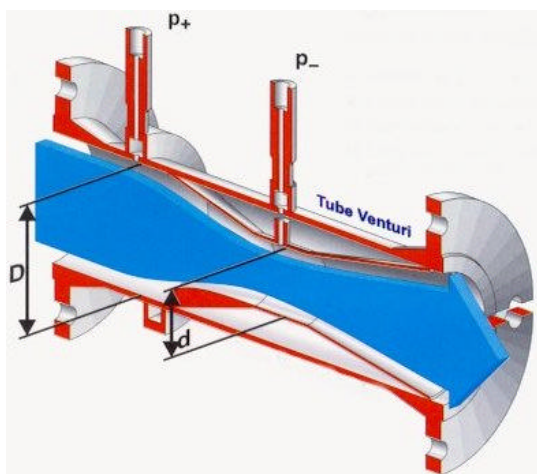


Photo D.Burland

L'éjecteur à gaz est monté sur le tuyau d'échappement du moteur et relié avec une conduite à la pompe, laquelle est équipée d'une soupape d'aspiration.

Par la fermeture simultanée de la vanne et l'ouverture de la soupape d'aspiration les gaz d'échappement sont contraints de passer par la tuyère. Par le passage des gaz à grande vitesse dans le diffuseur, l'air est entraîné du tuyau d'aspiration à l'extérieur. Ainsi le corps de pompe est vidé d'air.



Tube créé par un physicien italien du nom de Venturi



Pompe à pistons

Ce système est constitué de deux pistons travaillant séparément et relié directement à la pompe centrifuge.

A l'enclenchement de la pompe à pistons, l'excentrique rotatif presse les pistons alternativement contre l'extérieur; en conséquence l'air est aspiré de la conduite d'aspiration et du corps de pompe. Cet air circule par l'ouverture des membranes d'admission dans le cylindre. Les ressorts d'admission pressent les pistons contre l'intérieur.

La membrane se ferme, l'air dans le cylindre se comprime et s'échappe par la membrane d'échappement et le tuyau vers l'extérieur. Ainsi le corps de pompe est vidé de son air.

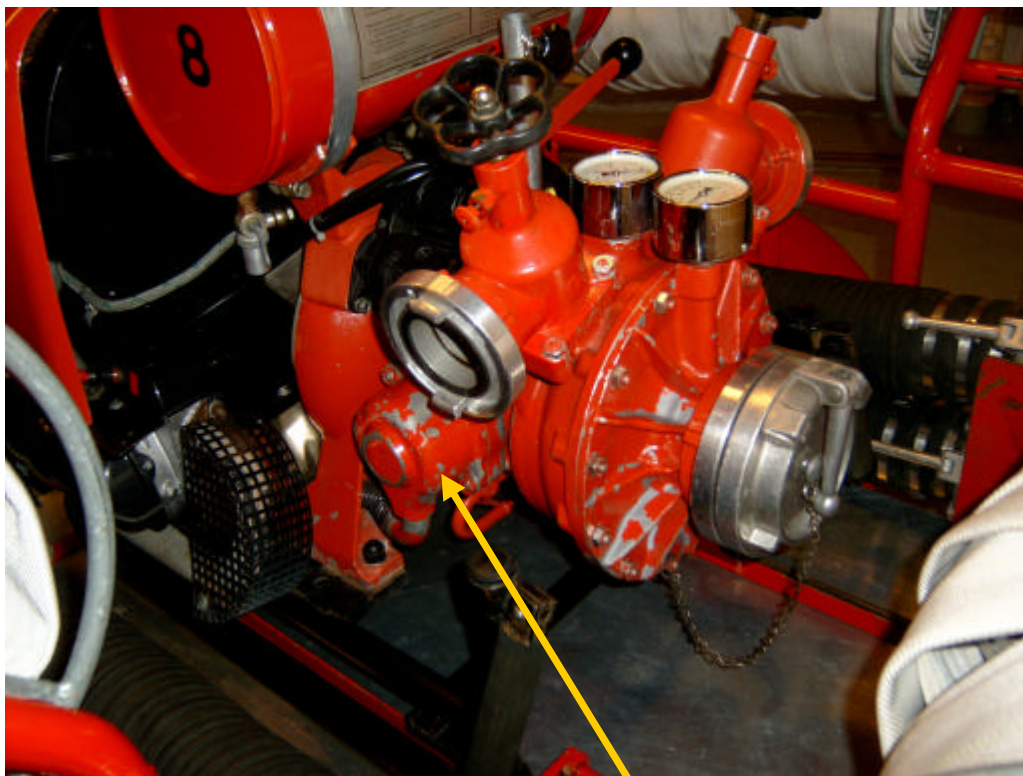
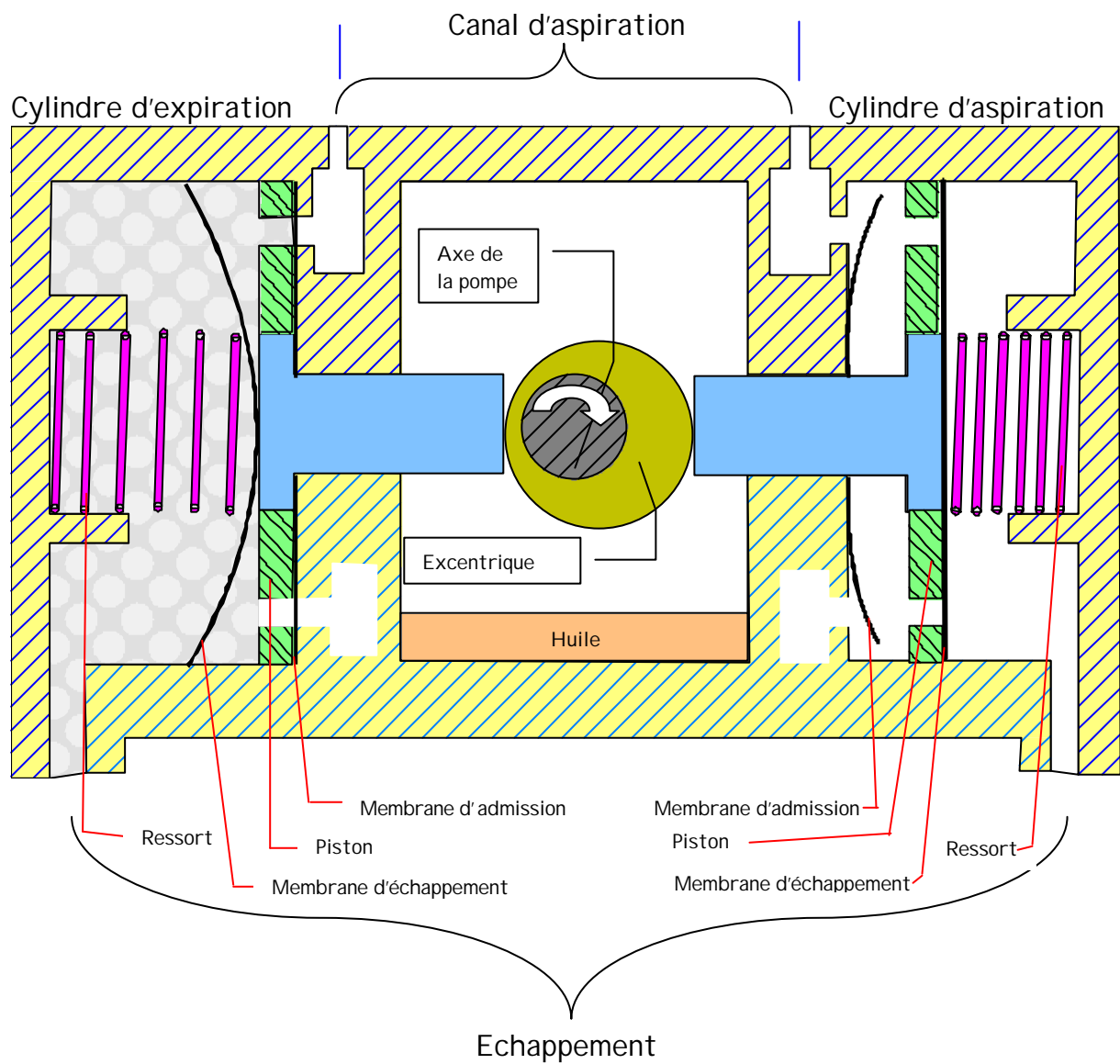


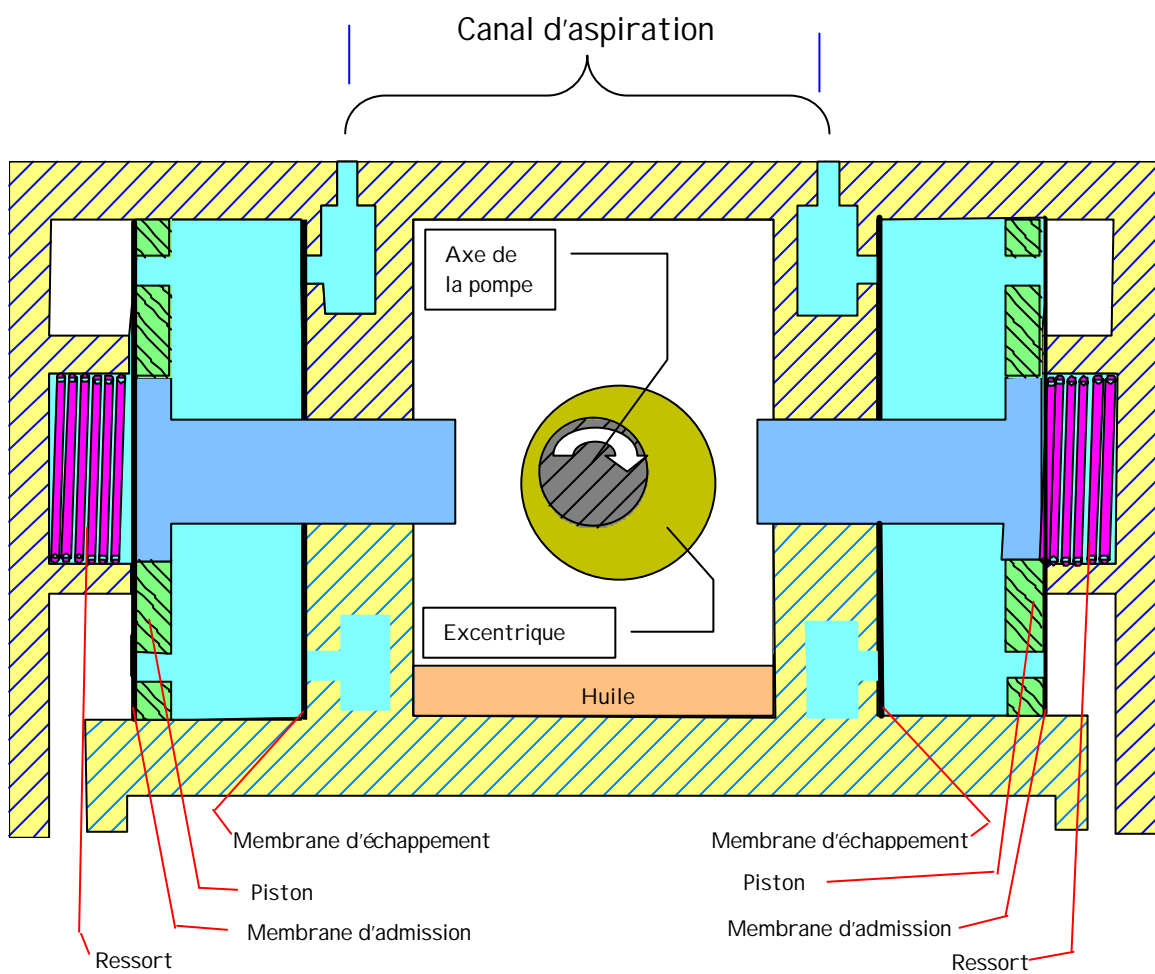
Photo D.Burland

Système de pistons mis en mouvement par un excentrique fixé sur l'axe de pompe. Appelé aussi <Trokomat>.

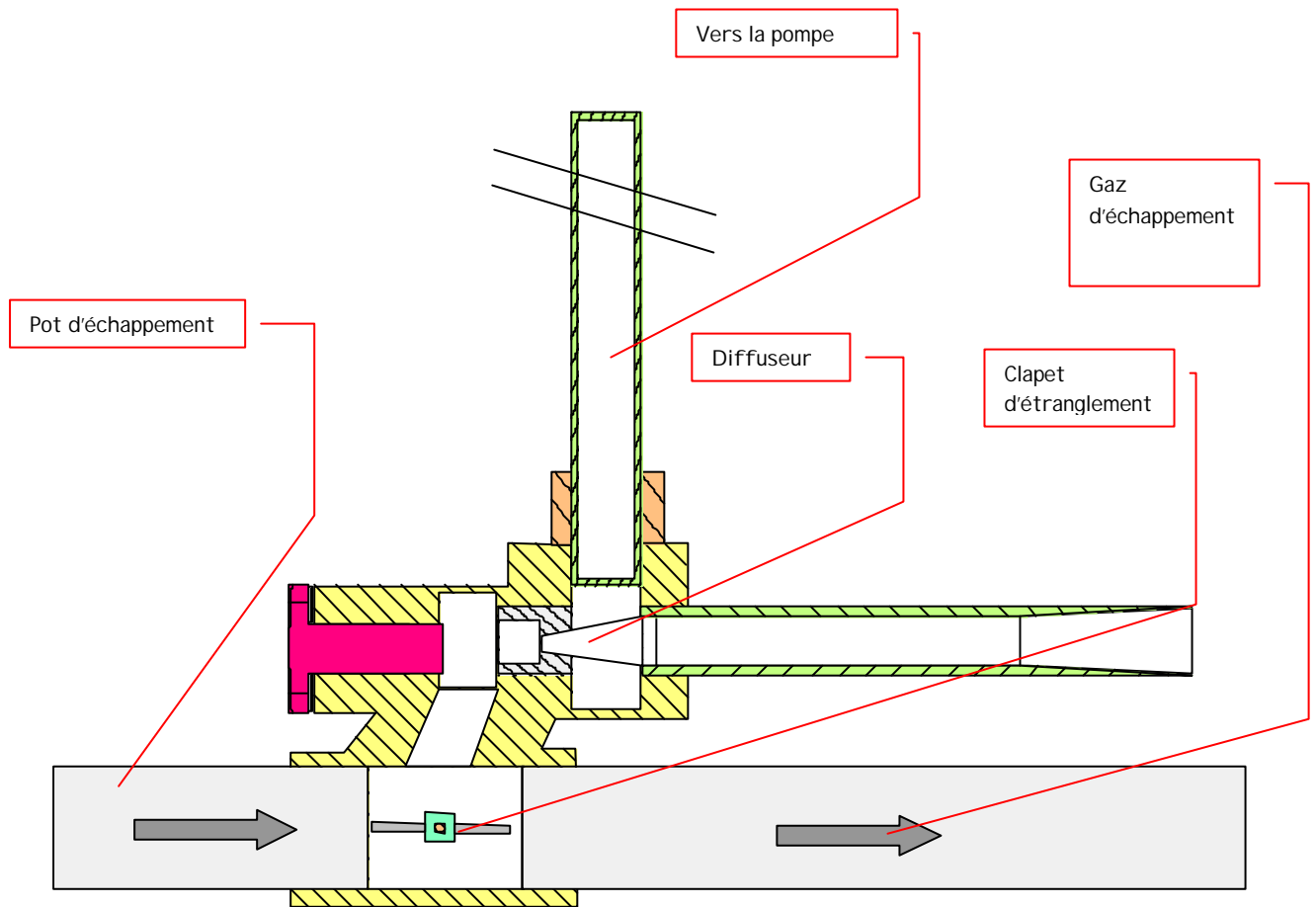
Vue en coupe en travail



Vue en coupe au repos

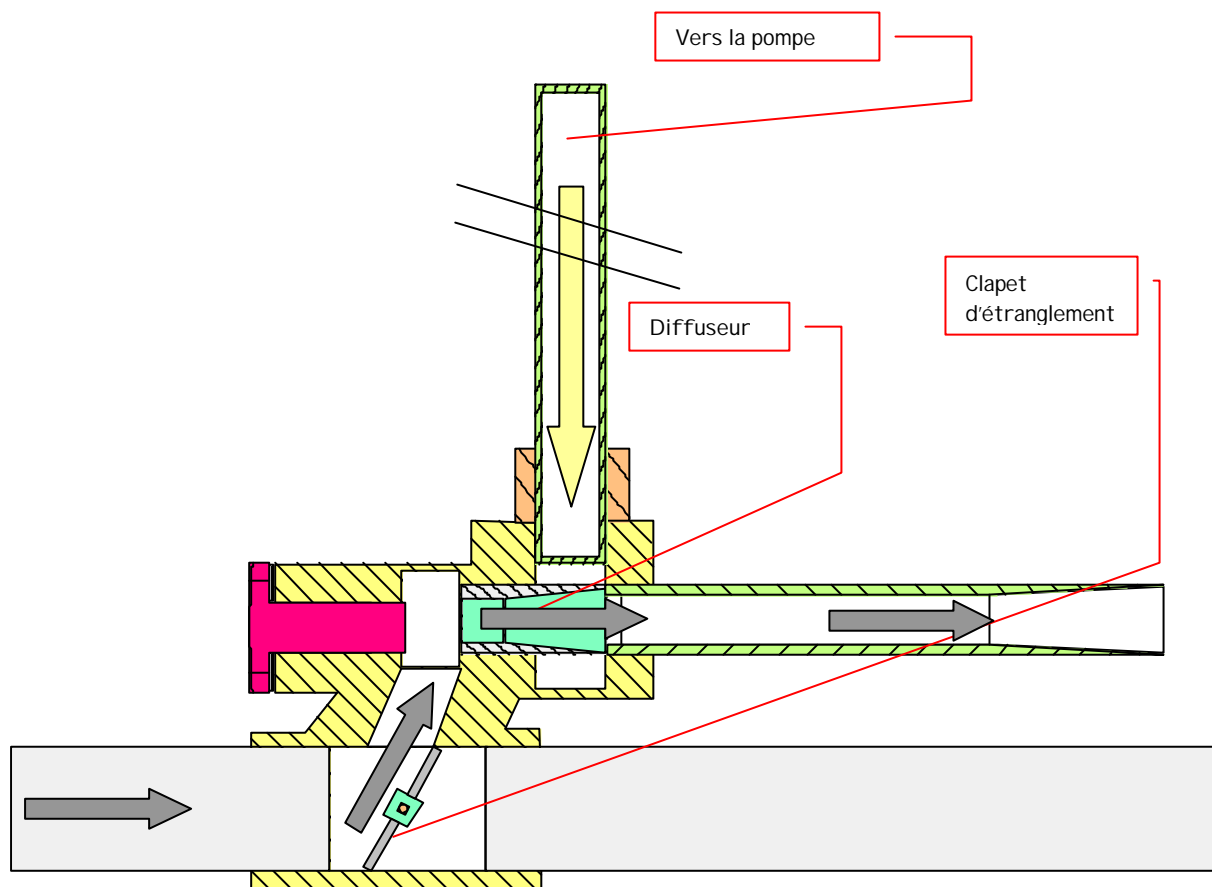


Ejecteur à gaz en position ouvert (marche)



Dans cette position l'éjecteur n'est pas utilisé, les gaz d'échappement passe tout droit.

Ejecteur à gaz en position aspiration (fermé)



Dans cette position l'éjecteur est utilisé pour vider le corps de pompe et le tuyau d'aspiration de l'air, la pression atmosphérique pousse sur le plan d'eau, l'eau remplit le corps de pompe ainsi l'aspiration est effectuée.

Les transports d'eau

Les relais de motopompes.

Les différents genres de relais.

Pourquoi et quand faut-il faire un relais de motopompes ?

Un relais de motopompes est nécessaire lorsque nous voulons transporter une quantité importante d'eau pour l'extinction d'un objectif isolé.

Transporter une quantité importante d'eau sur une grande distance.

Le relais de motopompes se calcule lors de l'élaboration du dossier d'intervention pour un objectif isolé.

Il est installé et testé pendant un exercice SP.

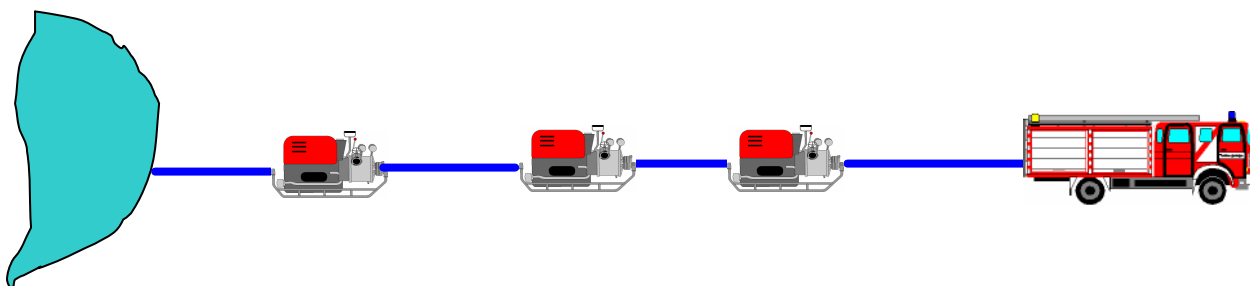
Le test pratique du relais permet de contrôler:

- 1 Les calculs théoriques
- 2 La quantité d'eau nécessaire en litres par minute.
- 3 La pression prévue aux lances en bar.
- 4 Le temps de montage du dispositif.

Les différents genres de relais

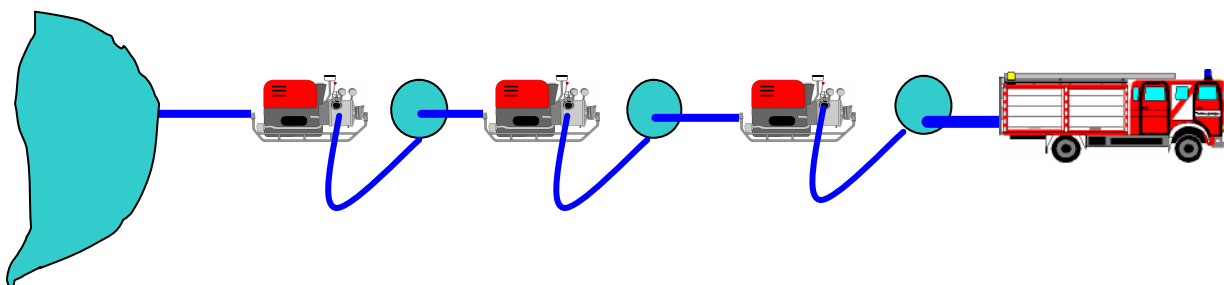
Le relais direct:

Pour le relais direct, les machinistes doivent être très attentifs. Une liaison radio est recommandée.



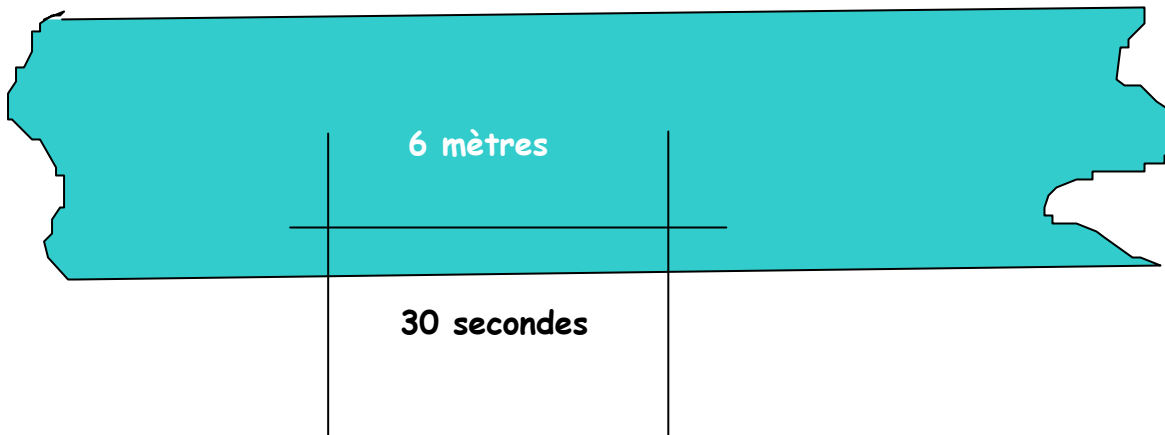
Le relais indirect:

Pour le relais indirect, les bassins sont utilisés comme tampon. Le machiniste peut gérer la réserve d'eau du bassin.

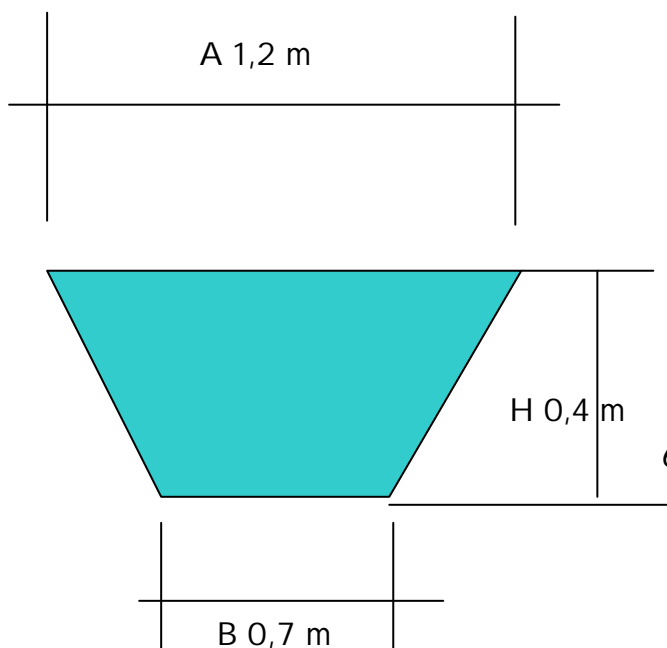


Les différents calculs

Calcul du débit d'un cours d'eau:



$$\frac{\text{Distance mesurée}}{\text{Temps de traversée}} = \frac{6 \text{ mètres}}{30 \text{ secondes}} = 0,2 \text{ m/s}$$



Q = Quantité d'eau en L/Min
L = Largeur (moyenne)
H = Hauteur de l'eau
V = Vitesse en 1 seconde
60 = Calcul converti en 1min

$$L \frac{A + B}{2} = \frac{1,2 + 0,7}{2} = 0,95 \text{ m}$$

$$Q = L \times H \times V \times 60 = 0,95 \times 0,4 \times 0,2 \times 60 = 4,56 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Calcul des pertes de charge

Pour effectuer le calcul des pertes de charge, il est nécessaire de commencer **depuis la lance**.

Le débit nécessaire pour chaque lance est indiqué dans la table correspondante. Il dépend du diamètre de l'orifice et de la pression.

Avant tout calcul, il convient de préparer un croquis sur lequel seront reporté toutes les données connues.

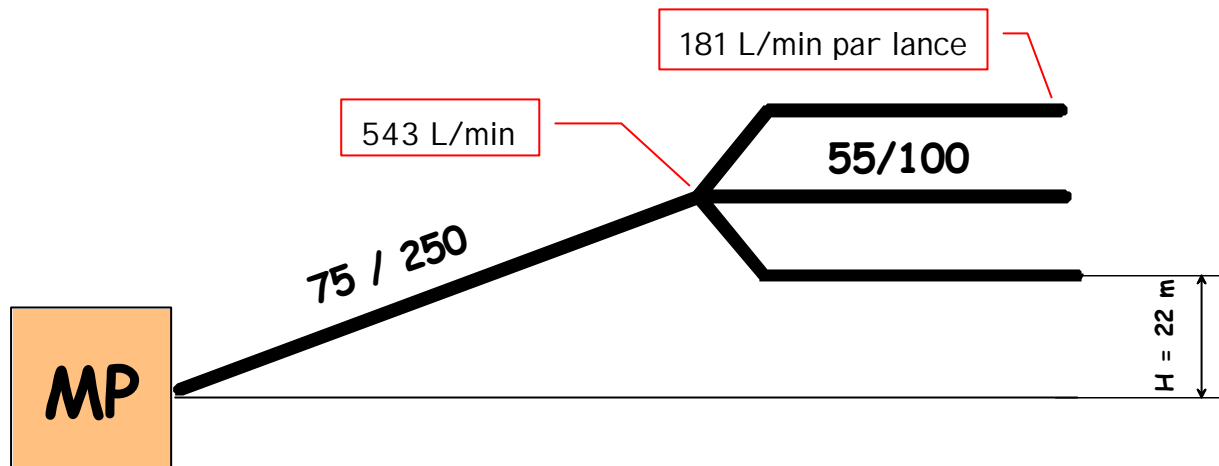
Il s'agit en principe de calculer quelle pression une motopompe doit fournir afin d'amener la quantité d'eau nécessaire avec la pression désirée jusqu'au lieu de l'engagement.

Les 4 valeurs suivantes devront être déterminées dans le cas d'un calcul simple (alimentation en eau sur un niveau).

- Pression à la lance
- Différence de niveau (vers le haut ou vers le bas)
- Pertes de charge Ø 55mm (Ø 40mm)
- Pertes de charge Ø 75mm

Selon nos tables, le calcul s'effectue en « mCE » ou en « bar ». Les valeurs indiquées sont toujours arrondies. La pression de sortie de la motopompe sera transmise au machiniste en « **bar** » et lui servira de pression de base.

Transport d'eau sur un niveau (MP / division)



nombre de lances 3
orifice \varnothing 10 mm
pression 8 bar

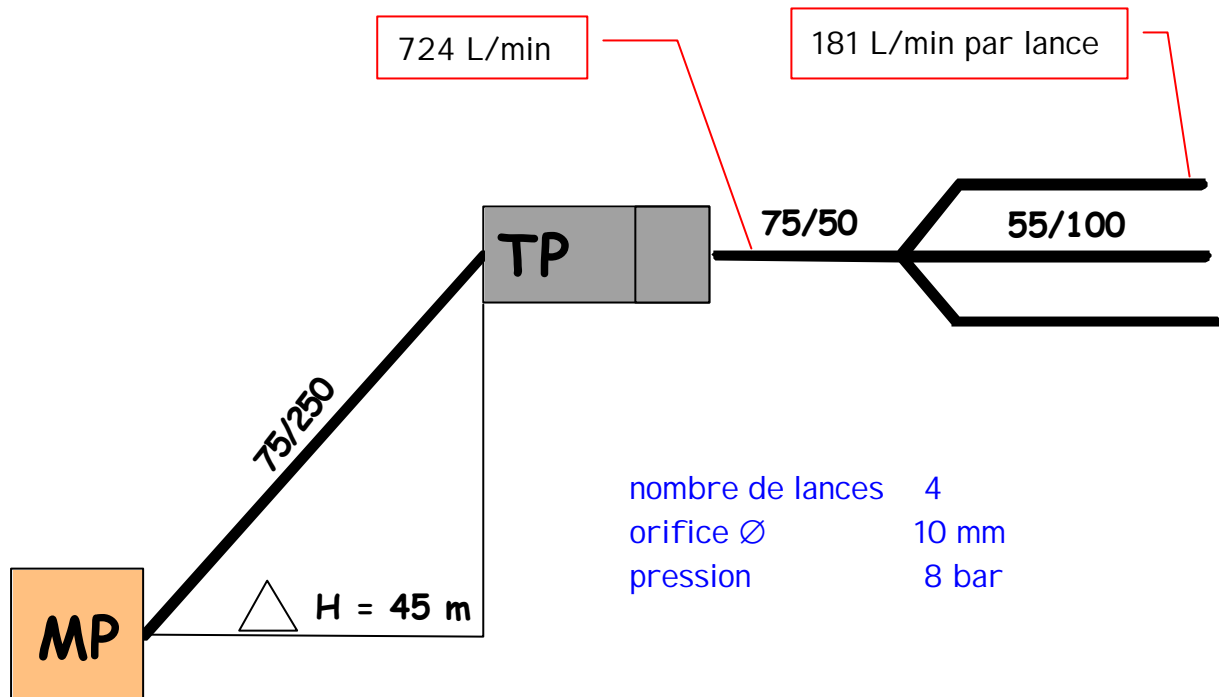
Il convient de prendre en considération la quantité d'eau pour une lance.
Pour la conduite de transport, il sera nécessaire de calculer la quantité d'eau
requis pour toutes les lances raccordées.

Il faut procéder selon le schéma suivant :

Pression à la lance	8,0 bar
Différence de niveau	2,2 bar
Pertes de charge \varnothing 55mm	0,4 bar
Pertes de charge \varnothing 75mm	1,6 bar
	<hr/>
Pression de sortie MP	12,2 bar = 13 bar

A ce stade, il est nécessaire de consulter le diagramme de rendement de la
motopompe afin de contrôler si celle-ci est à même de débiter la quantité d'eau
requis (**543 L/min à 13 bar**). Pour ce cas, cela devrait être possible selon le
diagramme normalisé établi pour les motopompe type 2.

Alimentation d'un tonne pompe



En premier lieu, établir selon la tablelle la quantité d'eau qu'il faudra acheminée jusqu'au tonne pompe.

Il s'agit dans ce cas de 4 lances à 181 L/min pour un total de 724 L/min.

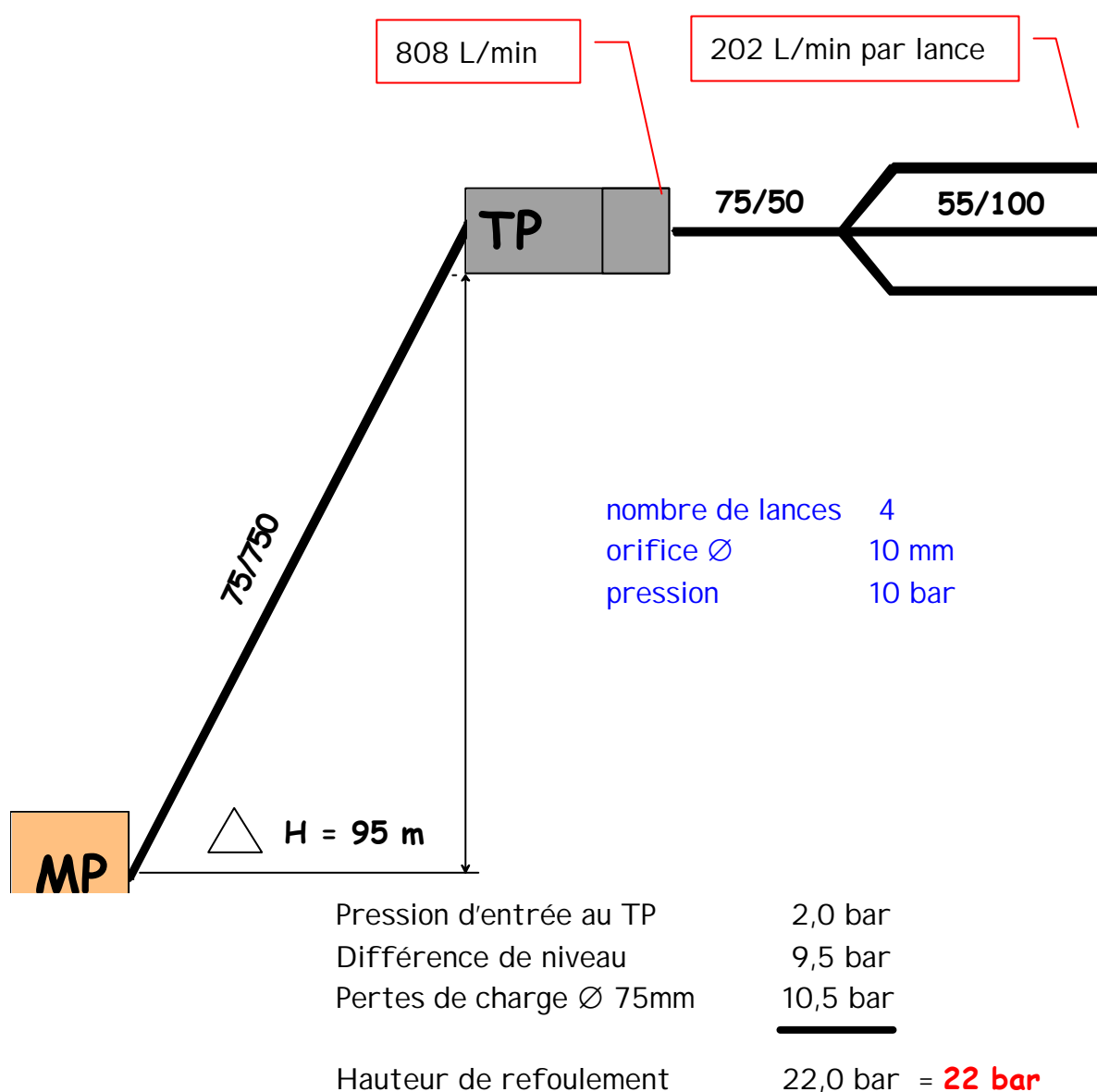
Le calcul est donc le suivant :

Pression d'entrée au TP	2,0 bar
Différence de niveau	4,5 bar
Pertes de charge \varnothing 75mm	2,9 bar
	<hr/>
Pression de sortie MP	9,4 bar = 10 bar

Transport d'eau sur plusieurs niveaux

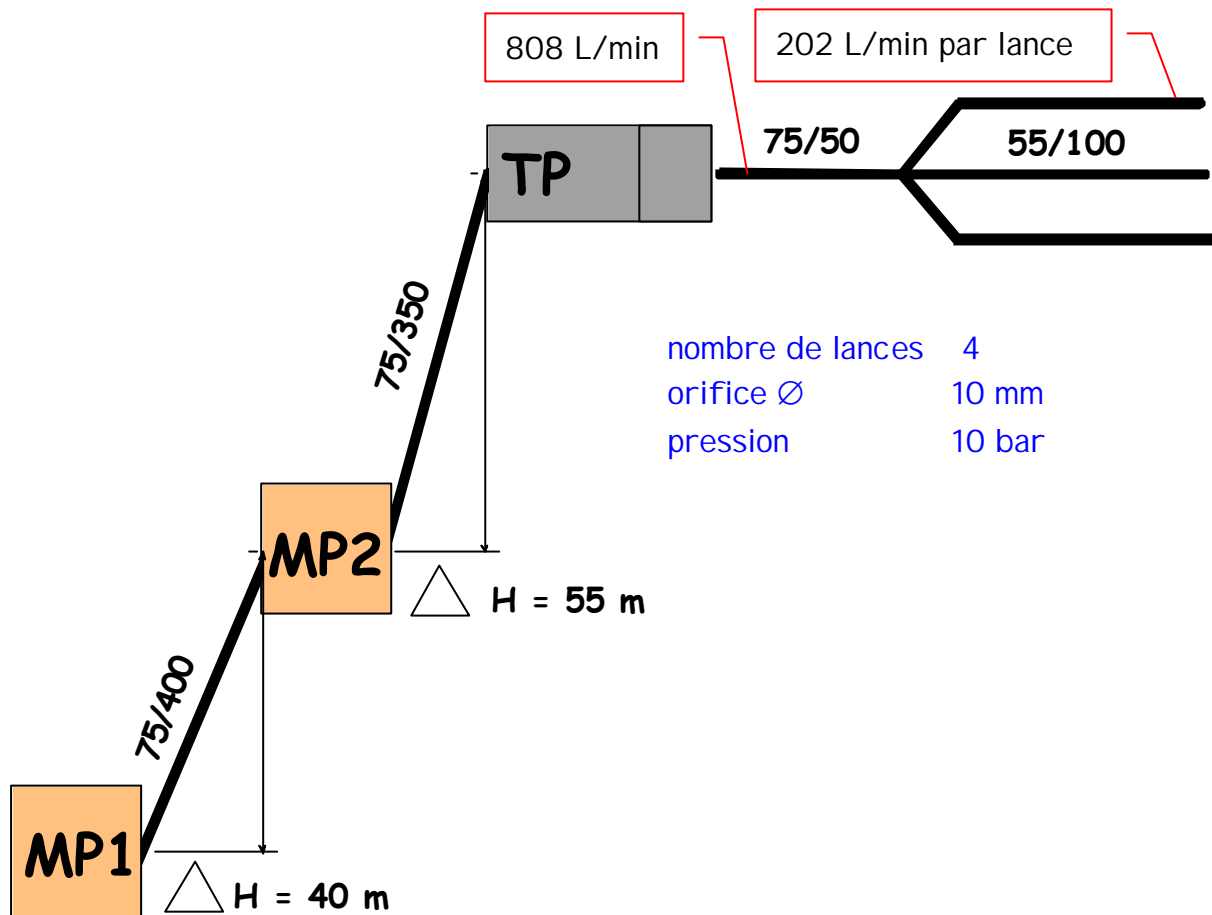
Dans ce cas, également, le calcul s'effectue depuis les lances, un croquis est préparé et l'on détermine quelle pression chaque motopompe doit délivrer. Etant donné que l'opération d'extinction s'effectue depuis le tonne pompe et qu'il s'agit de ce fait d'une installation normale avec des conduites relativement courtes, il nous intéresse surtout de connaître la quantité d'eau nécessaire dans ce cas.

La différence totale de niveau et la longueur de la conduite étant établies, nous obtiendrons la hauteur totale de refoulement requise conformément à l'exemple ci-dessous :



Il en ressort de ce calcul qu'il sera nécessaire d'engager une seconde motopompe à mi-hauteur.

Il en découle le calcul suivant :



Pression requise pour la MP2 - TP

Pression d'entrée au TP	2,0 bar
Différence de niveau	5,5 bar
Pertes de charge \varnothing 75mm MP2 - TP	<u>4,9 bar</u>
Pression de sortie MP 2	12,4 bar = 13 bar

Pression requise pour la MP1 - MP2

Pression d'entrée à la MP 2	2,0 bar
Différence de niveau	4,0 bar
Pertes de charge \varnothing 75mm MP1 - MP2	5,6 bar
Pression de sortie MP 1	11,6 bar = 12 bar

Les 13 bar de la MP 2 sont à la limite supérieure. Cette motopompe ne doit effectivement délivrer que 11 bar si l'on tient compte des 2 bar de pression d'entrée.

Les différentes prise d'eau

Prise d'eau une borne hydrant :

L'emplacement de la pompe est en fonction de la pression mesurée à la borne hydrant.

La liaison entre la borne hydrant et la pompe doit se faire au moyen de deux conduites de 55 mm. Ou d'une de 75 mm.

La pression d'alimentation à l'entrée de la pompe, doit atteindre au moins **2 bar**.

La mise en marche du moteur de la pompe ne doit se faire qu'après le remplissage du corps de pompe.

Prise d'eau libre :

Les règles à respecter.

- 1** Le plus près possible du plan d'eau
- 2** Le moins de tuyaux d'aspiration possible
- 3** Hauteur favorable jusqu'à 4 mètres
 - à 6 mètres 20% de moins
 - à 8 mètres 50% de moins
- 4** Recouvrement minimum
 - 0,3 mètre en eau courante
 - 0,5 mètre en eau stagnante

L'entretien des motopompes

Service de parc

Nettoyage

Après une intervention avec de l'eau sale (limon, vase), il faut rincer la pompe avec de l'eau propre.

Eliminer de toutes les parties de la pompe les poussières et les saletés, nettoyer avec un mélange de pétrole huile toutes les parties extérieures du moteur. Laver avec de l'eau propre (éponge mouillée) la pompe et le châssis, les sécher avec une peau de daim.

Si nécessaire, nettoyer le filtre à benzine et le séparateur d'eau du carburateur, souffler dans la conduite d'essence.

Nettoyer les outils et les accessoires (armatures, lances, etc.).

Après une marche prolongée, dévisser et nettoyer les bougies d'allumages, contrôler l'écartement des électrodes.

La mise en état de marche

Serrer vis et boulons. Vérifier si le câble d'allumage est bien fixé et si le robinet et la conduite d'essence sont étanches.

Contrôler le niveau d'huile moteur et compléter si nécessaire. Vidanger selon le plan d'entretien (employer de l'huile prescrite par le fabricant.

Contrôler et compléter au besoin les graisseurs (**sur certaines pompes les graisseurs « Stauffer », les remplir à nouveau et ne pas trop les serrer**).

Faire le plein d'essence, contrôler l'état et la tension de la courroie, fermer tous les robinets de vidange et faire le plein d'eau de refroidissement (sur les moteurs refroidis à l'eau). Compléter et rouler les tuyaux sur les dévidoirs.

Contrôle de marche

Contrôler la marche régulière du moteur. Mettre le couvercle de la pompe centrifuge et fermer les vannes de refoulement. Contrôler si les joints de la conduite d'aspiration sont intacts et en place.

Effectuer le contrôle d'étanchéité à sec avec et sans tuyaux d'aspiration.
Pour se faire :

- 1 Fermer les vannes de refoulement et le robinet de vidange
- 2 Fixer le couvercle de fermeture à l'orifice d'aspiration ou au dernier tuyau d'aspiration.
- 3 Enclencher le dispositif de vide d'air et créer le vacuum à sec de 8 m CE.
- 4 Déclencher le dispositif de vide d'air et arrêter le moteur.
- 5 Attendre 3 minutes (**Dépression admissible du vacuum = 2 m CE**).
- 6 Ouvrir les vannes de refoulement et le robinet de vidange de la pompe centrifuge.

Contrôle d'inventaire

Contrôler les inventaires (outillage, matériel).
Mettre le carnet de contrôle à jour.

Mesures à prendre par basse température après la mise hors service

Fermer les vannes de refoulement et le robinet de vidange de la pompe centrifuge.

Raccorder un tuyau d'aspiration, verser 5 litres de mélange antigel.

Mettre le moteur en marche, laisser tourner la pompe centrifuge, enclencher le dispositif d'amorçage jusqu'à que l'antigel sorte.

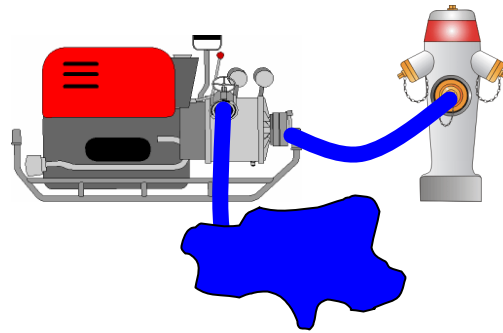
Arrêter le moteur et ouvrir éventuellement le robinet de vidange (**recueillir le mélange dans un récipient pour un autre usage**).

Remettre le couvercle de la pompe centrifuge.

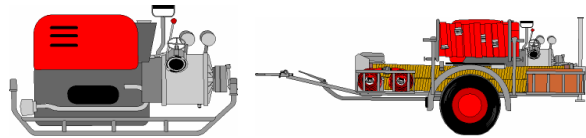
En résumé

Après chaque utilisation :

Rincer le corps de pompe

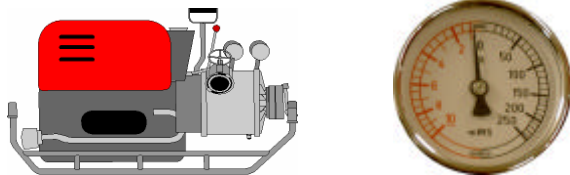


Nettoyer la pompe et le chariot

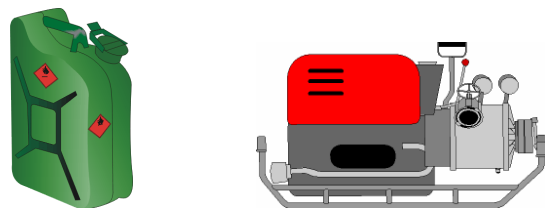


Aspiration à sec

2 m CE en 3 minutes



Faire le plein en respectant les prescriptions de sécurité



Remplir le carnet de contrôle





Les pannes

Dérangements au moteur

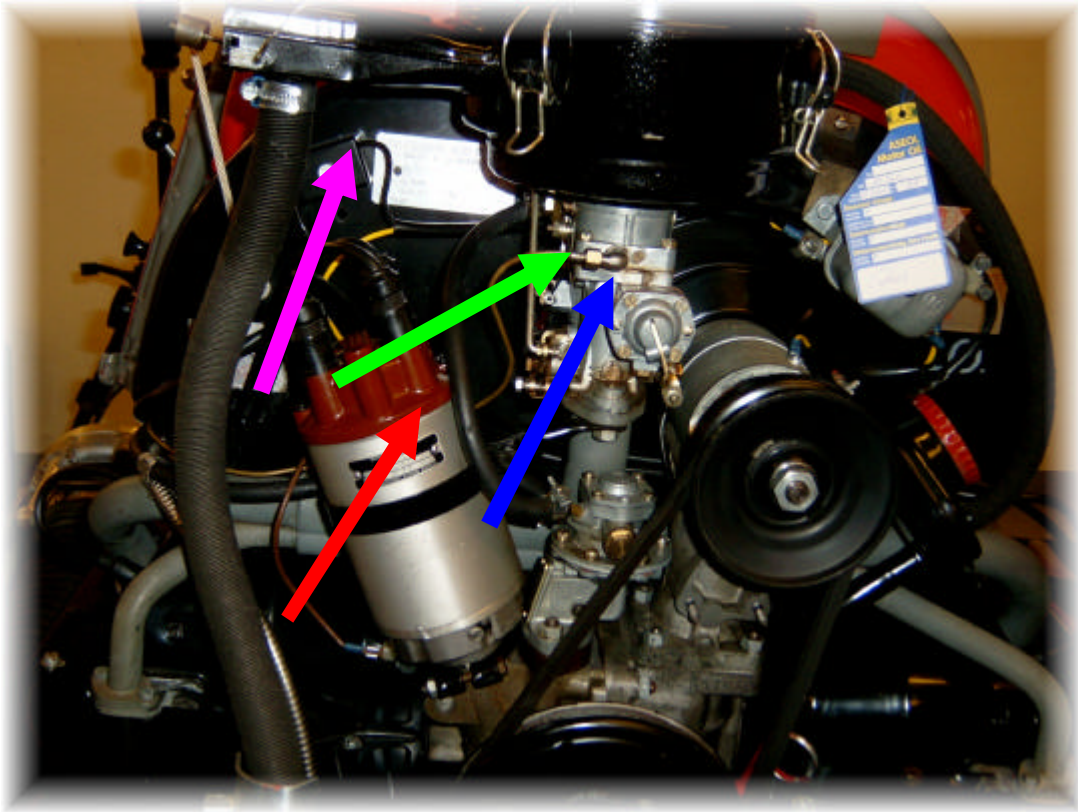


Photo D.Burland

La cause des dérangements au moteur doit être recherchée systématiquement dans l'ordre suivant :

- **Amenée de carburant**
- **Carburateur**
- **Allumage - moteur**
- **Refroidissement**

Dans le cas où la réparation nécessite trop de temps, il faut prévoir une motopompe de remplacement.

Les pannes moteur fréquentes

Panne	Cause	Solution(s)	Machiniste	Mécanicien
Le moteur ne démarre plus	Réservoir vide	Remplir de carburant	X	
	Robinet de carburant fermé	Ouvrir le robinet	X	
	Filtre de carburant bouché	Nettoyer le filtre	X	
	Pompe de carburant n'alimente plus	Contrôler la pompe Membrane ou soupape défect.		X
	Gicleurs du carburateur bouchés	Nettoyer les gicleurs	X	
	Les contacts des vis platinées encrassées			X
	L'intérieur du couvercle du distributeur (delco) est mouillé	Sécher le couvercle et le rotor de distribution	X	
	Câbles des bougies intervertis	Contrôler l'ordre d'allumage	X	
	Câbles des bougies mal branchés ou sortis	Contrôler la connexion des câbles	X	

Les pannes moteur

Panne	Cause	Solution(s)	Machiniste	Mécanicien
Le moteur ne démarre plus	Bougies humides par l'arrivée excessive de carburant par suite d'une manipulation anormale du clapet d'air, pointeau collé ou trop de carburant dans la cuve du carburateur	Sécher les bougies éventuellement rechercher des défauts sur le système d'alimentation en carburant	X	
	Lors de grand froid trop grand écartement des électrodes des bougies	Contrôler l'écartement des électrodes d'allumage par magnéto 0,3-0,4 allumage par batterie 0,4-0,5	X	
Le moteur démarre, mais tourne au ralenti d'une façon irrégulière respectivement s'arrête	Ralenti trop faible ou trop élevé	Régler le ralenti de telle manière que le moteur tourne rond sans difficulté et que le pot d'échappement ne fume pas	X	
	Pas de jeu aux soupapes, soupapes pas étanches	Régler les soupapes respectivement les rôder, ou les remplacer		X

Les pannes moteur

Panne	Cause	Solution(s)	Machiniste	Mécanicien
Le moteur tourne irrégulièrement ou s'arrête par instant	Bougies défectueuses	Contrôler les bougies, nettoyer avec une brosse métallique, régler l'écartement des électrodes ou remplacer les bougies	X	
	Fiche des bougies débranchées ou sectionnées	Rebrancher les fiches ou remplacer les fiches défectueuses	X	
	Régulateur du nombre de tours défectueux	Réparer ou remplacer le régulateur		X
	Magnéto défectueuse	Réparer ou remplacer la magnéto		X
	Limiteur du nombre de tours défectueux	Régler le limiteur		X
Le moteur devient trop chaud	Courroie trapézoïdale relâchée, refroidissement insuffisant	Retendre ou remplacer la courroie	X	
	Point d'allumage mal réglé	Contrôler l'écartement des vis platinees et régler à nouveau l'allumage		X

Panne	Cause	Solution(s)	Machiniste	Mécanicien
Le moteur devient trop chaud	Ailettes de refroidissement encrassées seulement sur les moteur refroidis par l'air	Rechercher les ailettes de refroidissement du côté de la sortie d'air, les nettoyer à l'air comprimé ce qui ne donne pas toujours une amélioration. En cas d'urgence les nettoyer après le démontage du couvercle du ventilateur	X	

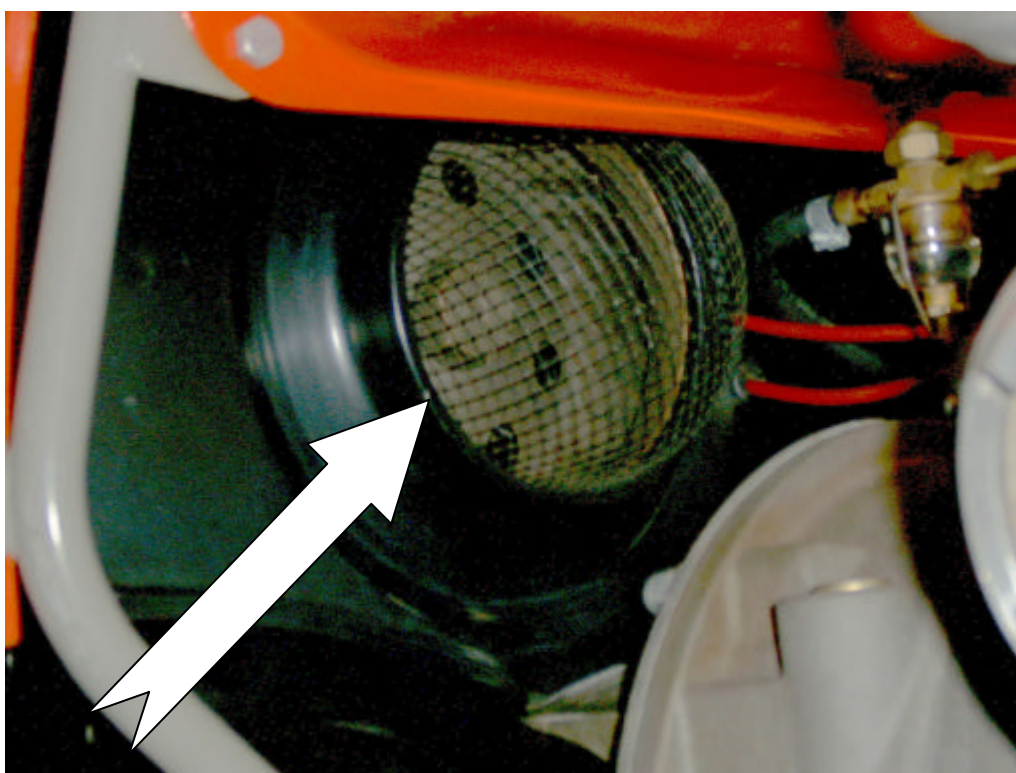


Photo D.Burland

Dérangements à la pompe

Localiser les dérangements de la pompe selon l'ordre suivant :

1 Vannes de refoulement

2 Dispositif de vide d'air

3 Conduite d'aspiration

4 Crépine

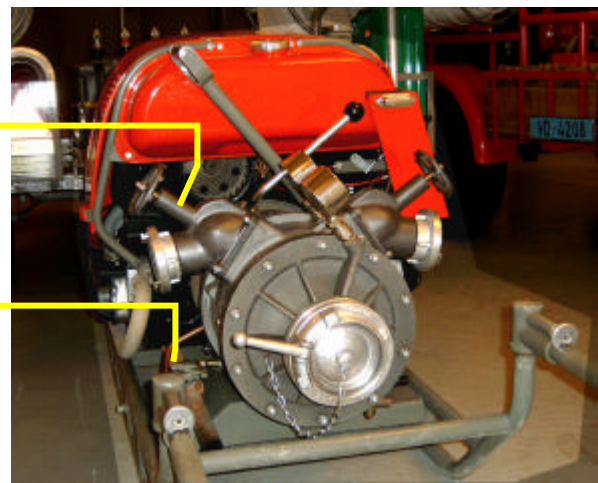


Photo D.Burland

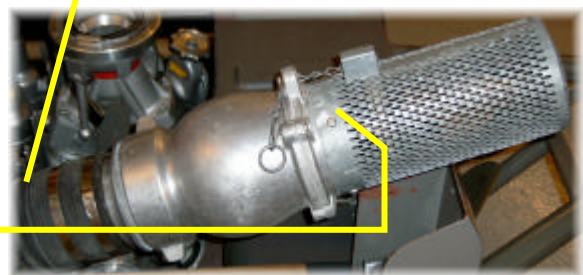


Photo D.Burland

L'aiguille du mano-vacummètre ne bouge pas



Photo D.Burland

- Instrument de contrôle dévissés
- Crépine hors de l'eau
- Conduite d'aspiration pas étanche (contrôler la présence du joint sur le raccord)
- Robinet de vidange de la pompe ouvert
- Tringle de commande de l'éjecteur décrochée
- Ejecteur défectueux
- Echappement défectueux

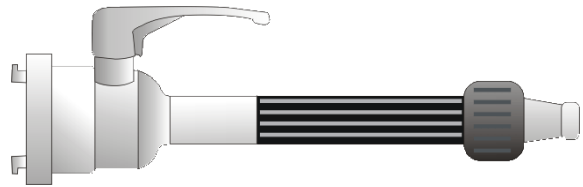
La pompe ne débite pas ou insuffisamment d'eau



Photo D.Burland

- Crépine obstruée
- Système de retenue de la crépine bloqué
- Crépine hors de l'eau
- Hauteur d'aspiration trop élevée
- Coussin d'air dans la conduite d'aspiration (col de cygne)
- Puissance du moteur insuffisante
- Corps étrangers dans la pompe

Crépitements à la lance



- Conduite d'aspiration pas étanche
- Crépine placée dans des eaux écumeuses (tourbillons)
- Crépine insuffisamment immergée

Augmentation subite du nombre de tours du moteur



Photo D.Burland

- Crépine hors de l'eau
- Crépine obstruée
- Colonne d'eau pas homogène
- Divisions ou lances fermées
- Eclatement d'un tuyau



La cavitation

On peut toujours constater des dégâts plus ou moins importants sur des pompes centrifuges qui sont occasionnées par de fausses manipulations.

Une de ces détériorations s'appelle **la cavitation** (avec érosion de matière).

La cavitation est provoquée généralement lors d'un trop grand débit, avec une grande hauteur d'aspiration et de refoulement à pleine ouverture. Cette situation se rencontre très souvent lors des épuisements de caves.

Comment se produit une cavitation ?

La cavitation est causée selon les lois de la nature par vaporisation de l'eau dans le corps de la pompe centrifuge. Si l'on veut vaporiser de l'eau, on doit tout d'abord atteindre une certaine température. Cependant, cette température est dépendante de la pression atmosphérique agissant à la surface de l'eau. Avec une pression atmosphérique « normale » l'eau bout à 100° C. Lorsque la pression diminue, la température d'ébullition diminue également.

En simplifiant : Sur le Jungfraujoeh, l'eau bout plus vite qu'à Lugano.

Dans les pompes centrifuges, ce phénomène est identique. A l'entrée de la pompe, côté aspiration, nous n'avons pas de pression, mais une dépression qui abaisse sensiblement la température de vaporisation. Dans un vacuum, de l'eau à 20° C vaporise déjà à une dépression de 0,98 bar. Cela signifie donc que, lors d'une grande hauteur d'aspiration, les pompes produisent et transportent un mélange d'eau et de vapeur d'eau. Ce mélange arrive dans le secteur de la pompe où se produit l'élévation de la pression. Cette pression est supérieure à la pression de la vapeur et provoque la condensation de ces vapeurs.

Les bulles de vapeur se précipitent ensemble avec formation d'un bruit important (coups de condensation). Ce processus se reproduit en permanence et très rapidement. Ainsi les particules d'eau s'entrechoquent avec les bulles de vapeur encore existantes avec une grande énergie en produisant des pressions de 100 à 1000 bars et une élévation de température jusqu'à 5000° C. Dans ce secteur, avec ces coups de condensation et sous l'effet des hautes températures et variations de pression, n'importe quel matériel (turbine ou conducteur) subit des contraintes et des destructions telles que l'érosion de matière.

Ce phénomène se dénomme CAVITATION.

Plus la surface d'un matériel est attaquée, plus vite surviendra la destruction suivante.

Finalement, une pièce de pompe sera fortement endommagée et inutilisable. Des pompes en service se trouvant en permanence dans des conditions de cavitation peuvent être complètement détruites après 1 à 2 heures de marche.

Comment peut-on éviter la cavitation ou la réduire au minimum ? Comme je l'ai évoqué au début, le machiniste peut être alerté par le bruit de la pompe. Ce bruit s'entend comme si la pompe transportait du sable ou du gravier.

Remèdes :

- Si possible réduire la hauteur d'aspiration (diminution de la pression côté aspiration).
- Toujours maintenir une contre pression, en particulier lors des épuisement en montant une vanne d'étranglement sur la sortie.
- Nettoyer la crépine (diminution de la résistance à l'aspiration).
- Contrôler les tuyaux d'aspiration (aspérités à l'intérieur).
- Réduction du régime (d'où réduction de la dépression).

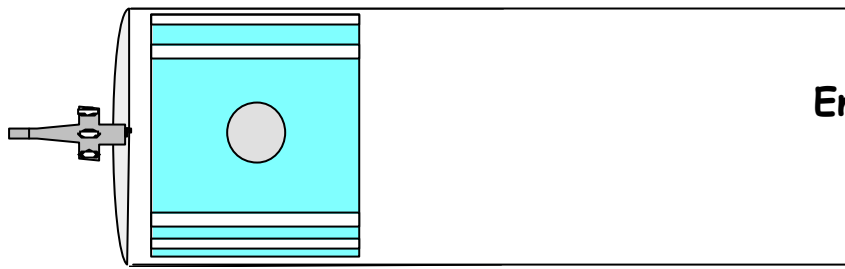


Les moteurs

Définition :

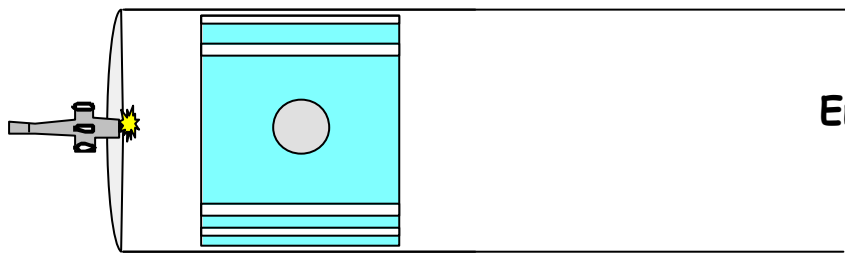
Dans le moteur (machine thermodynamique) se produit une transformation d'énergie chimique, (carburant) en énergie thermique, (combustion) puis en énergie mécanique (travail).

Transformation de l'énergie chimique en énergie mécanique



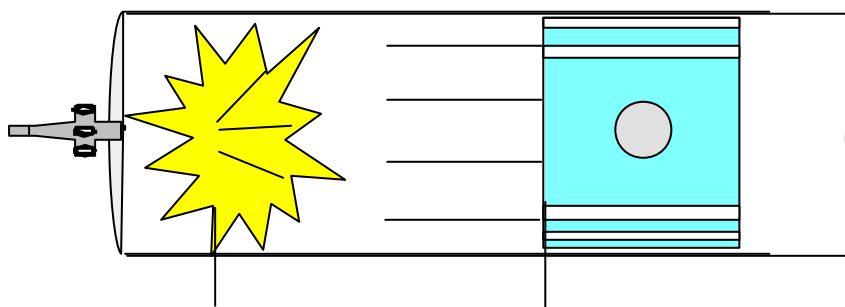
Energie chimique

Carburant/mélange d'air



Energie

Allumage/explosion



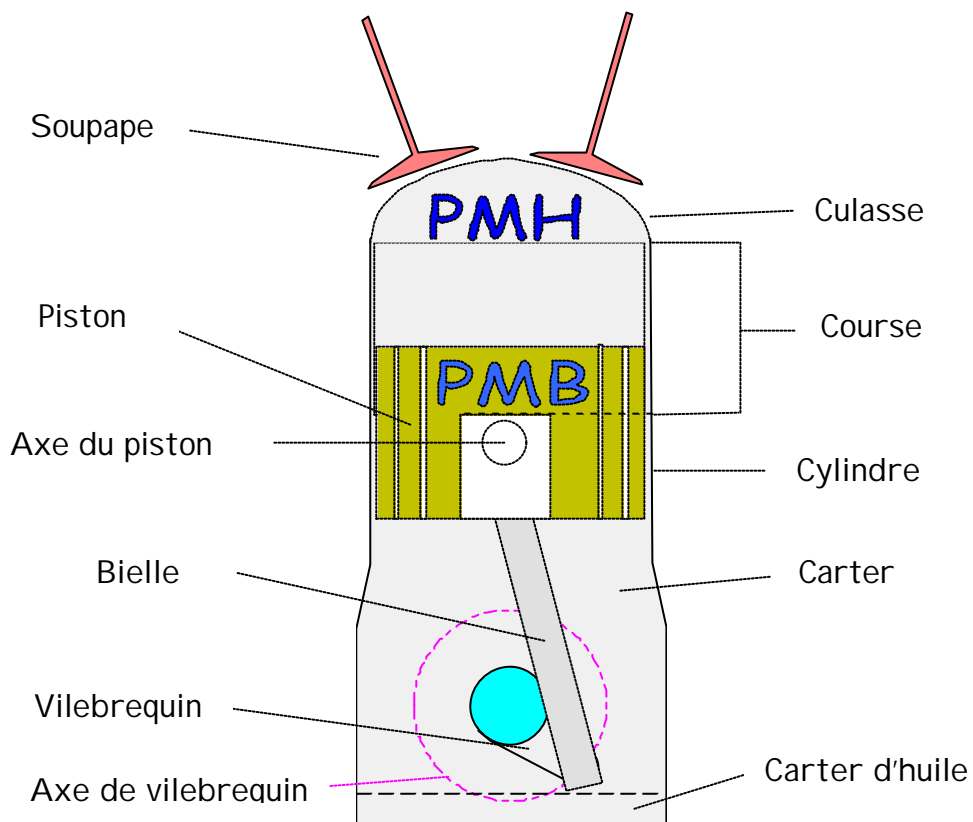
Energie mécanique

Force + chemin = Travail

Fonctionnement :

Le mode de fonctionnement d'un moteur à combustion interne consiste essentiellement dans le fait que, dans un espace clos, (cylindre) un mélange d'air et d'essence ou gaz carburé et amené à combustion. Le gaz brûlé se détend sous l'influence de la chaleur et agit sur le piston pour produire le travail. Le piston étant ainsi mis en mouvement, il actionne par l'intermédiaire de la bielle, le vilebrequin qui s'anime d'un mouvement circulaire. Le mouvement de va-et-vient du piston est ainsi transformé en mouvement rotatif régulier.

Moteur à explosion



PMH = Point mort haut

PMB = Point mort bas

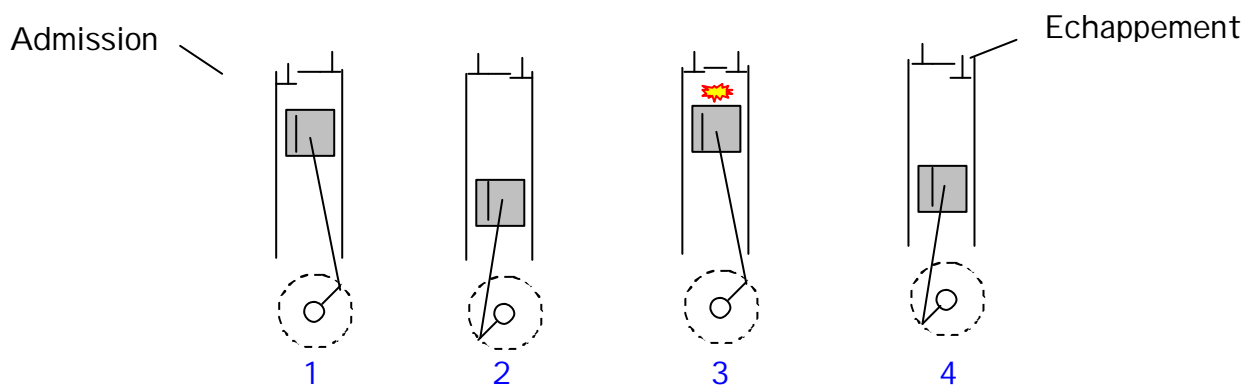
Moteur à quatre temps (cycle de travail)

Notions essentielles de construction

Soupapes commandées, lubrification par pression, réservoir à huile, carter, pompe à huile, jauge à huile, appareil de mesure de la pression d'huile (manomètre ou indicateur optique).

Fonctionnement du moteur à quatre temps

1. **temps** = *Admission*. Le piston se déplace du PMH au PMB, la soupape d'admission est ouverte. Un mélange gazeux est aspiré du carburateur. La soupape d'échappement reste fermée.
2. **temps** = *Compression*. La soupape d'admission se ferme, la soupape d'échappement reste fermée. Le piston se déplace du PMB au PMH. Le mélange gazeux est comprimé.
3. **temps** = *Explosion ou temps moteur*. Au PMH (allumage retardé ou allumage avancé) le mélange gazeux est allumé par une bougie au moyen d'une étincelle électrique (explosion). Les gaz brûlés se dilatent et mettent le piston en mouvement avec une pression d'environ 30 bars du PMH au PMB. Les deux soupapes sont fermées. Le piston produit du travail.
4. **temps** = *Echappement*. La soupape d'échappement s'ouvre. Le piston se déplace du PMB au PMH, les gaz brûlés sont repoussés du cylindre vers l'extérieur. La soupape d'admission reste fermée. A la fin de la course, la soupape d'admission s'ouvre et le cycle de travail recommence à nouveau avec le premier temps. La commande des soupapes se fait au moyen de l'arbre à cames. De ces quatre temps seul le troisième fournit du travail tandis que les trois autres utilisent de l'énergie. Ces temps et les points morts doivent être compensés par l'énergie de rotation emmagasinée par le volant.



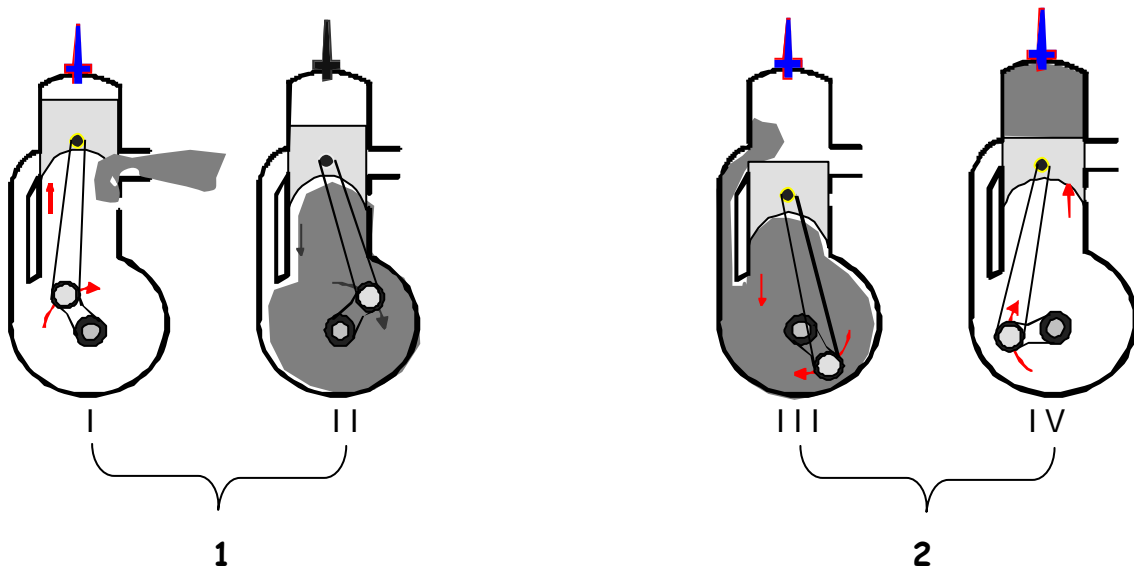
Moteur à deux temps

Les différences fondamentales en un moteur 4 temps et un moteur 2 temps est l'absence de soupape sur le moteur 2 temps. Celle -ci sont remplacées par des lumières (orifices) aménagées dans les parois du cylindre. De ce fait l'arbre à cames, inutile est supprimé.

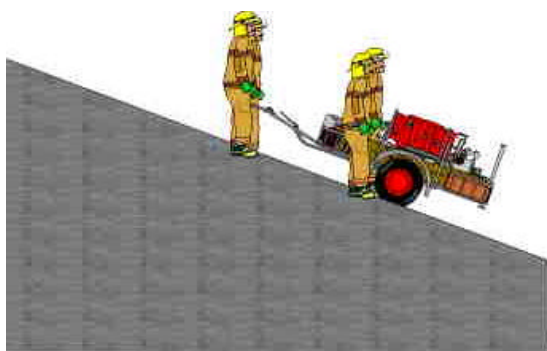
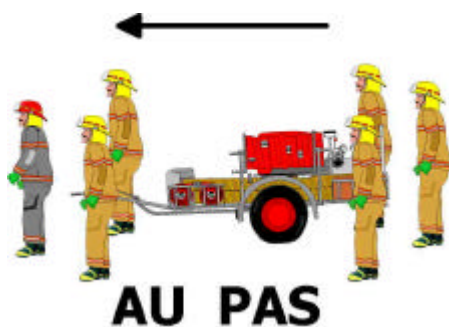
Par le mouvement du piston, les lumières d'admission et d'échappement sont ouvertes ou fermées.

Le canal d'admission relie le carburateur au carter. Le canal de transfert fait communiquer le cylindre avec le carter. Le canal d'échappement évacue les gaz brûlés vers l'atmosphère.

1. **temps** = *Compression – Admission*. Course ascendante du piston. Le piston est au PMB la lumière d'échappement est ouverte et les gaz brûlés de la dernière explosion sont évacués. Le canal de transfert est libre et le carter est plein de gaz carburés. En montant vers le PMH, le piston crée une dépression dans le carter. La lumière d'admission s'ouvre et les gaz carburés pénètrent dans le carter. La lumière d'échappement se ferme. Le canal de transfert est obstrué la face supérieure du piston comprime les gaz.
2. **temps** = Explosion Pré compression (temps moteur)
Course descendante du piston. L'allumage chasse le piston Du PMH au PMB. Par se face inférieure, le piston pré comprime Les gaz carburés contenus dans le carter. Ceux-ci passent dans le canal de transfert. La face supérieure du piston découvre l'orifice de transfert et la lumière d'échappement. Les gaz brûlés sont chassés par les gaz frais venu du canal de transfert qui les balayent hors du cylindre, vers l'atmosphère. Le cycle est accompli en un tour de vilebrequin.



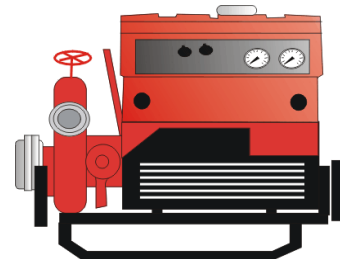
Prescriptions de sécurité





Les responsabilités du machiniste

L'emplacement exacte
de la pompe



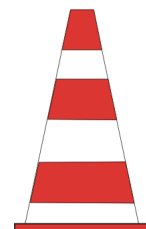
Le nombre de tuyaux
d'aspiration



La mise en action de la
pompe



La sécurité de fonctionnement
de la pompe

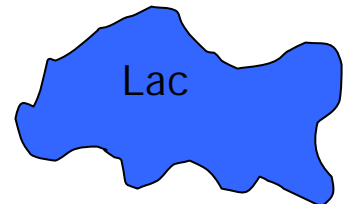
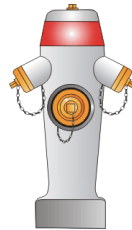


Les responsabilités du chef de groupe

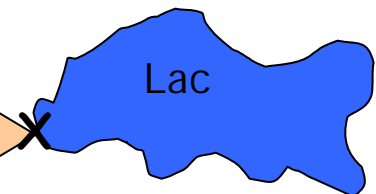


Il est responsable :

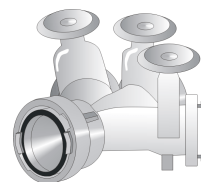
Du genre de la prise d'eau



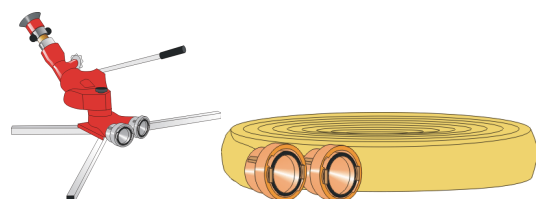
De la zone de la prise d'eau



De l'emplacement de la division



De l'emplacement du parc matériel





A savoir

Toutes les informations contenues dans ce dossier, sont tirées des règlements pour le service des motopompes, édition de 1981 et de la formation de base des sapeurs pompiers, édition 1996.

Ce document ne remplace en aucun cas les règlements en vigueur édités par la FSSP.

Il a pour but, une approche des motopompes dans le détail, et je l'espère une bonne compréhension d'un sujet pas toujours apprécié des sapeurs pompiers.

Un grand merci à un collègue téléphoniste du SSI de Lausanne pour ces dessins.

Photos

Denis Burland

Toute reproduction interdite sans l'accord de l'auteur.

Denis Burland
Ch. De Contigny 5
1007 Lausanne