

ETUDE SPECIALISEE

# La construction modulaire: un atout économique

Dr. G. Feldle



La construction modulaire:  
un atout économique

Dr. G. Feldle

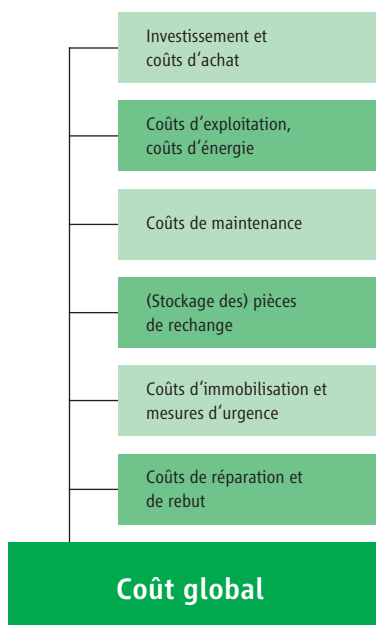


Figure 1 : Coût global d'une pompe centrifuge

Aujourd'hui le processus d'achat prend en compte le coût global pendant la durée de vie du produit. Lorsqu'on étudie la composition du coût global d'une pompe centrifuge, on constate le rôle prépondérant de l'étanchéité. Pour cette raison l'industrie chimique et les industries de process ont de plus en plus recours aux pompes centrifuges sans joint d'arbre. Ce développement s'accélère avec le durcissement de la législation et la prise en compte croissante de l'environnement dans les industries chimiques et pétrochimiques.

### 1. INTRODUCTION

Les pompes centrifuges à rotor noyé et les pompes à entraînement magnétique font partie des pompes sans joint. Cet article ne concerne que les pompes à rotor noyé et traite surtout de l'adaptation entre les parties hydrauliques et le moteur à rotor noyé. Le système modulaire permet l'adaptation rapide des pompes soumises à un changement des conditions d'exploitation. Le coût global d'une pompe centrifuge pendant sa durée de vie comprend pour l'essentiel les coûts d'achat, d'installation, d'énergie et de maintenance. Comme en règle générale le coût d'achat d'une pompe représente entre 5 et 10% de son coût global, il est rentable d'étudier les coûts sur toute sa durée de vie. [Figure 1]

Les résultats diffèrent bien sûr selon le point de vue de l'exploitant. Ils mettent cependant tous en évidence qu'à long terme, la seule prise en compte de l'investissement ne suffit pas.

La construction modulaire:  
un atout économique

Dr. G. Feldle

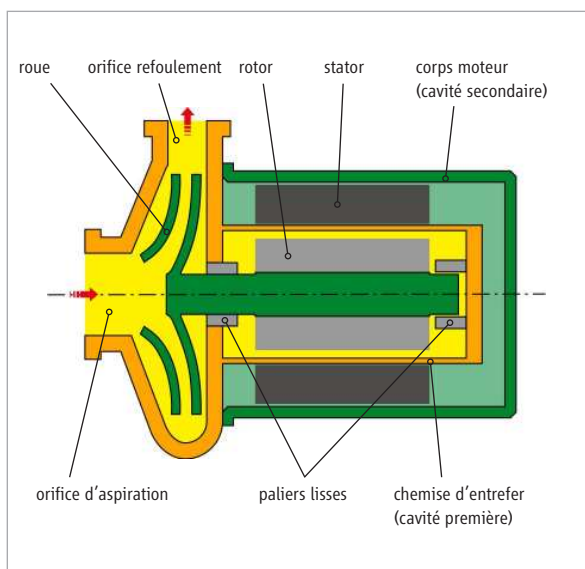


Figure 2 : Présentation schématique d'une pompe à rotor noyé

## 2. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE POMPE A ROTOR NOYÉ

Les pompes à rotor noyé constituent un ensemble compact intégré! Le moteur et la pompe forment une unité, avec le rotor et la roue montés sur un même arbre. Le rotor est guidé par deux paliers de construction identique, lubrifiés par le fluide. Le stator du moteur est séparé de la chambre du rotor par une chemise. [Figure 2]

De son côté la chambre du rotor constitue une cavité unique, remplie par le fluide à transférer lors du fonctionnement. Les pertes calorifiques du moteur sont évacuées par un courant dérivé entre le rotor et le stator. En même temps ce courant lubrifie les deux paliers de la chambre du rotor. En parallèle avec la chemise, le corps du moteur constitue une seconde enveloppe d'étanchéité de sécurité.

En plus de leur construction compacte et de leur faible niveau de bruit, cette caractéristique distingue les pompes à rotor noyé des pompes à entraînement magnétique. De ce fait, les pompes à rotor noyé sont, en cas de doute, les mieux adaptées à une utilisation avec des fluides dangereux, toxiques, explosifs et onéreux !

## 3. LE PROBLEME POSE

Dans l'industrie chimique, à peu près tous les types de fluides sont transportés. Du fait du grand nombre de cas d'applications un système modulaire a été développé pour y répondre sans étude onéreuse et avec le minimum de variantes. [Figure 3]

La construction modulaire:  
un atout économique

Dr. G. Feldle

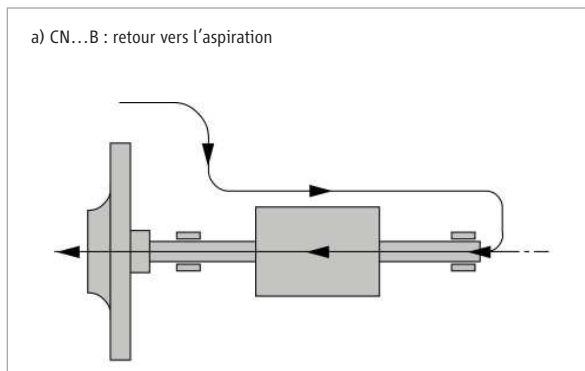


Figure 3a : Circuit du courant dérivé pour les différents modèles

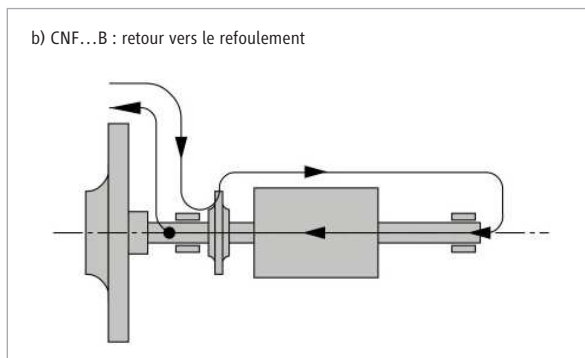


Figure 3b : Circuit du courant dérivé pour les différents modèles

a) Pour le transfert de fluides agressifs, poisons, explosifs, onéreux, inflammables, radioactifs et volatils comme les solutions d'acide sulfurique, d'acide nitrique, d'acide fluorhydrique, d'acide cyanhydrique, d'acide acétique, d'acide formique, on utilise la pompe à rotor noyé standard CN...B. La caractéristique essentielle de cette version de base concerne le retour interne du courant dérivé. Le courant dérivé pour le refroidissement du moteur et la lubrification des paliers est prélevé à la périphérie de la roue du côté haute pression, circule dans le moteur, c'est à dire dans l'entrefer entre rotor et stator puis dans l'arbre creux avant d'être refoulé du côté de l'aspiration de la roue. Les fluides proches de l'ébullition ou déjà gazeux (gaz liquéfiés) ne peuvent être transférés avec cette version sans compression préalable.

b) Pour le transfert de gaz liquéfiés comme l'ammoniac, les fréons, le propane, le butane, le chlorure de vinyle, l'oxyde d'éthylène, le chlore, le phosgène, le propylène, le carbure d'hydrogène, etc. on utilise la série CNF...B, spécialement développée pour ces applications.

Ces pompes à un seul étage permettent de transférer des gaz liquéfiés dont les courbes de tension de vapeur sont extrêmement raides (CO<sub>2</sub> par exemple). Le retour interne du courant dérivé constitue la caractéristique principale de conception de ces pompes. Il évite le recours à une conduite externe vers le réservoir ou le séparateur.

Le courant dérivé à la périphérie de la roue sert au refroidissement du moteur et à la lubrification des paliers. Après avoir traversé le moteur, il est renvoyé au travers de l'arbre creux du côté refoulement de la roue.

Une roue auxiliaire compense la perte de charge engendrée par ce parcours. Le retour du courant dérivé du côté de refoulement donne une réserve de pression suffisante par rapport à la courbe d'ébullition du fluide à transférer.

La construction modulaire:  
un atout économique

Dr. G. Feldle

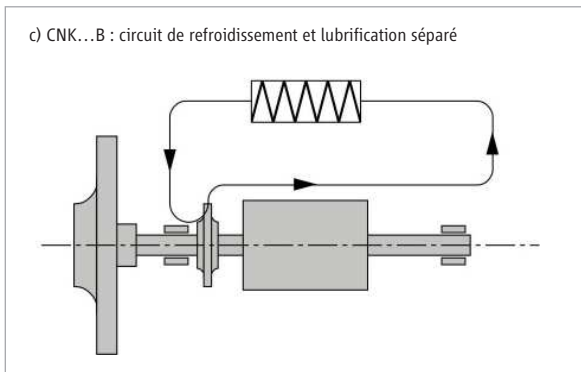


Figure 3c : Circuit du courant dérivé pour les différents modèles

c) La pompe CNK...B a été développée pour le transfert de fluides caloporteurs organiques huileux ou de bains chauds. De plus cette série peut être utilisée pour les fluides décrits en a). Le fluide est transféré par la roue de la chambre d'aspiration vers l'orifice de refoulement.

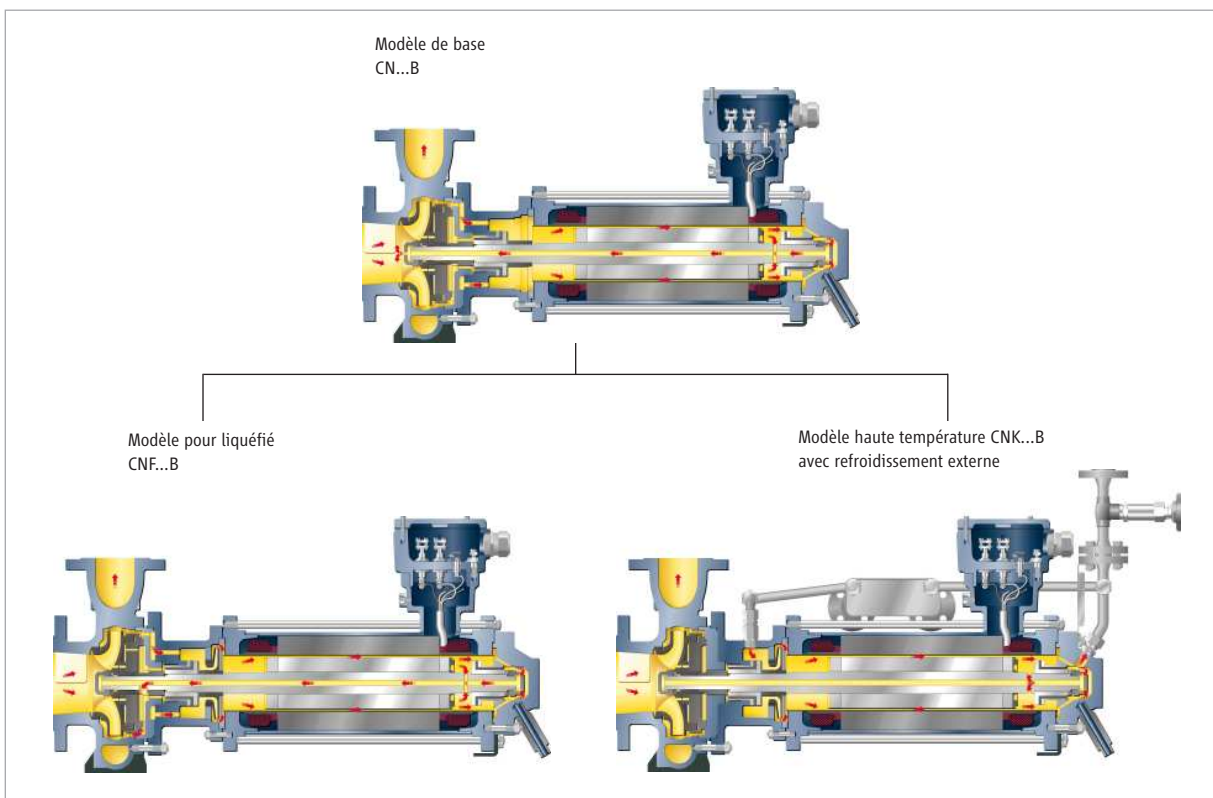
Une barrière thermique empêche le transfert de chaleur de la partie hydraulique, vers la partie moteur. Cette barrière sert également d'adaptateur. Les pertes calorifiques du moteur sont évacuées dans un échangeur thermique par un circuit de refroidissement secondaire. Ce circuit de refroidissement sert également à la lubrification des paliers. De cette façon la pompe peut entraîner des fluides jusqu'à +400°C, tandis que le circuit secondaire se trouve à un niveau de température bien inférieur. Cette construction est qualifiée pour le dosage des liquides de processus également.

La construction modulaire:  
un atout économique

Dr. G. Feldle

Pour réaliser ces différentes variantes un jeu de construction a été développé afin de réduire au maximum le nombre de pièces et de sous-ensembles. De plus on a eu recours à un grand nombre de pièces standards adaptables les unes aux autres. A partir des matières et des tailles de moteurs existantes, ce jeu de construction permet une disposition optimale des pompes à rotor noyé pour chaque application ! [Figure 4] L'ensemble comprend 23 combinaisons et 8 tailles de moteurs ainsi que des adaptateurs conformes servant également de barrières thermiques. Pour chaque partie hydraulique, plusieurs moteurs peuvent-être adaptés. Cette gamme autorise des débits jusqu'à 300 m<sup>3</sup>/h et des hauteurs manométriques jusqu'à 160 m. La puissance maximale sur l'arbre est de 126 kW.

Figure 4 : Construction modulaire « différents modèles »



La construction modulaire:  
un atout économique

Dr. G. Feldle

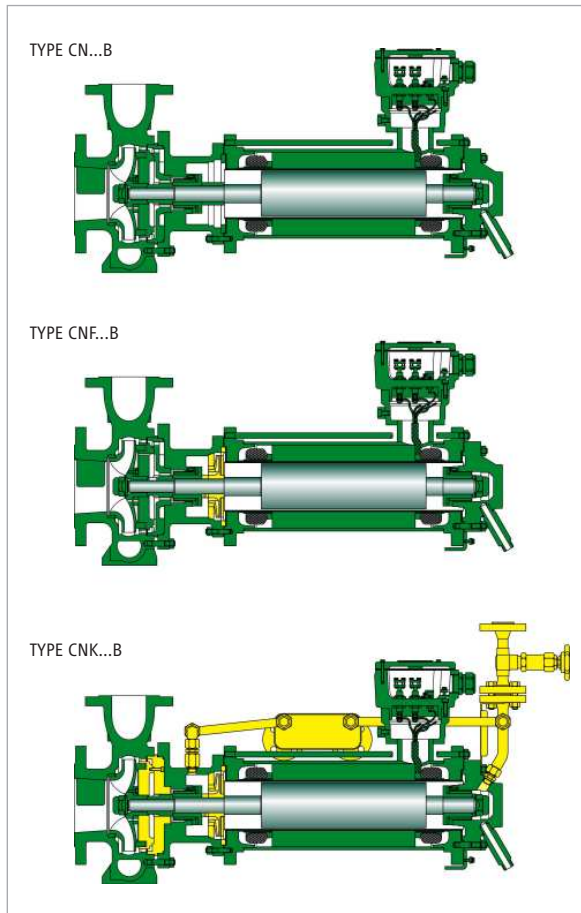


Figure 5 : Principe modulaire

Parallèlement aux différentes combinaisons possibles à l'intérieur d'une même taille et d'une même application, ce système permet aussi une construction optimisée pour chaque cas d'application.

Avec ce système, il est facile de prendre en compte des modifications ultérieures des conditions d'exploitation. Pour une même taille, il est ainsi possible de réaliser les 3 séries CN...B, CNF...B et CNK...B. A partir de la série de base, il est possible de réaliser la série CNF...B pour gaz liquéfiés par l'ajout d'une roue et d'une chemise d'arbre. Toutes les autres pièces de la série de base CN...B peuvent être utilisées.

Pour une utilisation à haute température avec refroidisseur à la pompe CNK...B, il suffit d'ajouter 2 pièces ou sous-ensembles supplémentaires : un couvercle supplémentaire et un refroidisseur avec sa tuyauterie. Toutes les autres pièces des trois séries sont identiques. Cette construction modulaire est représentée figure 5.

Tout ceci permet à l'exploitant de modifier ses pompes rapidement et en toute flexibilité. Ainsi pour une même taille et sans changer les dimensions de la pompe, les séries de base peuvent être transformées en variante pour gaz liquéfiés ou en variante avec refroidissement, le tout avec plusieurs tailles de moteurs montés sur adaptateurs.

La construction modulaire:  
un atout économique

Dr. G. Feldle

#### 4. RESULTATS ET CONSEQUENCES

Cette construction modulaire offre les avantages suivants :

- Hydrauliques et moteurs standards, pouvant être réalisés sur stock.
- La fabrication à partir du stock permet une livraison à délai court pour les trois séries.
- La tenue des stocks de pièces de rechange est réduite au minimum pour toutes les versions d'une même taille.
- La modification d'un modèle suite à un changement des conditions d'exploitation peut être facilement réalisée par l'exploitant.
- L'augmentation des quantités permet de réduire les coûts des pièces.
- L'utilisation de pièces de forge (adaptateurs par exemple) améliore la qualité des matières. Hormis les corps de pompes, toutes les pièces en contact avec le fluide sont forgées.
- Pour une taille déterminée les deux paliers en SiC 30/carbure de tungstène sont identiques.

#### 5. RESUME

La construction modulaire des séries CN/CNF/CNK...B des pompes HERMETIC profite aux clients. Ce nouveau développement engendre une baisse du coût global sur la durée de vie, une réduction des délais de livraison et la possibilité de modifier les pompes. Les adaptateurs constituent le cœur de ce jeu construction. Ils permettent de réaliser des combinaisons techniques et physiques de l'hydraulique et des moteurs pour remplir les exigences évoquées plus haut.