

NOM	V. Principaux dispositifs de graissage	PJ
NOM	LES GRAISSES	PJ

X. INTRODUCTION

XI. CONSTITUTION DES GRAISSES

- 1.L'huile de base ou la base lubrifiante**
- 2.Les épaississants**
- 3.Les additifs**
 - a) Les additifs solubles dans l'huile
 - b) Les additifs solides

XII. PROPRIETES - CARACTÉRISTIQUES ET CLASSIFICATIONS DES GRAISSES

- 1.Aspect et texture des graisses**
- 2.Classifications - Grade NLGI**
- 3.Autres caractéristiques**

XIII. PRINCIPALES FAMILLES DE GRAISSES

XIV. PRINCIPAUX DISPOSITIFS DE GRAISSAGE

- 1.Graissage par garnissage au montage**
- 2.Graisseurs**
- 3.Graissage centralisé**

X. INTRODUCTION

Les graisses représentent environ 3% de la consommation totale des lubrifiants et sont largement utilisées par toutes les industries pour lubrifier les paliers, les roulements, les engrenages, etc. Du fait de leur consistance elles sont stables au repos et se comportent comme un "solide". En service, sous l'action des charges, elles réagissent comme un liquide visqueux dont la fluidité augmente et se rapproche de celle de l'huile de base.

XI.CONSTITUTION DES GRAISSES

Les graisses sont obtenues par dispersion d'agents épaississants (savons d'origine métallique déterminant les propriétés physiques : consistance...) dans une "huile" (base lubrifiante représentant 80 à 95% de la masse totale) avec ou sans additifs. Le graphite, le bisulfure de molybdène MoS₂ ("extrême pression"), les colorants et les charges (talc...) sont les additifs les plus courants.

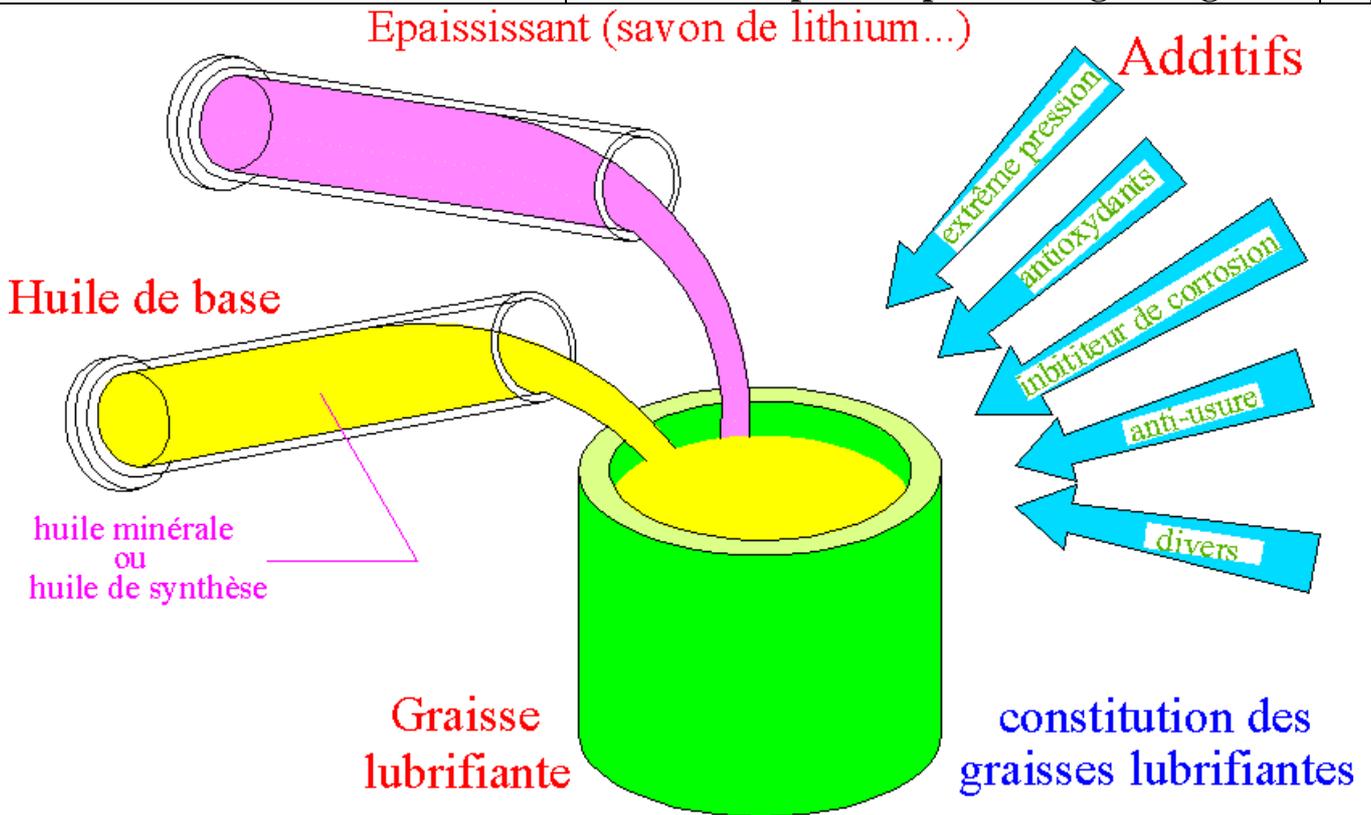


Figure 1

1. L'huile de base ou la base lubrifiante

La nature de la base a une influence sur la plage de température d'utilisation, la résistance à l'oxydation et peut, selon son pouvoir solvant, influencer la texture de la graisse. Les viscosités usuelles varient entre 22 cSt et 460 cSt.

Les bases utilisées sont les mêmes que celles des huiles lubrifiantes :

- Huiles minérales, naphéniques ou paraffiniques le plus souvent.
- Huiles de synthèse : polyalphaoléfines, polyglycols, diesters (graisses basse température), polysiloxanes (ou silicones, pour graisses haute température), etc.

Influence de la viscosité de l'huile de base sur le choix des graisses pour roulements Tableau 1						
Viscosité ISO VG (cSt à 40°C)	22	100	150	220	460	1500
Applications usuelles	Broche haute vitesse	Moteur électrique	Roulements à billes	Laminoirs Multiusage industriel	Machine à papier Laminoir	Très basses vitesses Charges élevées
Charges admissibles	Aptitude croissante en allant de VG 22 (faibles charges) à VG1500 (fortes charges)					
Vitesses admissibles	Aptitude décroissante en allant de VG 22 (grandes vitesses) à VG 1500 (faibles vitesses)					
Résistance à l'eau	Aptitude croissante en allant de VG 22 (grande résistance) à VG 1500 (faible résistance)					

2. Les épaissements

L'épaississant est constitué d'un réseau ou pelotes de fibres de savon dont les espaces sont remplis d'huile comme les pores d'une éponge pleine d'eau (gonfle dans l'huile). Il constitue la phase solide et dispersée de la graisse et lui donne sa consistance. Plus la concentration en épaissement est élevée, plus le réseau est dense et plus la graisse est dure. Les concentrations usuelles varient de 5% (grade NGLI 0) à 40% (grade NGLI 7).

Il existe trois familles principales d'épaissements :

Les épaissements à base de savons métalliques : les plus utilisés sont dans l'ordre, les savons de lithium (70% des utilisations), les savons de calcium, les savons de sodium et les savons d'aluminium. Les savons métalliques sont obtenus par neutralisation d'un acide gras ou par saponification d'un corps gras par une base (Acide gras + base → savon + eau).

Les épaissements à base de savons métalliques complexes : un savon complexe est un savon formé à partir de deux ou plusieurs acides. Leur structure est très dense et très stable. Ils possèdent des points de fusion très élevés (environ 150°C avec une base minérale et 200°C avec une base de synthèse). Les plus répandus sont à base de calcium, d'aluminium et de lithium.

Les épaissements sans savon : ce sont des composés organiques (urées aromatiques, téraphalamates...) ou inorganiques (argiles, gel de silice, bentonite...) généralement utilisés pour fabriquer des graisses hautes températures (celles à l'argile n'ont pas de point de goutte et ont une consistance qui ne change pas). Inconvénients : prix élevé, toxicité des urées, à température normale, leur pouvoir lubrifiant est moins bon que les autres graisses, etc.

3. Les additifs

Ajoutés en faible quantité, ils permettent d'améliorer les propriétés. Ils sont soit sous forme solide en suspension dans la graisse, soit solubles dans l'huile de base.

a) Les additifs solubles dans l'huile

Les additifs solubles dans l'huile de base sont ceux utilisés dans les huiles lubrifiantes.

Principaux cas (voir également partie "huiles, additifs") :

antioxydants : retardent l'oxydation à haute température et la dégradation des graisses.

inhibiteurs de corrosion : améliorent les propriétés antirouille en formant un film protecteur hydrophobe sur les surfaces métalliques. Exemples : sulfonates, phosphates aminés...

les additifs extrême pression et anti-usure : empêchent le grippage ou l'usure anormale.

Exemples : composés phosphore-soufre (dithiophosphate de zinc) ou chlorés...

Autres additifs : passivateurs métalliques, additifs anti-fatigue, agent d'adhésivité, modificateur de friction, etc.

b) Les additifs solides

Ils améliorent les caractéristiques de frottement entre les surfaces métalliques et fournissent à sec, après disparition du film d'huile, un revêtement protecteur.

Exemples usuels : **graphite, MoS₂ ou bisulfure de molybdène (extrême pression), mica, talc...**

XII. PROPRIETES - CARACTÉRISTIQUES ET CLASSIFICATIONS DES GRAISSES

1. Aspect et texture des graisses

Aspect et texture des graisses: termes usuels Tableau 2	
Aspect	<ul style="list-style-type: none"> - Rugueux: lorsqu'elles présentent de nombreuses aspérités. - Lisse: lorsqu'elles ne présentent pas d'aspérités. - granuleux: aspect hétérogène dû à la présence de grumeaux. - Craquelé: lorsque des craquelures apparaissent à leur surface.
Texture	<ul style="list-style-type: none"> - Butyreuse: aspect du beurre. Lorsqu'elles sont étirées entre deux doigts, elles se séparent sans formation de fibres. - Filante: lorsqu'elles se décomposent en un enchevêtrement de fils fins. - Fibreuse: lorsqu'elles se séparent en formant des fibres de longueurs inégales.

2. Classifications - Grade NLGI

Le grade NLGI est la classification la plus usuelle. Il est lié à la valeur d'enfoncement, en dixièmes de mm, d'un cône pesant posé pendant 5 secondes sur la surface aplanie de la graisse à tester, préalablement malaxée à 25°C. Ce grade ou "la dureté" (l'essai ressemble aux essais de dureté Brinell, Rockwell et Vickers) est défini par la norme NF T60-132.

NLGI : National Lubricating Grease Institute (USA).

Tableau 3

Grade NLGI	000	00	0	1	2	3	4	5	6
Consistance	très fluide	fluide	semi-fluide	très molle	molle	moyenne	dur	très dure	extra dure
Enfoncement du cône pesant (en 0,1 mm)	445 à 475	400 à 430	355 à 385	310 à 340	265 à 295	220 à 250	175 à 205	130 à 160	85 à 115
Utilisation	A	A	A-B	B-C-E	B-C-D-E	E			
A: engrenages sous carter ; B engrenages apparents, chaînes, câbles... ; C: articulations, cardans, chaînes ; D: graisses tous usages ou multiservices ; E: roulements, galets.									

Remarque : il existe une classification ISO (ISO 6743-9 ; exemples : X-CCHA 2, X-BCEB 1...) concernant les graisses.

Classification des graisses - le grade NLGI

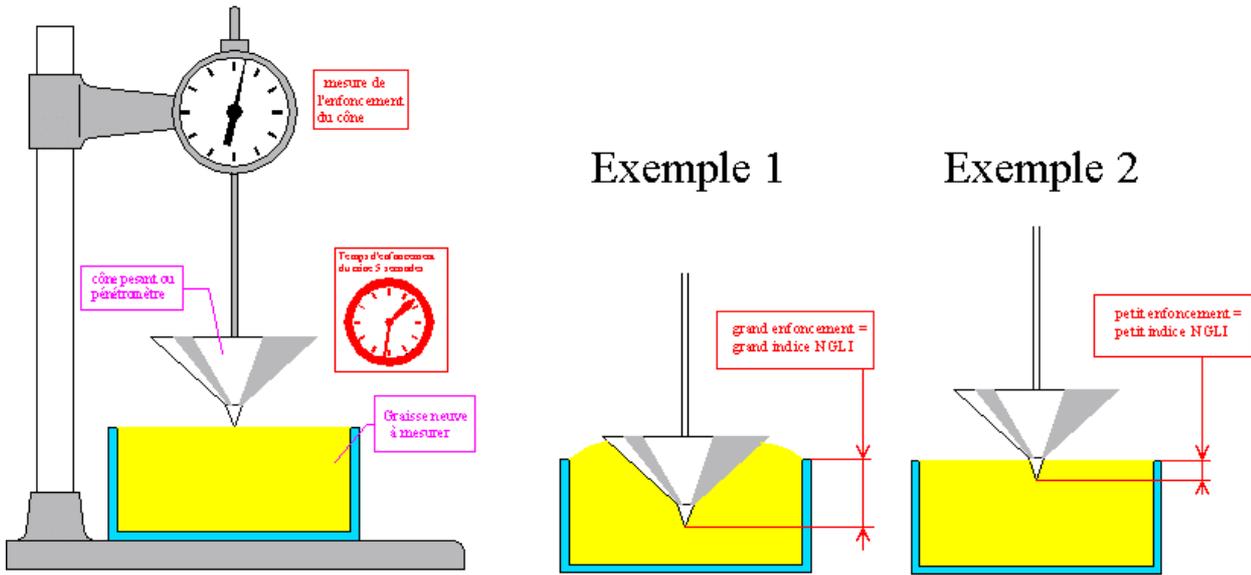


Figure 2

3. Autres caractéristiques

À froid, les graisses durcissent, à chaud, elles ramollissent. À très basse température, elles sont inutilisables car figées (même comportement que le beurre). À très haute température, elles se liquéfient et coulent, le lubrifiant s'oxyde et forme des boues.

Consistance : c'est l'une des propriétés principales, elle exprime la résistance à la déformation de la graisse et elle est étroitement liée à l'adhérence et à l'onctuosité. Elle diminue lorsque la température augmente.

Point de goutte : le point de goutte est la température à laquelle la graisse chauffée laisse échapper la première goutte d'huile. Il caractérise la tenue de la graisse à la chaleur en précisant la température de début de liquéfaction.

Remarques : la température maximale d'utilisation d'une graisse est liée à la notion de durée de vie du produit et n'a pas de rapport direct avec le point de goutte.

Le point de goutte dépend essentiellement du savon utilisé, quels qu'en soient le pourcentage dans la graisse ou le grade NLGI de celle-ci.

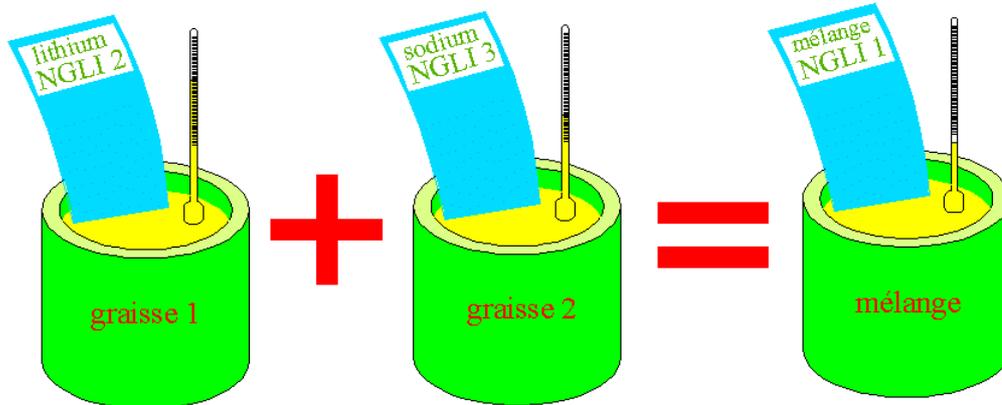
Point de goutte des savons usuels Tableau 4

Savon	Calcium	Aluminium	Lithium	Sodium	Polyurée	Calcium complexe	Lithium complexe	Argile
Point de goutte	95°C	110°C	180°C	190°C	250°C	260°C	260°C	Infusible

Point de solidification : le point de solidification indique la température de début de solidification de la graisse.

Miscibilité : Il ne faut jamais mélanger des graisses ayant des épaississants différents (ou incompatibles). Par exemple une graisse au lithium de grade NLGI 2, mélangée avec une graisse au sodium de grade NLGI 3, donne une graisse plus molle de grade NLGI 1. De plus la température maximale d'utilisation et la capacité de charge sont réduites.

Ne pas mélanger des graisses ayant des épaissements différents
(donne une graisse plus molle...)



Remarque: des graisses de même épaisseur ayant
une huile de base similaire peuvent être mélangées.

Figure 3

Influence de l'eau : l'eau est le polluant le plus courant des graisses. Selon la nature du savon utilisé, la quantité d'eau absorbable peut varier dans de grandes proportions. Cependant, au-delà de 10%, la lubrification devient incorrecte.

L'eau a également une action corrosive sur un grand nombre de métaux. Les qualités anti-rouille de la graisse permettront donc une certaine correction.

En quantité trop importante, l'eau entraîne la graisse et la "délave". Plus une graisse sera dure et mieux elle résistera au délavage. La viscosité de l'huile de base et la nature du savon ont aussi une influence.

Compatibilité avec les élastomères : la compatibilité dépend de la nature de l'huile de base et se traduit à la fois par une variation de volume (gonflement ou contraction de l'élastomère) et par une variation de dureté de l'élastomère lorsque celui-ci est en contact avec la graisse. Un gonflement n'excédant pas 3 à 5% est souvent toléré.

Il existe un très grand nombre d'élastomères, les compatibilités les plus usuelles sont indiquées dans la partie "joints d'étanchéité".

Pompabilité : la pompabilité est une propriété importante, notamment dans les systèmes de distribution ou de graissage centralisé. Il est important que la graisse soit parfaitement véhiculée jusqu'à l'équipement à lubrifier à travers le réseau de canalisations. Cette propriété dépend de la consistance de la graisse, du type d'épaississant et de la viscosité de l'huile de base.

Autres propriétés : résistance au cisaillement, qualité extrême pression, filmo-résistance, acidité, propriétés anti-fatigue, etc.

Comparaison des graisses et des huiles lubrifiantes Tableau 5	
Avantages des graisses sur les huiles	Inconvénients des graisses

NOM	V. Principaux dispositifs de graissage	PJ
<p>Faible consommation de lubrifiant Larges espacements entre "vidanges" Permettent le graissage à vie Etanchéité simplifiée; peuvent participer l'étanchéité... Application aisée du lubrifiant (même aux endroits difficiles d'accès) Supportent mieux les chocs et vibrations Tiennent mieux aux vitesses lentes... Simplicité de conception et de mise en oeuvre Prix de revient modique</p>	<p>Ne conviennent pas aux vitesses élevées avec charges élevées et pour les cas où il y a des échauffements, des températures élevées et des calories à évacuer. Tendance au vieillissement (durcissent ou ramollissent selon les cas)</p>	

XIII. PRINCIPALES FAMILLES DE GRAISSES

Environ 70% des graisses utilisées industriellement sont des graisses au lithium. En volume de vente, les graisses représentent moins de 5% du total des lubrifiants.

La nature du savon (épaississant) utilisé influence directement la structure de la graisse, la plage de température d'utilisation, la stabilité mécanique et la résistance à l'eau. Les savons métalliques les plus répandus sont (par ordre d'importance décroissant) : les savons de lithium, de calcium, de sodium et d'aluminium.

Les graisses à savons complexes utilisent, en plus du savon métallique précédent, un sel qui est en général du même métal. Ces graisses admettent des températures de fonctionnement plus élevées (point de fusion plus grand) que les graisses conventionnelles correspondantes.

Les graisses synthétiques sont fabriquées à partir d'huiles de synthèse (PAO, esters, silicones...) et de savons comme le lithium, la bentonite et le PTFE. Elles s'oxydent moins vite que les graisses minérales et ont en général une faible résistance aux frottements aux basses températures. Applications spéciales : avions (instruments de bord, commandes de vol...), robots, satellites...

Propriétés des graisses usuelles Tableau 6				
Nature du savon	Lithium (Li)	Calcium (Ca)	Sodium (Na)	Aluminium (Al)
Température de fusion (point de goutte) °C	180 à 200	90 à 110	150 à 200	110 à 120
Température d'application maxi °C	140	70	120	60
Texture	Butyreux lisse	Butyreux lisse	fibreuse	Butyreux lisse
Stabilité mécanique	Bonne	Mauvaise à excellente	Mauvaise à bonne	Mauvaise à bonne
Résistance à l'eau	Bonne	excellente	Mauvaise	Excellente
Adhésivité	Bonne	Mauvaise	Excellente	Excellente
Observations	les plus répandues (70% du marché). Large domaine d'application. Multi-services. Ont les propriétés des graisses au sodium et au calcium sans en avoir les inconvénients	Insolubles dans l'eau. Utilisées en milieu marin... Certaines sont approuvées pour des contacts accidentels avec les aliments.	"Graisses à la soude". Sont sensibles à l'eau (protègent de la rouille en absorbant l'eau mais en perdant leur pouvoir lubrifiant). A éviter en milieux humides	De moins en moins utilisée. Assez adhésive, mais faible résistance mécanique

XIV. PRINCIPAUX DISPOSITIFS DE GRAISSAGE

La durée de vie d'une graisse est fonction du type de la graisse, de la température de fonctionnement (schématiquement au-delà de 70°C, et pour tout accroissement de 15°C, multiplier par deux le nombre des regraissages ; diviser par 2 en dessous de 50°C), des vitesses, des charges, de l'environnement (degré de pollution...), du dispositif d'étanchéité.

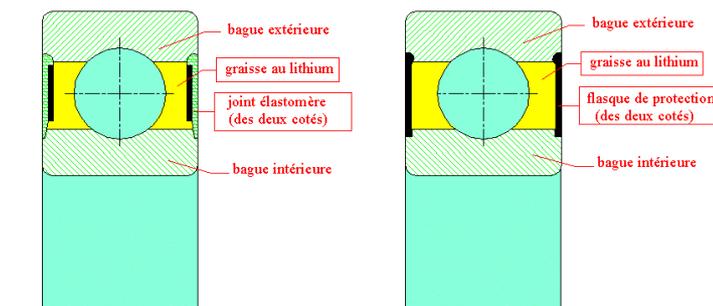
S'il y a risque de pollution accentué, un accroissement ou une humidité élevée, augmenter les regraissages. Même remarque s'il y a ruissellement d'eau près des points sensibles (par exemple, une lubrification par semaine pour les paliers d'une machine à papier).

En remplacement d'une graisse usée, utiliser le même type de graisse que celle adoptée au garnissage initial (attention aux mélanges non compatibles). Suivre les instructions des fabricants.

1. Graissage par garnissage au montage

C'est la solution la plus simple et la plus usuelle. Le graissage peut être à vie ou périodique, avec regarnissage après démontage et nettoyage lors des opérations de maintenance. La quantité de graisse prévue doit être suffisante compte tenu de la durée de vie attendue et des conditions de fonctionnement.

Exemples de roulements graissés à vie



Remarque: pour les deux roulements, la relubrification est impossible

Figure 4

Lubrification à la graisse : exemple de garnissage au montage

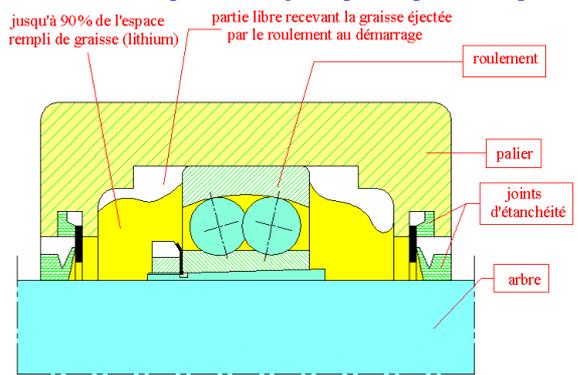


Figure 5

2. Graisseurs

Ils permettent le regraissage périodique sans démontage du dispositif.

Pour éviter les excès de graisse, des systèmes d'évacuation sont souvent prévus, en particulier pour la graisse usagée. Exemples : jeu des chicanes, bouchon de vidange, soupape à graisse, etc.

L'utilisation de certains dispositifs spéciaux pour la conduite de la graisse, ou pour l'évacuation des impuretés, comme les bagues de répartition ou les canaux multiples, ne se justifie que sur des installations élaborées ou coûteuses.

L'emploi des graisseurs automatiques diminue le nombre des interventions et garantit un graissage régulier.

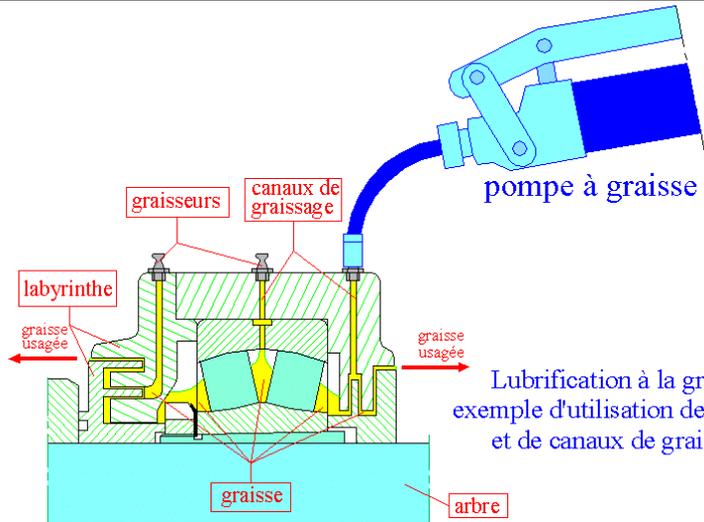


Figure 6

Lubrification à la graisse:
graisseur, canal de graissage, chicanes, bague de rétention

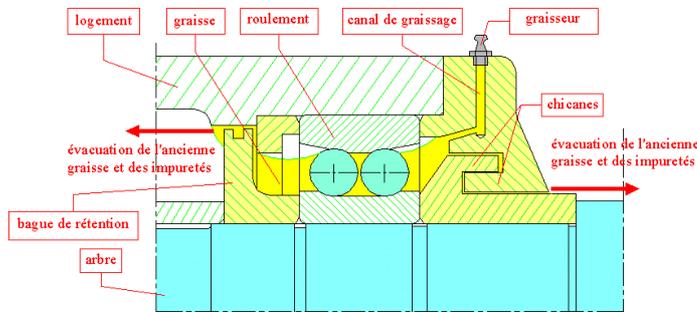


Figure 7

Lubrification à la graisse:
souple à graisse

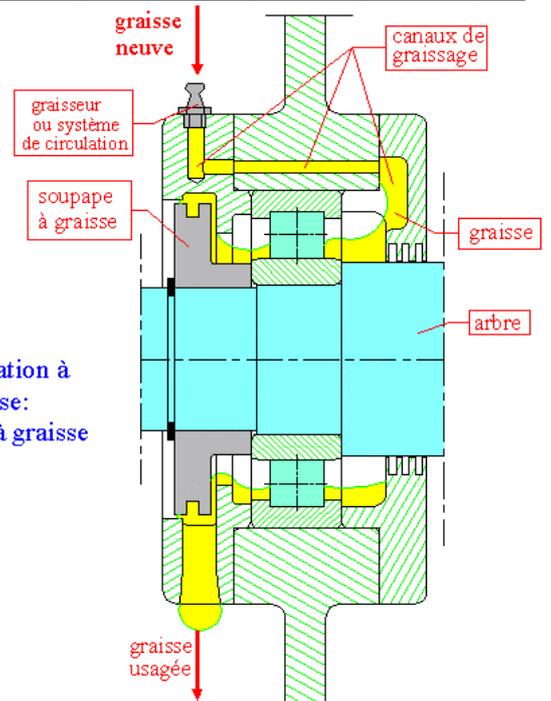


Figure 8

Lubrification à la graisse:
graisseur automatique et souple à graisse

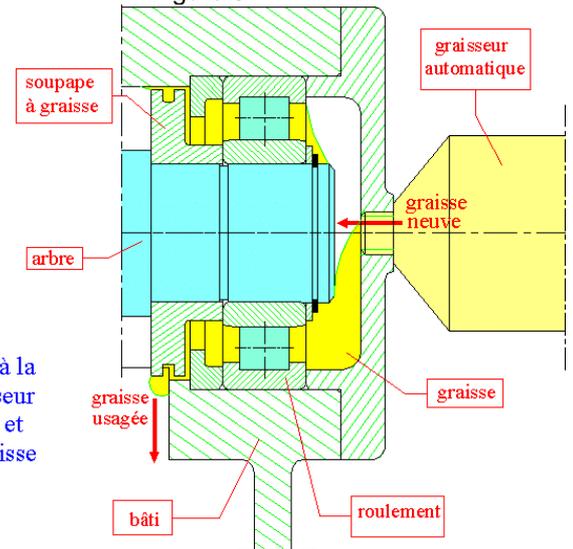


Figure 9

3. Graissage centralisé

Complètement automatisé, il est intéressant lorsque les points à lubrifier sont nombreux (parfois jusqu'à plusieurs milliers) ou lorsque l'accès est difficile, sinon impossible. Il diminue les risques d'accident, les oublis, et évite l'arrêt des installations (améliore ainsi la disponibilité).

Le lubrifiant est envoyé (pompe avec réseau de canalisations) sous pression, par intermittence, vers des distributeurs doseurs (ou nourrices, installées près des points à graisser) qui fournissent ensuite la dose prévue à chaque point.

Remarques : ces dispositifs sont également utilisés avec les huiles lubrifiantes.

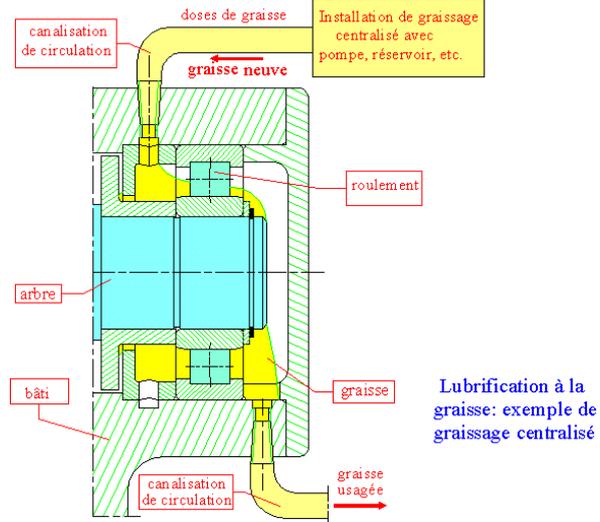


Figure 10

Exemple d'installation pour graissage centralisé (lubrification air/huile)

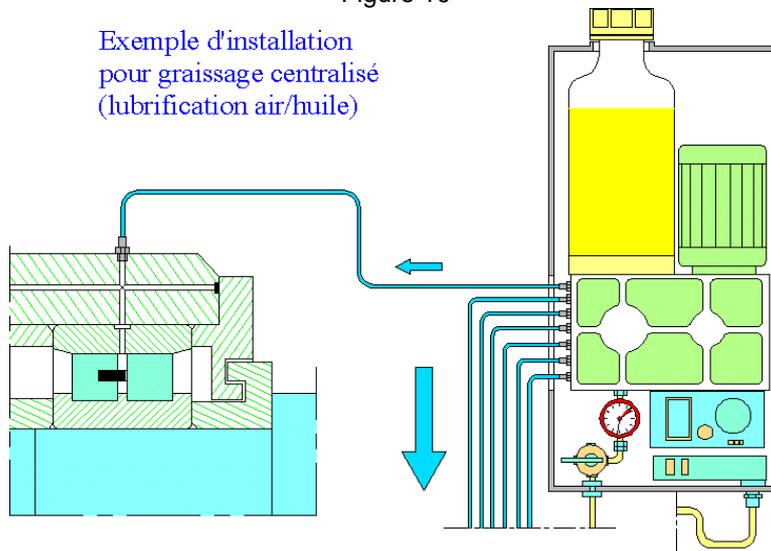


Figure 11