

**LES SEPARATEURS  
A ASSIETTES FLOTTWEG**  
Technologie innovante  
de séparation solide/liquide

# Principes de séparation

Les mélanges comprenant des liquides non miscibles et des sédiments, peuvent être séparés par gravité si leurs composants ont des densités différentes.

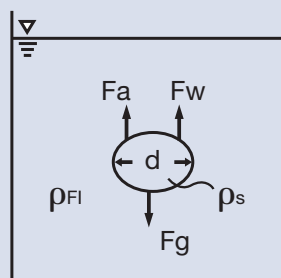
Les particules solides ou sphériques (telles les gouttelettes d'huile dans l'eau, ou les gouttelettes d'eau dans l'huile), sont soumises à trois

forces (Fig.1). La force gravitaire  $F_g$  interagit avec la force de flottabilité  $F_a$  et la force de frottement  $F_w$ . Dans un fluide visqueux, la vitesse de sédimentation des particules sera fonction de la flottabilité des particules et de leur densité. Dans l'hypothèse d'un flux laminaire, la vitesse résultante sera donnée par la loi de Stokes (Fig.2)

Cette équation montre les paramètres significatifs qui influencent la vitesse de sédimentation.

### Le diamètre de particule $d$ :

La vitesse de sédimentation augmente avec le diamètre porté au carré des particules. Les diamètres de grandes particules entraînent une augmentation de la vitesse de sédimentation.



$$\Rightarrow V_g = \frac{d^2 \cdot (\Delta\rho)}{18 \cdot \eta} \cdot g$$

Particule influencée par trois forces différentes (Fig.1)

Vitesse de sédimentation  $V_g$  (Fig.2)

### Différence de densité $\Delta\rho$ :

Une augmentation de différence de densité entre les composants entraîne une vitesse de sédimentation supérieure.

### Viscosité dynamique $\eta$ :

Une baisse de la viscosité dynamique du fluide entraîne

une augmentation de la vitesse de sédimentation.

Il est important de considérer la distance entre la particule et le fond ou la surface du récipient pour estimer le temps de sédimentation ou de flottation. La séparation est terminée lorsque

toutes les particules ont sédimenté (liquide devenu clair) ou sont en flottation (gouttelettes d'huile dans l'eau).

# Le principe de la séparation dans une centrifugeuse à assiettes

Imaginez un système de séparation solide/liquide en continu à un débit élevé. Si la vitesse d'alimentation est rapide, des particules n'atteindront jamais le fond et seront entraînées avec le liquide. Dans ce cas, le procédé de séparation est incomplet (Fig.3).

Ceci peut être évité en insérant des assiettes afin de réduire la distance vers le fond. ( $h \rightarrow h_1$ ).

Une plus grande surface de clarification est alors disponible (Fig.4).

Cette adaptation permet d'améliorer le fonctionnement mais reste sujette à un encrassement rapide.

En utilisant des assiettes inclinées, les solides glissent alors vers le fond (Fig.5)

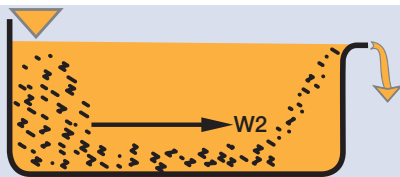
La séparation liquide/liquide (en général huile/eau) fonctionnera selon le même principe. (Fig.6).

Le système d'assiettes du séparateur divise le courant de produit en plusieurs fines couches. La séparation proprement dite s'effectue dans l'espace entre ces deux assiettes.

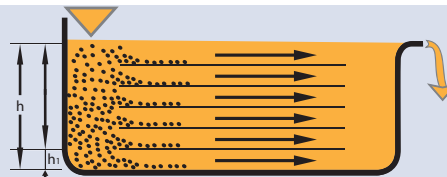
Un nombre important d'assiettes entraîne une zone plus grande pour la clarification.

La force centrifuge (pouvant aller jusqu'à 16 000 g) augmente fortement l'effet de cette zone de clarification.

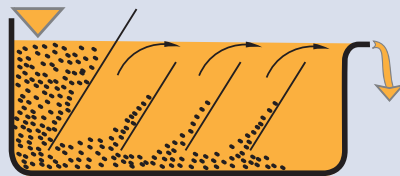
La surface géométrique des assiettes (zone de clarification) et la force centrifuge associée, donnent une «zone équivalente de clarification». Cette donnée indique la performance d'un séparateur.



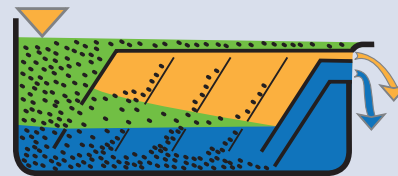
(Fig.3)



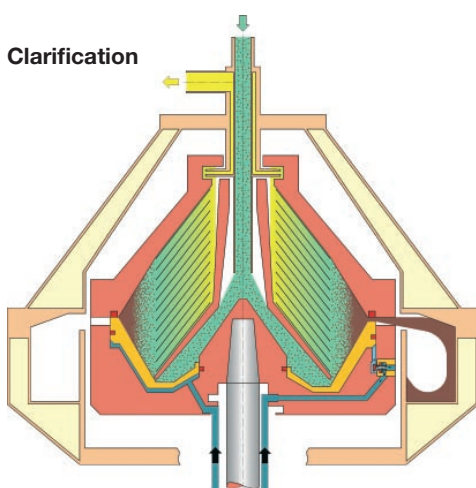
(Fig.4)



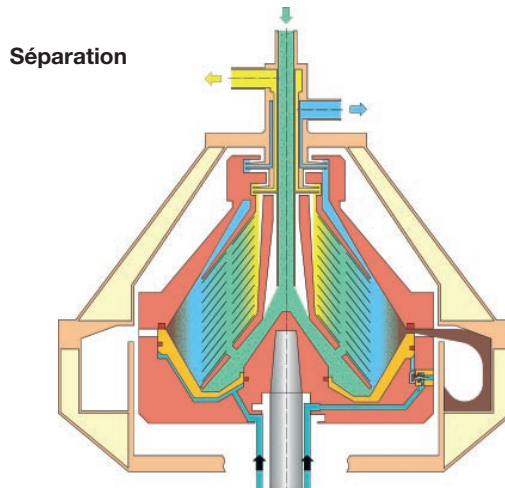
(Fig.5)



(Fig.6)



(Fig.7)



(Fig.8)

$$V_g = \frac{d^2 \cdot (\Delta\rho)}{18 \cdot \eta} \cdot (r\omega)^2$$

# Les centrifugeuses à assiettes dans le process

Les centrifugeuses à assiettes auto nettoyantes, pour la séparation liquide/solide ont une place prépondérante dans de nombreux process. La vitesse de rotation des centrifugeuses à assiettes est beaucoup plus élevée que celles des autres centrifugeuses de l'industrie.

La force centrifuge dans un bol à assiettes est nettement plus importante que dans un

décanteur par exemple.

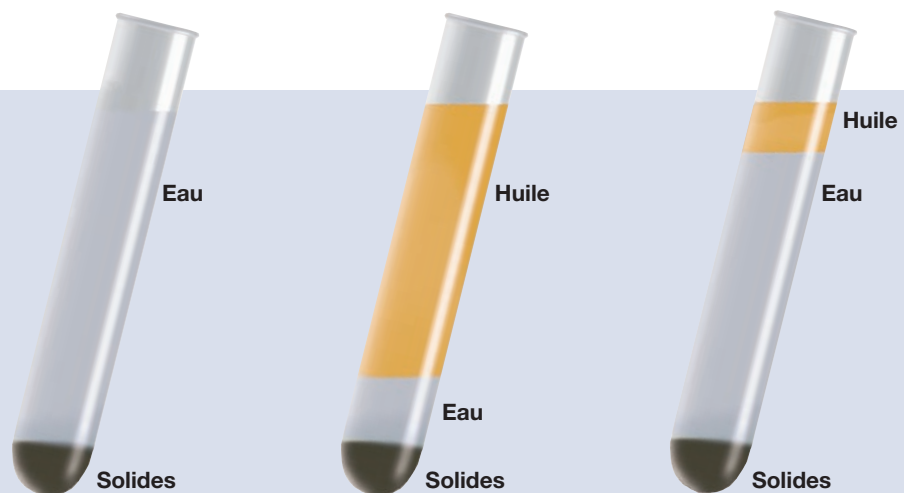
Par conséquent les centrifugeuses à assiettes sont dédiées aux procédés qui requièrent une séparation très poussée ou bien une séparation de micro particules.

De même, les mélanges de phases liquides contenant de très petites différences de densité peuvent être séparés

grâce à cette technologie.

La gamme d'applications des centrifugeuses à assiettes est très large.

Elles sont utilisées dans tous les secteurs industriels, comme l'agro-alimentaire, les graisses et huiles animales et végétales, la chimie, la biotechnologie, les huiles minérales, l'énergie et la protection de l'environnement.



Sédimentation dans un tube à essais: clarification, purification, concentration

Les séparateurs sont essentiellement conçus pour trois opérations fondamentales:

- **Clarification**

Séparation de particules solides finement dispersées dans un liquide (exemple: trouble dans un jus)

- **Purification**

Séparation de deux liquides dont l'un de densité supérieure

à l'autre, mais présent en quantité inférieure (exemple: gouttelettes d'eau dans des huiles minérales).

Il est possible de séparer les sédiments lors de la même opération.

- **Concentration**

Séparation de deux liquides dont l'un est de densité supérieure à l'autre, mais présent en quantité plus importante

(exemple: huiles essentielles dans de l'eau). Il est possible de séparer les sédiments lors de la même opération.

Ainsi, ces opérations basiques du processus de séparation FLOTTWEG sont fabriquées avec des conceptions différentes, appelées **Clarificateurs**, **Purificateurs** ou **Concentrateurs**.

# Avantage des centrifugeuses à assiettes auto nettoyantes

Les centrifugeuses à assiettes auto nettoyantes offrent plusieurs avantages par rapport à d'autres centrifugeuses ou systèmes de filtration:

- Conception compacte, faible encombrement, pour des débits élevés
- Séparation liquide/liquide des fluides ayant une faible différence de densité
- Facilité de conduite et de contrôle grâce à un fonctionnement continu et automatisé
- Séparation des particules finement dispersées
- Conception fermée qui empêche l'émission de l'odeur ou la contamination du produit et de l'environnement (en option)
- Pas de consommables onéreux tels que médias filtrants, additifs de filtrations, floculants etc.



Séparateurs FLOTTWEG sur site



## Principales applications

- **Boissons / Alimentation**  
Jus de fruits, jus de légumes, huiles essentielles, vin, moût, drêches de brasserie, pectine, thé, café
- **Chimie / Pharmacie / Biotechnologie**  
Clarification de lactosérum, eaux de process dans l'industrie de l'amidon, algues (additifs alimentaires), biotechnologie industrielle/bouillon de fermentation, solvants, eaux résiduaires de l'industrie chimique.
- **Huiles et graisses**  
Graisses animales, huile de poisson, huile végétale, algues (biocarburants), huile d'olive, biodiesel
- **Huiles et boues issues de l'industrie minérale**  
Bourbiers, traitement d'eaux et déchets huileux, en association avec le TRICANTER® FLOTTWEG.

\* Davantage d'exemples d'applications sur simple demande



# Principe de fonctionnement d'une centrifugeuse à assiettes auto nettoyante

Le produit à séparer est introduit dans le bol via un tube d'alimentation fixe (1) débouchant dans un distributeur (2). La séparation s'effectue entre les assiettes (3). Le flux entrant est divisé en de nombreuses couches minces créées par l'empilement d'assiettes, ce qui permet ainsi de réaliser une grande surface de séparation.

A la sortie de la pile d'assiettes, le liquide clarifié est repris par

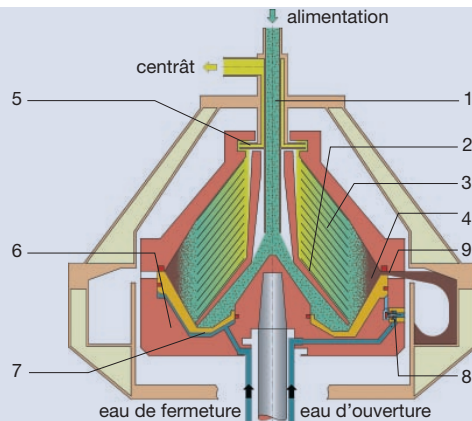
une turbine centripète pour être évacué.

Selon le procédé, le liquide peut être évacué sous pression ou non. La turbine sera simple dans la version clarificateur et double dans la version purificateur/concentrateur.

Les solides séparés sont accumulés dans une chambre à boues (4) et évacués à intervalles réguliers.

## • Bol

Le bol d'une centrifugeuse auto débourbeuse à assiettes consiste en un couvercle de bol et un fond de bol comprenant un système hydraulique d'évacuation des boues. Cette évacuation est réalisée grâce au mouvement vertical d'un fond mobile libérant ou obstruant des ouïes, et commandé par un jeu de vannes.



Coupe d'un séparateur à assiettes (version clarificateur)



Bol d'un séparateur FLOTTWEG

Grâce à ce système, les boues sont évacuées en marche, le bol étant à pleine vitesse.

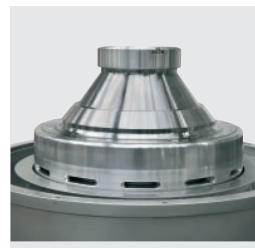
Le système hydraulique des centrifugeuses FLOTTWEG permet de réaliser des chasses partielles ou totales, parfaitement reproductibles.

## • La pile d'assiettes

La pile d'assiettes comprend les assiettes et le distributeur.

Dans les versions purificateur et concentrateur, des assiettes de séparation supplémentaires sont installées.

Le produit est introduit dans la zone centrale du distributeur via un tube d'alimentation (1). La conception du distributeur assure l'accélération en douceur du produit afin d'éviter un impact violent des forces de cisaillement sur les particules.



Cela conduirait à un phénomène d'émulsion et serait donc contre-productif pour le procédé de séparation.

Le produit traverse le distributeur à travers des orifices puis, pénètre dans la pile d'assiettes.

Le produit est introduit dans l'espace entre les assiettes par des canaux montants.

Une assiette de séparation supplémentaire (10) sur le dessus de la pile d'assiettes (concentrateur ou purificateur) permet à chacun des liquides séparés de s'écouler dans la chambre correspondante.

● **Evacuation du liquide**

Les liquides séparés sortent de la centrifugeuse à assiettes par un système approprié selon qu'il s'agisse d'un modèle clarificateur, purificateur ou concentrateur.

Dans la version clarificateur, le liquide est évacué sous pression via une turbine fixe.

Dans les versions purificateur et concentrateur, trois possibilités sont envisageables:

- les deux liquides séparés sont évacués au moyen d'une double turbine (11).

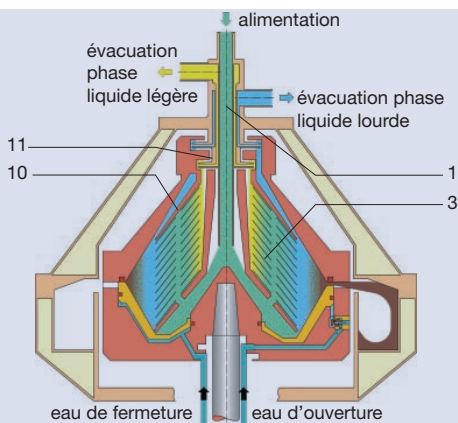
- la phase légère du liquide est évacuée par une turbine simple. La phase lourde du

liquide est évacuée sans pression et est expulsée via un anneau de réglage fixe.

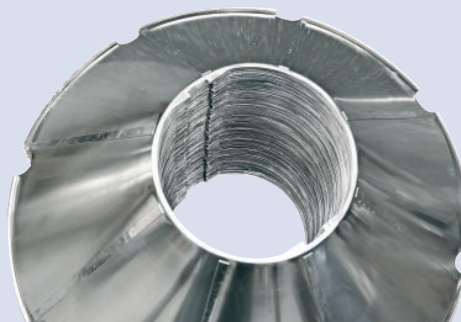
- La phase lourde est évacuée par une turbine simple. La phase légère est évacuée sans pression et est expulsée via un anneau de réglage fixe.

● **Entraînement**

La puissance requise est directement transmise à l'arbre du bol par une courroie dentée ou plate, entraînée par un moteur



Coupe d'un séparateur FLOTTWEG (version concentrateur)



Piles d'assiettes



Fixation tri-clamp et raccords filetés

triphase lui-même commandé par un variateur de fréquence. Ce système permet une accélération progressive et douce sans pics d'intensité. De plus, il permet de faire varier la vitesse du bol. Par rapport aux autres systèmes, l'entraînement développé par FLOTTWEG permet une maintenance réduite et une efficacité supérieure.

● **Matériaux de construction**

Toutes les parties en contact avec le produit sont réalisées en acier inoxydable Cr-Ni. Selon les exigences, les composants du bol peuvent être en acier inoxydable ou en alliage duplex.

Les joints d'étanchéité sont réalisés en perbunan (NBR) et en polyamide. Les autres maté-

riaux tel PEEK, Viton (FKM) et EPDM sont également disponibles sur demande.

● **Lubrification**

Les paliers sont lubrifiés via un système de lubrification interne à huile équipé d'une pompe. Le niveau et le débit d'huile sont contrôlés en permanence par l'armoire de commande (AC1500,

2000, 2500). Une pompe à huile ajuste les quantités adéquates d'huile de lubrification.

● **Hydro herméticité**

Le système hydro hermétique optionnel permet une alimentation hermétique du produit (dans la version clarificateur). Introduction d'oxygène, mousage, ou pertes de gaz sont

ainsi évitées. Le joint hydro hermétique consiste en un disque fixe situé au dessus de la turbine. Ce disque est plongé dans le liquide, faisant ainsi barrière entre le produit et l'environnement.

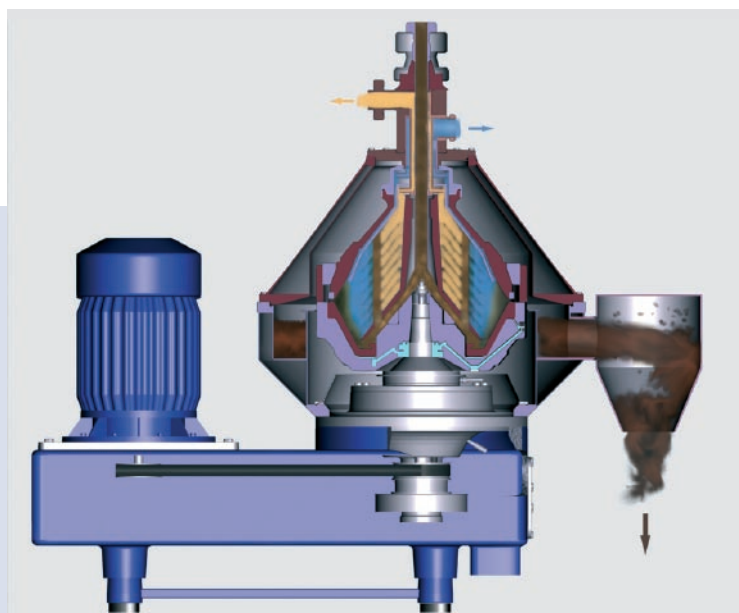
Le système est équivalent à un siphon.

● **Nettoyage en place**

Les séparateurs FLOTTWEG sont conçus en fonction d'une exigence hygiénique. Ils peuvent être intégrés dans un ensemble de nettoyage en place automatisé.

● **Milieu déflagrant**

Tous les séparateurs FLOTTWEG sont aux normes 94/9/EG (ATEX 95). Ils sont conçus pour une utilisation dans des milieux explosifs.



Coupe transversale d'une CENTRIFUGEUSE A ASSIETTES FLOTTWEG

● **Inertage avec gaz inerte**

Les unités avec inertage de gaz sont nécessaires pour la production de produits dont les vapeurs peuvent contaminer l'atmosphère, ou bien pour éviter le contact entre le produit et l'atmosphère (oxydation).

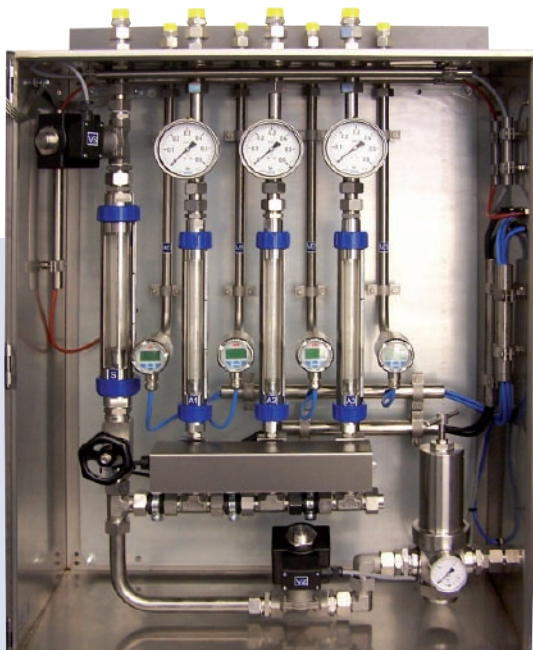
Si les centrifugeuses sont utilisées pour traiter des produits dont les vapeurs lorsqu'elles sont mélangées à l'oxygène de l'air ambiant, présentent un risque d'explosion, ce dernier doit être éliminé en remplaçant l'air par un gaz inerte. On utilise en général de l'azote.

Les centrifugeuses, ainsi que les équipements amont et aval du process, doivent être étanches aux gaz pour empêcher la sortie de ceux-ci vers l'atmosphère et pour éviter l'entrée d'air dans le système.

Le gaz inerte est injecté dans plusieurs endroits de la centrifugeuse afin d'offrir un niveau optimal de balayage et d'inertage au gaz inerte à l'intérieur de la centrifugeuse.

Les exemples typiques d'inertage au gaz se rencontrent dans les industries chimiques, pétrolières et pharmaceutiques, ainsi que les applications qui utilisent des solvants organiques inflammables ou des

composés volatiles dangereux. Les unités avec inertage de gaz empêchent l'oxydation de produits dans les aliments et des boissons ainsi que dans l'industrie des huiles alimentaires.



Unité de contrôle du gaz inerte FLOTTWEG

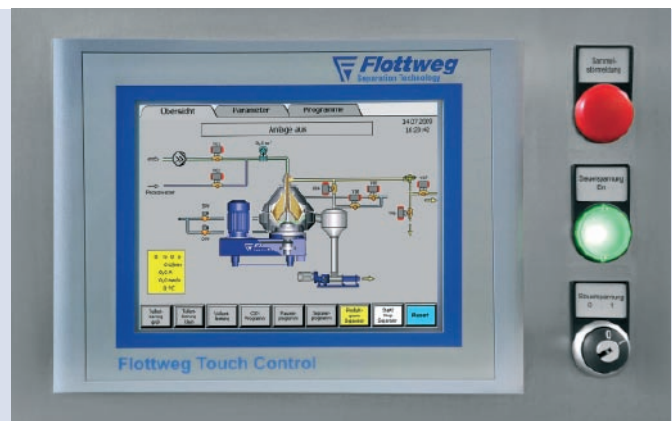


Tableau de commande FLOTTWEG

● **Contrôle de la centrifugeuse**

Toutes les fonctionnalités et tous les composants de centrifugeuses sont surveillés et gérés par un automate.

L'armoire de commande comprend:

- Protections moteur et contrôle de la montée en vitesse par un variateur de fréquence
- Minuterie automatique pour évacuation des solides
- Évacuation des solides contrôlée par turbidimètre (en option)
- Contrôle de tous les composants de la centrifugeuse à assiettes et des systèmes secondaires (en option)
- Tous les contrôles et interrupteurs nécessaires au fonctionnement

## Données techniques\*

Type	AC1000	AC1500	AC2000	AC2500
Volume (litres)	4	14	25	58
Chambre des solides (litres)	1,5	7	11,5	22,5
Puissance du moteur du Séparateur (kW)	5,5	18,5	37	55
Dimensions (Longueur x Profondeur x Largeur) (mm)	1.100 x 600 x 1.000	1.500 x 1.000 x 1.700	2.000 x 1.100 x 2.000	2.100 x 1.300 x 2.100
Poids brut (kg)	390	1.600	2.900	3.750
Capacité hydraulique (l/h)	10.000	20.000	45.000	85.000

\* Les chiffres indiqués ne sont pas contractuels



Séparateur FLOTTWEG AC2000 «gastight» en version conception anti explosion



# Le service Après Vente est notre force, partout dans le monde

Notre engagement est d'assurer un service fiable. Une conception performante, un standard de fabrication élevé et une maintenance adaptée sont nécessaires pour assurer un fonctionnement sans problème. Notre service à la clientèle, compétent et fiable, répond

toujours présent dès que nécessaire. Nous proposons également une maintenance préventive afin d'augmenter le taux de disponibilité du matériel. Nos ingénieurs et techniciens spécialistes sont parfaitement formés à ces tâches.

**Les produits FLOTTWEG sont conçus et fabriqués en Allemagne!**

FLOTTWEG est certifiée ISO 9001 et construit tous ses équipements en conformité avec les standards techniques les plus récents.



## Le service FLOTTWEG

- Conseils professionnels sur votre process de séparation
- Analyses et essais dans notre laboratoire
- Essais pilote sur site
- Choix et dimensionnement de l'équipement
- Automatisation des systèmes et processus d'intégration adaptés à chaque client
- Conception et construction de systèmes complets sur demande
- Maintenance préventive
- Formation
- Installation, mise en route, maintenance et fourniture de pièces détachées partout dans le monde

# FLOTTWEG dans le monde



FLOTTWEG dont le siège est à Vilsbiburg près de Munich en Allemagne, possède des filiales et agences en Australie, Brésil, Chine, Allemagne (Cologne/Leipzig), France, Italie, Mexique, Pologne, Roumanie, Russie, Ukraine, Grande-Bretagne, USA, de même que des représentants dans la plupart des pays dans le monde.

Sur notre site Internet [www.flottweg.com](http://www.flottweg.com), vous trouverez, en cliquant sur Flottweg dans le monde l'adresse de votre correspondant le plus proche.

**Nous vous apporterons notre assistance par tous les moyens dont nous disposons.**



Représentant:



**F l o t t w e g A G**  
Industriestraße 6 – 8  
84137 Vilsbiburg  
Allemagne

Tel.: +49 8741 301-0  
Fax: +49 8741 301-300

[mail@flottweg.com](mailto:mail@flottweg.com)  
[www.flottweg.com](http://www.flottweg.com)