



## **GUNT-FEMLine** **Machines à fluide**

HM 365 – Série pour l'étude des machines à fluide



# GUNT-FEMLine

## Une série pour l'étude des machines à fluide

Chez GUNT, FEM signifie en allemand "Fluid Energie Maschinen", c'est-à-dire machines à fluide. Le terme de "Line" indique chez GUNT qu'il s'agit d'une série d'appareils. GUNT-FEMLine est une série d'appareils spécialement développée par GUNT pour présenter la grande variété des machines à fluide existantes. La série d'appareils offre de nombreuses possibilités pour se familiariser avec cette thématique complexe et acquérir sur le sujet une compréhension approfondie.

Lors du développement de la série GUNT-FEMLine, une attention particulière a été portée à l'utilisation de composants industriels réels afin d'obtenir des appareils qui soient en lien étroit avec la pratique. Vous trouverez ici des exemples tirés de l'industrie, que les étudiants ou apprentis pourront rencontrer dans leur future vie professionnelle.

### Exemples tirés de l'industrie



Installation de pompe

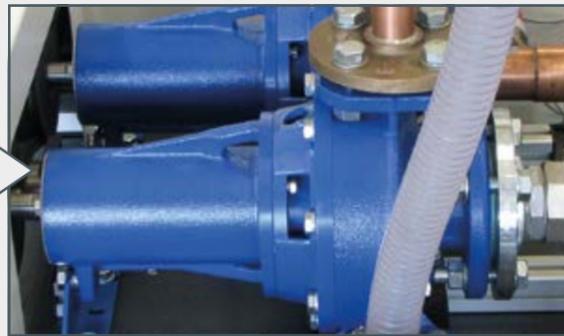


Les pompes à huile sont utilisées p. ex. sur les moteurs à combustion interne pour la lubrification des moteurs



Moteurs à combustion interne au quotidien

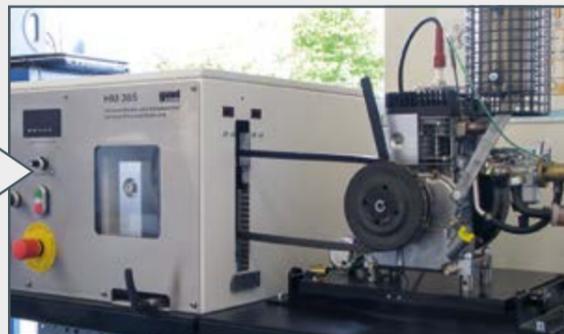
### Appareils de la série GUNT-FEMLine



Pompes centrifuges



Pompes volumétriques



Moteurs à combustion interne

### Exemples tirés de l'industrie



Rotor d'une turbine Francis avec son montage

Le barrage des Trois Gorges au bord du fleuve Yangtsé en Chine utilise des turbines Voith Siemens Hydro Power Generation.



Installation frigorifique industrielle



Installation de production d'air comprimé dans l'industrie



Turbine à vapeur de l'entreprise Blohm & Voss

### Appareils de la série GUNT-FEMLine



Turbine Francis



Installation frigorifique avec compresseur ouvert



Compresseur à piston à un étage



Centrale thermique à vapeur avec machine à vapeur à deux cylindres et générateur de vapeur électrique

# GUNT-FEMLine

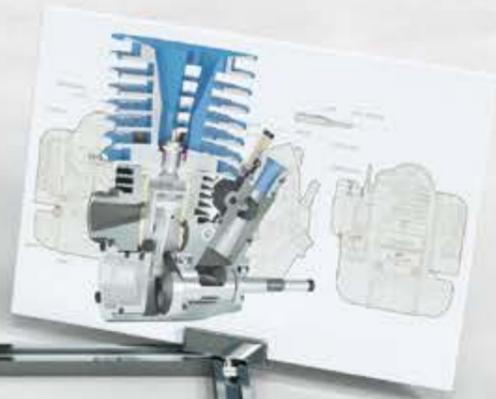
## Une série pour l'étude des machines à fluide

Qu'est-ce qu'on attend des futurs ingénieurs de l'industrie et de la recherche?



### Qu'est-ce qu'apportent les cours de GUNT?

Les cours de GUNT font partie intégrante de la formation des ingénieurs car ils permettent d'acquérir des connaissances pratiques essentielles.



De quelle manière les cours de GUNT préparent-ils les étudiants à leur future vie professionnelle?

**Théorie**  
se familiariser avec les détails des machines grâce à des vues en coupe et des dessins de construction



**Pratique**  
par des essais pratiques avec mesures et résultats d'essais



**Évaluation**  
des résultats des essais, par exemple avec le logiciel GUNT



**Mise en application**  
des acquis dans la pratique

p. ex. sur des bancs de test des moteurs de l'industrie automobile



## Avantages de la série GUNT-FEMLine

### Modularité



- modules échangeables avec différents accents thématiques
- grande diversité d'associations possibles
- UN module de base universel utilisable pour tous les cours

### Flexibilité



- flexibilité grâce à la modularité
- grâce à ses possibilités d'agencement flexibles, la série peut être adaptée pour correspondre au programme de chacun
- la série peut être étendue de manière flexible: on peut lui ajouter peu à peu différents accessoires ou cours

### Mobilité



- tous les bancs d'essai de FEMLine sont équipés de roulettes et peuvent donc être déplacés facilement, sans effort
- des raccords rapides permettent de raccorder facilement les accessoires au module de base
- le montage/démontage des accessoires est rapide et simple
- la plupart des bancs d'essai disposent d'un circuit d'eau ou d'huile fermé et ne sont donc pas dépendants des équipements du laboratoire

### Taille



- la série couvre un large spectre de machines motrices et réceptrices industrielles
- chaque machine à fluide de cette série offre un spectre étendu d'essais
- malgré la taille et la puissance des machines à fluide de cette série, les bancs d'essai sont faciles à manipuler, monter ou stocker

### Intensification des savoirs



- compréhension approfondie et complète de la thématique complexe des machines à fluide
- structure claire et concept didactique logique des cours
- spectre d'essais complet pour chaque machine à fluide

### Lien avec la pratique



- utilisation systématique de composants industriels
- les essais de laboratoire sont proches de la réalité et orientés vers la pratique

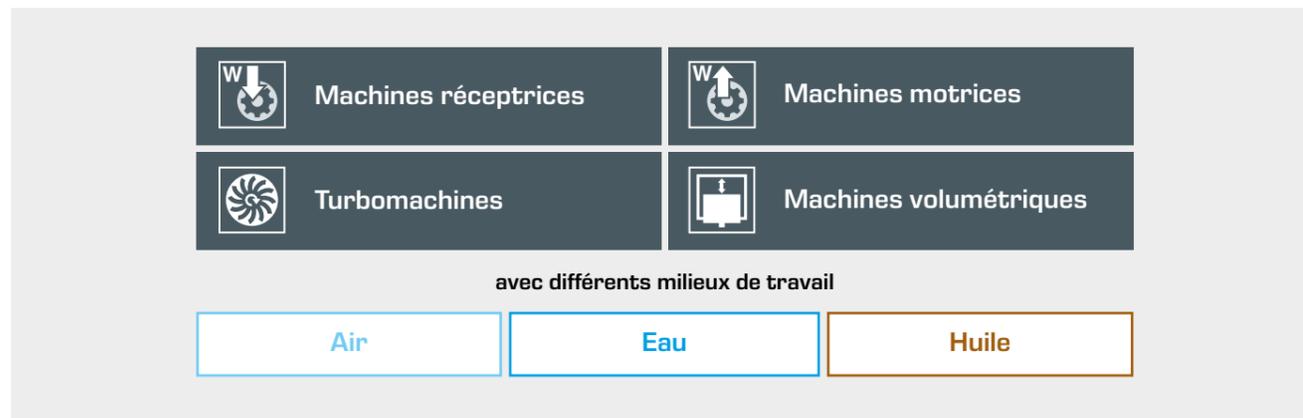
### Assistance logicielle



- chaque appareil d'essai est équipé d'un logiciel GUNT spécifique
- évaluation confortable des essais grâce au logiciel

# Modularité de la série GUNT-FEMLine

La série d'appareils GUNT-FEMLine offre des machines à fluide de tous les types courants: des machines motrices et réceptrices, des turbomachines et des machines volumétriques, ainsi que des machines thermiques et hydrauliques. Cette diversité permet une construction modulaire: La série GUNT-FEMLine est composée de modules très différents les uns des autres qui peuvent être combinés entre eux de manière flexible.



Vous avez le choix, composez **vos cours** comme vous l'entendez, en fonction de votre programme pédagogique! Profitez de la modularité de la série d'appareils! Notre équipe développement vous aide volontiers dans la réalisation de vos idées et la composition de vos cours. Nous vous présentons ci-après quelques suggestions d'associations des modules.

Machines réceptrices	Machines motrices
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ pompes centrifuges <b>HM 365.11 à .14</b></li> <li>■ pompes volumétriques <b>HM 365.16 à .18</b> <b>HM 365.21 à .24</b></li> <li>■ pompe axiale <b>HM 365.45</b></li> <li>■ compresseur (installation frigorifique) <b>ET 165</b></li> <li>■ compresseur (air) <b>ET 513</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ moteurs à combustion interne <b>CT 150 à CT 153</b></li> <li>■ turbine Pelton et turbine Francis <b>HM 365.31</b></li> <li>■ machine à vapeur <b>ET 813</b></li> </ul>
Turbomachines	Machines volumétriques
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ pompes centrifuges <b>HM 365.11 à .14</b></li> <li>■ pompe axiale <b>HM 365.45</b></li> <li>■ turbine Pelton et turbine Francis <b>HM 365.31</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ pompes volumétriques <b>HM 365.16 à .18</b> <b>HM 365.21 à .24</b></li> <li>■ moteurs à combustion interne <b>CT 150 à CT 153</b></li> <li>■ compresseur (installation frigorifique) <b>ET 165</b></li> <li>■ compresseur (air) <b>ET 513</b></li> <li>■ machine à vapeur <b>ET 813</b></li> </ul>

Cycles	
■ installation frigorifique	<b>ET 165</b>
■ centrale thermique à vapeur	<b>ET 813</b>

Machines à fluide thermiques	Machines à fluide hydrauliques
<p>Milieu de travail: fluides compressibles</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ moteurs à combustion interne <b>CT 150 à CT 153</b></li> <li>■ installation frigorifique <b>ET 165</b></li> <li>■ compresseur à piston à un étage <b>ET 513</b></li> <li>■ centrale thermique à vapeur <b>ET 813</b></li> </ul>	<p>Milieu de travail: fluides incompressibles</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ pompes à eau <b>HM 365.11 à .19</b></li> <li>■ pompes à huile <b>HM 365.21 à .24</b></li> <li>■ pompe axiale <b>HM 365.45</b></li> <li>■ turbine Pelton et turbine Francis <b>HM 365.31</b></li> </ul>

## Ce que GUNT met à disposition:

GUNT a constitué pour vous les cours suivants, selon le fonctionnement et le principe des machines à fluide.

Chaque cours couvre un large spectre d'essais sur des blocs thématiques précis. Les contenus didactiques des machines à fluide d'un même cours sont ajustés entre eux de manière à se compléter judicieusement. Dans un cours, il est possible que plusieurs machines à fluide ayant le même principe d'action ou de fonctionnement soient comparées entre elles. L'utilisation

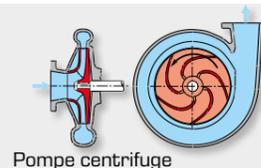
systematique de composants industriels renforce le lien étroit avec la pratique et facilite leur reconnaissance par les étudiants lors de leur entrée dans la vie professionnelle.

Nous vous présentons ces cours de manière détaillée dans les pages suivantes.

### Pompes à eau

#### HM 365.10 plus HM 365.11 à HM 365.19, HM 365.45

- comparaison de différentes pompes d'écoulement et pompes volumétriques
- utilisation, interaction et montages de plusieurs pompes



### Pompes à huile

#### HM 365.20 plus HM 365.21 à HM 365.24

- se familiariser avec différents types de pompes et les comparer
- mécanismes de refoulement pour les liquides visqueux



### Turbines

#### HM 365.32 plus HM 365.31

- se familiariser avec différents types de turbines
- comparaison des turbines Pelton et Francis



### Moteurs à combustion interne

#### CT 159 plus CT 151 à CT 153

**Se familiariser avec différents moteurs monocylindres et les comparer:**

- moteurs Otto et diesel
- moteurs à 4 temps et à 2 temps



### Technique des installations

#### ET 165, ET 513, ET 813

**Se familiariser avec différentes installations:**

- installation frigorifique
- installation de production d'air comprimé
- centrale thermique à vapeur



# Vue d'ensemble de la série GUNT-FEMLine



	Banc d'essai complet	Machines à fluide	Machines à fluide	Banc d'essai complet	
Cours sur les pompes à eau	<p>HM 365 HM 365.11 HM 365.10</p>	<p>HM 365.11 Pompe centrifuge, normalisée</p> <p>HM 365.12 Pompe centrifuge, auto-amorçante</p> <p>HM 365.13 Pompe centrifuge, à plusieurs étages</p> <p>HM 365.14 Pompes centrifuges, montage en série et en parallèle</p> <p>HM 365.45 Pompe axiale</p> <p>HM 365.15 Pompe à canal latéral</p> <p>HM 365.16 Pompe à piston rotatif</p> <p>HM 365.17 Pompe à piston alternatif</p> <p>HM 365.18 Pompe à engrenages</p> <p>HM 365.19 Pompe à palettes</p>	<p>HM 365.31 Turbine Pelton et turbine Francis</p>	<p>HM 365 HM 365.31 HM 365.32</p>	Cours sur les turbines
	Cours sur les pompes à huile	<p>HM 365 HM 365.23 HM 365.20</p>	<p>HM 365.21 Pompe à vis</p> <p>HM 365.22 Pompe à engrenage externe</p> <p>HM 365.23 Pompe à palettes</p> <p>HM 365.24 Pompe à engrenage interne</p>	<p>CT 150 Moteur à essence à quatre temps</p> <p>CT 151 Moteur diesel à quatre temps</p> <p>CT 152 Moteur à essence quatre temps à compression variable</p> <p>CT 153 Moteur à essence à deux temps</p>	<p>HM 365 CT 151 CT 159</p>
Cours sur les pompes à huile		<p>ET 813.01 Générateur de vapeur électrique</p> <p>ET 813 Machine à vapeur à deux cylindres</p> <p>ET 513 Compresseur à piston à un étage</p> <p>ET 165 Installation frigorifique avec compresseur ouvert</p>	<p>HM 365 ET 813 ET 813.01</p> <p>HM 365 ET 513</p> <p>HM 365 ET 165</p>	<p>ET 813.01 Générateur de vapeur électrique</p> <p>ET 813 Machine à vapeur à deux cylindres</p> <p>ET 513 Compresseur à piston à un étage</p> <p>ET 165 Installation frigorifique avec compresseur ouvert</p>	<p>HM 365 ET 813 ET 813.01</p> <p>HM 365 ET 513</p> <p>HM 365 ET 165</p>

# GUNT-FEMLine Cours sur les pompes à eau

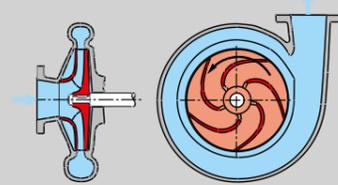
## 1<sup>ère</sup> partie les pompes d'écoulement

Les pompes à eau font partie des machines réceptrices. Elles peuvent être conçues soit comme des pompes volumétriques, soit comme des pompes d'écoulement. Bien choisir le type de pompe est décisif pour le dimensionnement d'installations industrielles ou l'installation d'une pompe. C'est pourquoi il est

important pour les futurs ingénieurs d'être capables de différencier les caractéristiques des pompes, p. ex. en ce qui concerne le débit de refoulement et la hauteur de refoulement et d'interpréter des diagrammes.

### 1<sup>ère</sup> partie Pompes d'écoulement comme pompes à eau:

La pompe centrifuge est la pompe à eau la plus répandue. Pour mettre en avant le mode de fonctionnement et les différences qui existent entre les types de pompes centrifuges, GUNT propose dans le cours sur les pompes à eau quatre types de pompes centrifuges:



#### Pompe centrifuge, modèle normalisé

Les pompes normalisées sont des pompes respectant des normes internationales. La norme donne une grille des puissances ainsi que les dimensions principales, ce qui permet d'utiliser des pompes normalisées de fabrications différentes sans avoir à changer les tuyauteries ou la plaque de base.



HM 365.11  
Pompe centrifuge, normalisée

#### Pompe auto-amorçante

Les pompes auto-amorçantes peuvent aspirer et refouler de l'air et de l'eau. Contrairement à la simple pompe centrifuge, on peut les faire démarrer même lorsqu'il y a de l'air dans la conduite d'aspiration. Cela est rendu possible par l'étage supplémentaire d'aspiration à canal latéral qui permet à l'air de quitter la conduite d'aspiration et de générer la dépression nécessaire pour que le liquide soit aspiré.



HM 365.12  
Pompe centrifuge, auto-amorçante

#### Pompe centrifuge à 4 étages

Sur les pompes centrifuges multi-étages, plusieurs roues sont montées les unes après les autres. Ce qui permet de venir à bout de hauteurs de refoulement très élevées.



HM 365.13  
Pompe centrifuge, à plusieurs étages

#### Différents montages de pompes centrifuges

Dans des installations complexes, il est possible d'utiliser des pompes montées en série ou en parallèle. Dans le montage en série, les hauteurs de refoulement s'additionnent, tandis que dans le montage en parallèle ce sont les débits de refoulement qui s'additionnent.



HM 365.14  
Pompes centrifuges, montage en série et en parallèle

#### Pompe à canal latéral

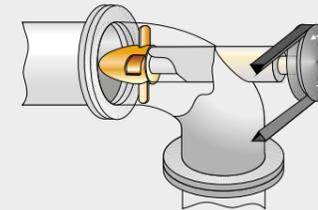
Les pompes à canal latéral sont à classer entre la pompe volumétrique et la pompe d'écoulement. Durant la phase d'aspiration, la pompe à canal latéral fonctionne selon le principe du refoulement. Dès que la procédure d'aspiration est terminée, la pompe à canal latéral fonctionne comme une pompe centrifuge. La force centrifuge de la roue en rotation entraîne la séparation du liquide et du gaz. C'est pourquoi on dit des pompes à canal latéral qu'elles sont auto-amorçantes.



HM 365.15  
Pompe à canal latéral

#### Pompe axiale

Les pompes axiales sont également appelées pompes à hélice. Ils sont disponibles avec des aubes fixes et réglables. La roue est traversée par un écoulement axial. Sur les pompes axiales, la montée en pression a lieu non pas sous l'effet de la force centrifuge, mais de manière similaire au principe aérodynamique, sur la pale d'hélice. Les pompes à hélice ne sont pas auto-amorçantes. Les pompes à hélice sont utilisées lorsque l'on a besoin de débits de refoulement élevés avec de faibles hauteurs de refoulement. Les installations de drainage, les stations d'épuration et l'alimentation en eau de refroidissement sont des domaines d'application typiques des pompes à hélice.



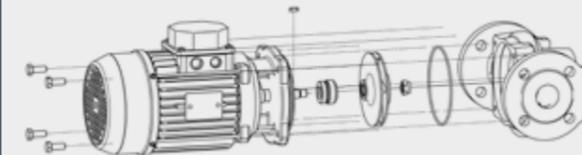
HM 365.45  
Pompe axiale

### Modèles en coupe et exercices de montage

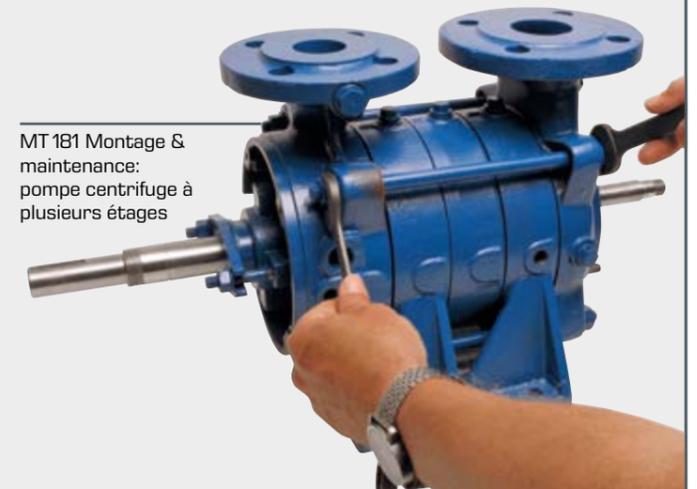


HM 700.17 Modèle en coupe: soupape de sécurité

En complément du cours sur les pompes à eau, GUNT propose différentes pompes du domaine **Modèles en coupe, exercices de montage et de maintenance**: vous trouverez des informations complémentaires sur ces produits dans le catalogue 4.



MT 185 Montage & maintenance: pompe centrifuge en ligne. Vue éclatée de la pompe centrifuge en ligne



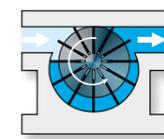
MT 181 Montage & maintenance: pompe centrifuge à plusieurs étages

# GUNT-FEMLine Cours sur les pompes à eau

## 2<sup>e</sup> partie les pompes volumétriques

Avec l'unité d'alimentation pour pompes à eau HM 365.10, GUNT propose un banc d'essai permettant d'étudier les caractéristiques de différentes pompes à eau dans des conditions de fonctionnement réelles. Quelques-unes des pompes sont des pompes industrielles puissantes. L'unité d'alimentation HM 365.10 associée au dispositif de freinage et d'entraînement universel HM 365 et aux différents modules de pompes permet d'obtenir des bancs d'essai parfaitement dimensionnés pour l'étude des pompes.

**HM 365.10**  
Unité d'alimentation pour pompes à eau



### Pompe à palettes

Les pompes à palettes sont aussi appelées pompes rotatives à palettes. On peut les utiliser aussi bien pour des milieux liquides que des milieux gazeux. Il existe des pompes à palettes à volume de refoulement constant, et d'autres dont le volume de refoulement est ajustable. La pompe est composée d'un boîtier dans lequel tourne un rotor excentré de forme cylindrique. À l'intérieur du rotor, on trouve des glissières radiales dans lesquelles les palettes sont montées sur des ressorts. La force de rappel permet de s'assurer que, pendant le fonctionnement, les palettes se déplacent le long de la paroi interne du boîtier et qu'un espace clos se forme entre les palettes. Le milieu de transport est transporté entre les palettes et la paroi du boîtier.



HM 365.19 Pompe à palettes

### 2<sup>e</sup> partie

### Pompes volumétriques comme pompes à eau:

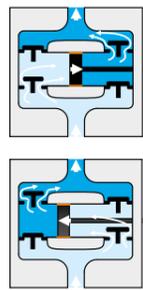


### Pompe à piston rotatif

Sur la pompe à piston rotatif, deux pistons tournent sans contact à l'intérieur de deux chambres cylindriques, refoulant le même volume à chaque tour. Les pompes à piston rotatif sont utilisées pour le refoulement de milieux très visqueux ou très abrasifs.



HM 365.16 Pompe à piston rotatif

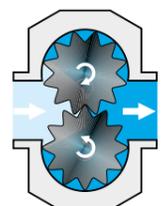


### Pompe à piston alternatif

Les pompes à piston alternatif les plus simples se composent d'un piston qui tourne dans un cylindre, et respectivement d'une soupape d'admission et d'une soupape d'échappement. Selon la pression qui règne à l'intérieur du cylindre, les soupapes ouvrent l'alimentation et l'évacuation en direction de la cylindrée.



HM 365.17 Pompe à piston alternatif



### Pompe à engrenages

Les pompes à engrenages sont principalement composées de trois éléments: un boîtier avec alimentation et évacuation du fluide ainsi que deux engrenages, l'un entraînant l'autre. Il existe différents types de pompes à engrenages en fonction de leur construction interne. La plus répandue est la pompe à engrenage externe, qui est ici représentée à titre d'exemple.

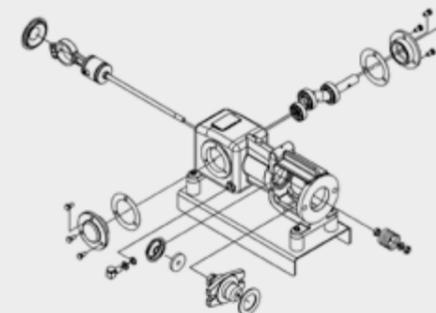


HM 365.18  
Pompe à engrenages

### Modèles en coupe et exercices de montage



HM 700.20 Modèle en coupe: pompe à piston



Vue éclatée de la pompe à piston



MT 1B4 Montage & maintenance: pompe à piston

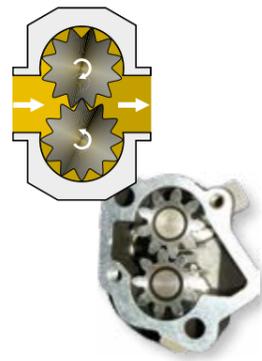
En complément du cours sur les pompes à eau, GUNT propose différentes pompes volumétriques du domaine **Modèles en coupe, exercices de montage et de maintenance**: vous trouverez des informations complémentaires sur ces produits dans le catalogue 4.

## GUNT-FEMLine Cours sur les pompes à huile

Les pompes à huile font partie des machines réceptrices. Le choix de la pompe à huile qui convient dépend principalement de la viscosité ou de sa valeur inverse, la fluidité de l'huile. Dans les raffineries, on utilise des pompes centrifuges pour transporter des volumes importants d'huiles bien fluides ou peu visqueuses telles que le pétrole. Pour les huiles plus visqueuses, on utilise des pompes volumétriques. Les pompes à huile sont également

utilisées pour accomplir des travaux mécaniques, pour la lubrification ou pour le refroidissement. Dans les installations hydrauliques, des forces sont transférées à l'aide d'huile. Les pompes requises pour cela doivent établir des pressions élevées afin de générer des forces de levage et de formage élevées. Elles sont utilisées p. ex. dans les ponts élévateurs ou les presses à métaux.

Ce cours traite des pompes à huile qui transportent de l'huile dans des espaces clos selon le principe du refoulement. On utilise des pompes à huile de types différents en fonction des exigences et des besoins. Les pompes à engrenages sont celles qui sont le plus fréquemment utilisées. Les pompes à engrenages sont principalement composées des sous-groupes suivants: un boîtier avec alimentation et évacuation de l'huile ainsi que deux engrenages, l'un entraînant l'autre. En fonction de leur construction interne, on distingue les pompes à engrenages suivantes:

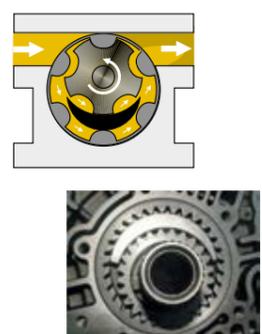


### Pompe à engrenage externe

Sur une pompe à engrenage externe, deux engrenages tournent en sens contraire dans un boîtier. Le milieu de transport est transporté entre les dents et le boîtier. Grâce à leur construction simple et robuste, ces pompes sont relativement bon marché. Les pompes à engrenage externe sont largement répandues dans la construction automobile.



HM 365.22  
Pompe à engrenage externe



### Pompe à engrenage interne

Les pompes à engrenage interne se distinguent par leur pulsation faible, leur rendement élevé, leur faible niveau acoustique et des pressions de service de moyennes à élevées. Une roue dentée intérieure entraîne une roue dentée extérieure. Étant donné que la roue dentée motrice est disposée de manière excentrique, des espaces intermédiaires apparaissent entre les creux de la roue dentée et de la couronne dentée, où se forme le volume de refoulement. Un joint d'étanchéité en forme de croissant situé entre la roue et la couronne permet d'avoir un volume de refoulement en circuit fermé.



HM 365.24  
Pompe à engrenage interne

### Pompe à engrenage interne à gérotor

Les pompes à engrenage interne à gérotor sont également appelées pompes Eaton. La roue dentée intérieure tourne de manière excentrée dans la denture intérieure d'une couronne dentée, ce qui entraîne cette dernière. Le volume de l'espace de refoulement entre les creux varie, ce qui permet la circulation du milieu de transport.

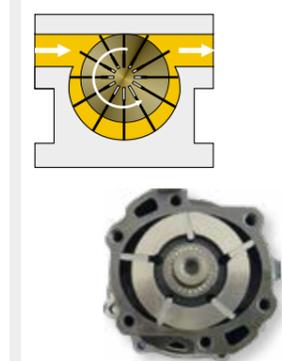


### Pompe à vis

Les pompes à vis refoulent des milieux semi-liquides de manière très continue, sans pulsation ni turbulences. Dans leur boîtier, on trouve deux à trois rotors tournant en sens inverse et ayant un profil hélicoïdal à denture externe. Le transport du fluide est assuré par l'imbrication entre eux des profils hélicoïdaux. Il est possible, selon le pas de vis, d'atteindre des pressions très élevées. Du fait de leur fonctionnement très silencieux, les pompes à vis sont souvent utilisées dans les ascenseurs ou comme pompes à combustible dans les brûleurs.



HM 365.21  
Pompe à vis



### Pompe à palettes

Les pompes à palettes sont aussi appelées pompes rotatives à palettes. On peut les utiliser aussi bien pour des milieux liquides que des milieux gazeux. Sur certaines pompes à palettes, le volume de refoulement est ajustable. Elles sont composées d'un boîtier dans lequel tourne un cylindre excentré (rotor). À l'intérieur du rotor, on trouve des glissières radiales dans lesquelles les palettes sont montées sur des ressorts. La force de rappel permet de s'assurer que, pendant le fonctionnement, les palettes se déplacent le long de la paroi interne du boîtier et qu'un espace clos se forme entre les palettes et la paroi du boîtier.



HM 365.23  
Pompe à palettes

### Modèles en coupe et exercices de montage



HM 700.22 Modèle en coupe: pompe à engrenages

En complément du cours sur les pompes à eau, GUNT propose différentes pompes volumétriques du domaine **Modèles en coupe, exercices de montage et de maintenance**: vous trouverez des informations complémentaires sur ces produits dans le catalogue 4.



MT 186 Montage & maintenance: pompe à engrenages

# GUNT-FEMLine Cours sur les turbines

Les turbines font partie des turbomachines motrices. Elles transforment l'énergie interne du fluide en énergie mécanique. On distingue les turbines à action et les turbines à réaction, en fonction de l'endroit où a lieu la conversion d'énergie.

Les turbines sont utilisées dans les centrales électriques, pour produire du courant électrique par le biais de générateurs auxquels elles sont raccordées, et dans des moteurs, pour générer une propulsion.

Le banc d'essai est constitué de trois parties:

- 1 HM 365 Dispositif de freinage et d'entraînement universel
- 2 HM 365.31 Turbine Pelton et turbine Francis
- 3 HM 365.32 Unité d'alimentation pour turbines

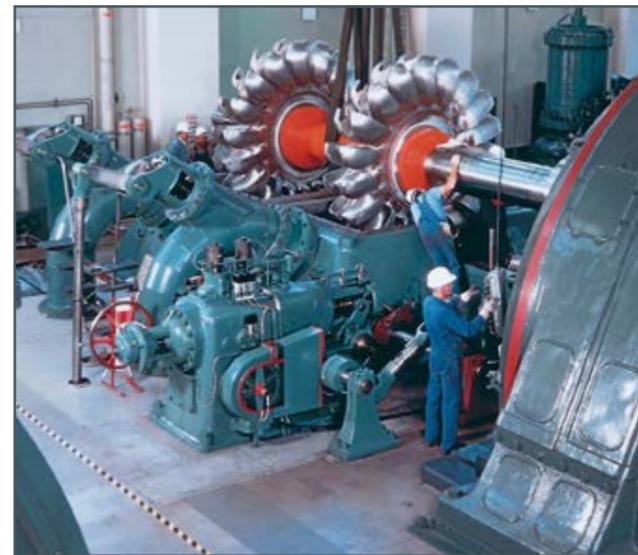


HM 365 fonctionne en mode générateur et freine la turbine par le biais d'une courroie trapézoïdale. La puissance générée est transformée en courant électrique par le générateur.

Sur l'unité d'alimentation pour turbines HM 365.32, une turbine du HM 365.31 est posée sur la surface de travail et raccordée par des flexibles. Grâce au circuit d'eau fermé, le banc d'essai est mobile et peut être utilisé indépendamment du réseau d'alimentation en eau. Le débit et la pression au niveau de la turbine peuvent être ajustés par le biais d'une soupape d'étranglement.

Vous trouverez des informations complémentaires sur ce cours dans les fiches techniques des appareils au chapitre 2.

Dans le cours sur les turbines de la série GUNT-FEMLine, la turbine à action et la turbine à réaction sont présentées. La turbine à action est une turbine Pelton, tandis que la turbine à réaction est une turbine Francis. Les différents principes de fonctionnement de ces turbines sont étudiés et peuvent être comparés.



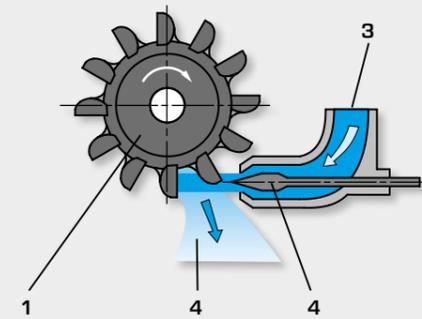
Montage d'une turbine Pelton dans la centrale électrique de Walchensee, Allemagne (Voith Siemens Hydro Power)



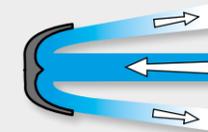
Turbine Francis à l'état démonté

## Cours sur les turbines: comparaison des principes de fonctionnement

### Turbine à action (turbine Pelton)



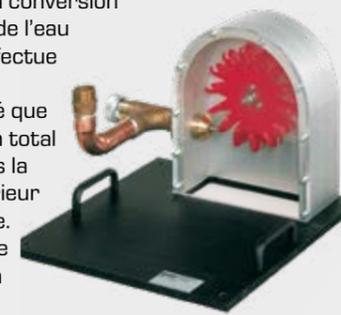
- 1 rotor,
- 2 distributeur,
- 3 entrée d'eau,
- 4 sortie d'eau



Dans l'aube mobile, simple déviation du jet d'eau sans modification de la vitesse

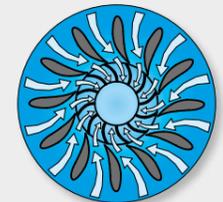
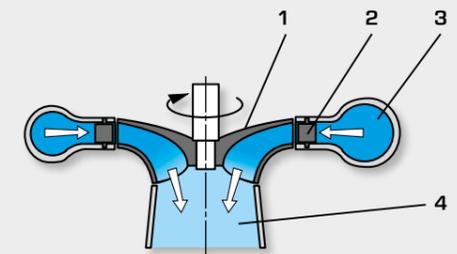


Dans la turbine Pelton, la conversion de l'énergie de pression de l'eau en énergie cinétique s'effectue entièrement dans le distributeur. Étant donné que le différentiel de pression total disparaît seulement dans la buse, la pression à l'intérieur du rotor reste constante. Pour réguler la puissance de la turbine, on ajuste la section de la buse.



HM 365.31 Turbine Pelton et turbine Francis

### Turbine à réaction (turbine Francis)



Les sections d'écoulement changent. Accélération du jet d'eau dans l'aube directrice et l'aube mobile



Dans la turbine Francis, la conversion de l'énergie de pression de l'eau en énergie cinétique s'effectue dans le distributeur et dans le rotor. La pression à l'entrée du rotor est supérieure à la pression à la sortie du rotor. Pour réguler la puissance de la turbine, on ajuste les aubes directrices.



# GUNT-FEMLine Cours sur les moteurs à combustion interne

Les moteurs à combustion interne font partie des machines motrices thermiques. Les moteurs à combustion interne sont utilisés pour l'entraînement des véhicules ferroviaires et automobiles, avions et bateaux ou celui de machines stationnaires.

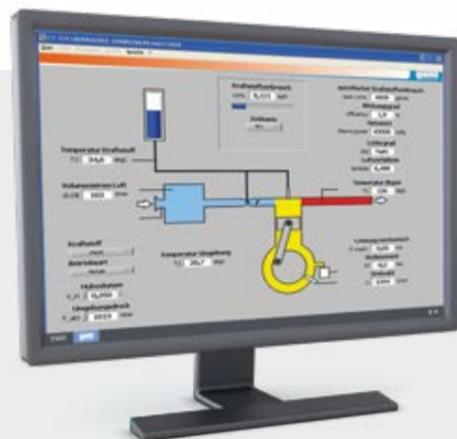
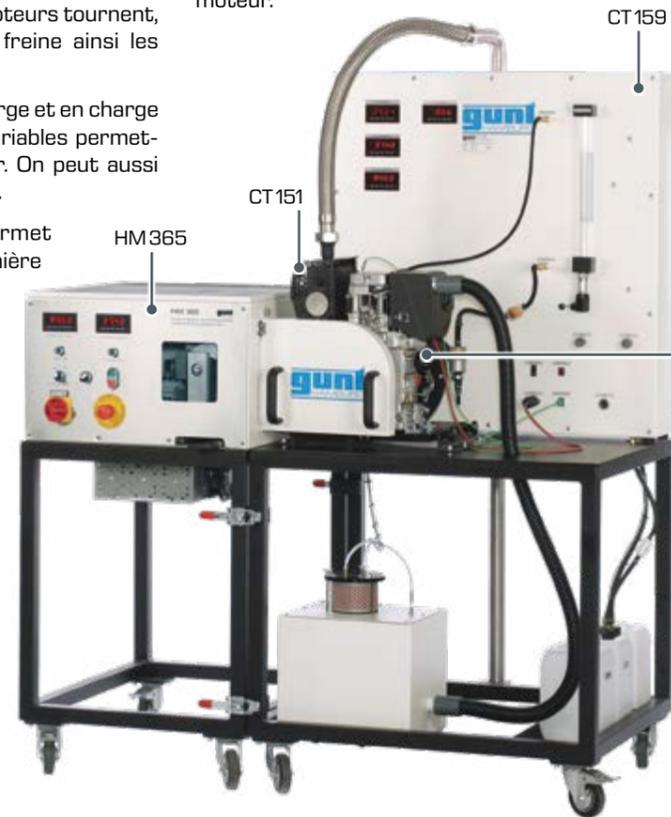
GUNT-FEMLine propose quatre moteurs à combustion interne différents sur une plage de puissance de 2,2kW max.: des moteurs diesel et à essence à 4 temps à compression variable ainsi qu'un moteur à essence à 2 temps. Les moteurs sont alimentés en air et en carburant par le banc de test modulaire CT159. Les gaz d'échappement sont évacués vers l'extérieur par l'intermédiaire de flexibles. Les moteurs sont reliés par une courroie trapézoïdale au dispositif de freinage et d'entraînement universel HM 365. Le HM 365 est utilisé dans un premier temps pour démarrer les moteurs. Pendant que les moteurs tournent, le HM 365 travaille en mode générateur et freine ainsi les moteurs.

Les moteurs peuvent être étudiés en pleine charge et en charge partielle. La charge et la vitesse de rotation variables permettent de déterminer la cartographie du moteur. On peut aussi étudier l'action combinée du frein et du moteur.

Le **système d'indication électronique** permet d'appréhender de manière approfondie la manière dont fonctionne un moteur. Des capteurs de pression spéciaux enregistrent la pression dans la chambre de cylindre. Ces données fournissent des informations importantes sur le processus de combustion du moteur.

Dans l'industrie, des systèmes d'indication sont utilisés pour l'optimisation du processus de combustion. Le diagramme d'indicateur est établi à partir des données.

On distingue les différents temps grâce au système d'indication. Le processus d'allumage ou le retard à l'allumage ainsi que l'échange de gaz peuvent être étudiés. On peut simuler un remorquage sans allumage pendant que l'on étudie les processus se déroulant dans la chambre interne de cylindre. Les comportements de marche à vide des moteurs diesel ou de ceux à essence peuvent être comparés les uns aux autres. Le système d'indication permet d'obtenir une analyse thermodynamique du moteur.



### Logiciel GUNT moderne sous Windows avec fonctions de visualisation très complètes:

- schémas de processus pour tous les moteurs avec affichage en temps réel de toutes les grandeurs mesurées et calculées
- possibilité d'afficher jusqu'à 4 caractéristiques en même temps
- représentation des caractéristiques: affectation au choix des axes du diagramme
- enregistrement des données de mesure
- quatre langues au choix
- raccord facile au PC par connexion USB

### HM 365 + CT 159 + moteur de test (CT 150 – CT 153) avec acquisition des données sur un PC

- caractéristique en pleine charge et en charge partielle
- détermination des pertes par frottement dans le moteur
- comparaison entre le moteur diesel et le moteur à essence
- comparaison entre le moteur à deux temps et le moteur à quatre temps
- moteur à essence à quatre temps avec compression variable

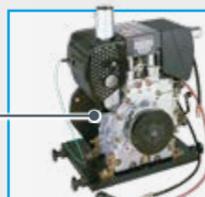
### Élargissement du spectre des essais par

- analyse de gaz d'échappement avec le CT 159.02 et/ou
- indicateur électronique avec acquisition des données sur PC avec le CT 159.01 + capteur de pression spécifique au moteur avec capteur PMH (CT 159.03, CT 159.04 ou CT 159.05)
- diagramme p,V
- diagramme p,t
- évolution de la pression en cas d'échange de gaz
- détermination de la puissance indiquée
- détermination du rendement mécanique



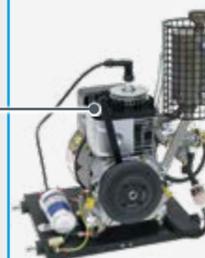
#### CT 150 Moteur essence quatre temps

Moteur à essence à quatre temps monocylindre refroidi par air avec formation externe du mélange



#### CT 151 Moteur diesel quatre temps

Moteur diesel à quatre temps monocylindre refroidi par air avec injection directe



#### CT 152 Moteur essence quatre temps à compression variable

Moteur à essence à quatre temps monocylindre refroidi par air:

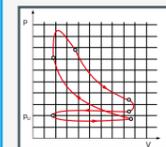
- taux de compression variables, ajustables par la modification de la géométrie de la chambre de chauffe
- réglage d'allumage et un gicleur d'alimentation réglable



#### CT 153 Moteur essence deux temps

Moteur à essence à deux temps monocylindre refroidi par air avec carburateur à diaphragme

CT 159.03  
Capteur de pression et capteur PMH



CT 159.04  
Capteur de pression et capteur PMH

#### CT 159.01 Système d'indication électronique

Mesures de pression dans la chambre de cylindre d'un moteur à combustion interne

#### CT 159.02 Analyseur de gaz d'échappement

Mesure de la composition des gaz d'échappement (CO, CO<sub>2</sub>, HC, O<sub>2</sub>), du coefficient d'air λ et de la température de l'huile du moteur.

CT 159.03  
Capteur de pression et capteur PMH

CT 159.05  
Capteur de pression et capteur PMH

# GUNT-FEMLine Cours sur la technique des installations

Une installation est composée de plusieurs composants techniques adaptés les uns aux autres, p. ex. des machines, instruments, robinetteries et éléments de raccordement. L'association des composants doit remplir une fonction bien définie. Les composants sont fonctionnels, et reliés entre eux par des techniques de commande ou de sécurité.

Lors du dimensionnement d'une installation, ses composants doivent être adaptés les uns aux autres. Il faut tenir compte des interactions susceptibles de se produire entre les composants, afin d'obtenir un système global qui soit fonctionnel.

Le cours sur la technique des installations présente trois installations dont les fonctions sont très différentes: une **installation frigorifique à compression**, une **installation de production d'air comprimé** ainsi qu'une **centrale thermique à vapeur**. Le module de base HM 365 est requis pour le fonctionnement de ces installations.

Les installations d'essai reproduisent des installations réelles à l'échelle du laboratoire. Cela rend possible la réalisation d'un spectre d'essais étendu avec des résultats reproductibles et

permet de transmettre des savoirs qui s'approchent au plus près de la réalité.

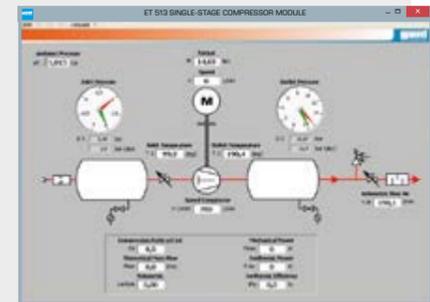
Chaque appareil de la série GUNT-FEMLine est fourni avec un logiciel adapté sur mesure aux besoins du banc d'essai. Les données de mesure sont transmises au PC par le biais d'une interface USB. Le logiciel permet d'obtenir une représentation claire des données de mesure sur le PC. Il est possible d'enregistrer et de sauvegarder des intervalles de temps.

Vous trouverez des informations complémentaires sur ce cours dans les fiches techniques des appareils aux chapitres 3 et 4.



## Installation de production d'air comprimé: ET 513 Compresseur à piston à un étage

- principe de fonctionnement d'un compresseur à piston
- mesure de débit volumétrique et pressions
- mesure de puissance
- détermination du rendement
- enregistrement de la courbe caractéristique du compresseur
- détermination de la débit volumétrique d'aspiration et du rendement volumétrique



- Affichage dans le logiciel:
- pressions
  - débit d'air
  - vitesse de rotation du compresseur
  - températures
  - rendement volumétrique et rendement isotherme

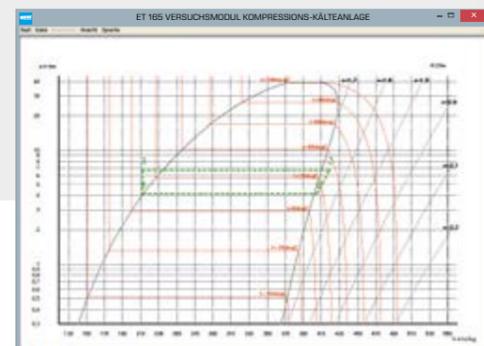
HM 365 Dispositif de freinage et d'entraînement universel ET 513 Compresseur à piston à un étage

## Installation frigorifique à compression: ET 165 Installation frigorifique avec compresseur ouvert

- principe de fonctionnement d'une installation frigorifique à compression
- compresseur ouvert avec une vitesse de rotation variable
- mesure de la puissance motrice mécanique
- détermination du rendement du compresseur
- influence de la puissance de refoulement du compresseur sur le circuit frigorifique



HM 365 Dispositif de freinage et d'entraînement universel ET 165 Installation frigorifique avec compresseur ouvert



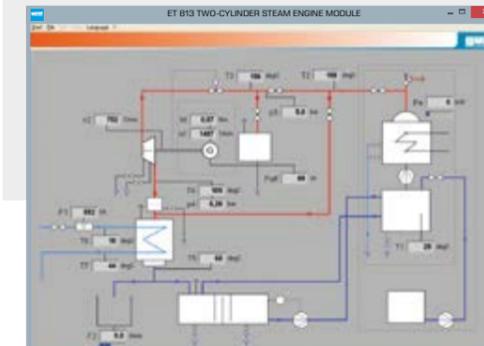
Édition par le logiciel: représentation du cycle thermodynamique sur le diagramme log p,h

## Centrale thermique à vapeur: ET 813 Machine à vapeur à deux cylindres et ET 813.01 Générateur de vapeur électrique

- principe de fonctionnement d'une machine à vapeur à piston
- cycle d'une centrale thermique à vapeur
- mesure de la puissance
- établissement de bilans énergétiques
- détermination du rendement
- générateur de vapeur électrique: rapidement opérationnel, entièrement automatique, fiable, pas de gaz d'échappement, absence de combustibles
- exempt d'homologation et de surveillance (zone d'application de l'Union Européenne)



HM 365 Dispositif de freinage et d'entraînement universel ET 813 Machine à vapeur à deux cylindres ET 813.01 Générateur de vapeur électrique

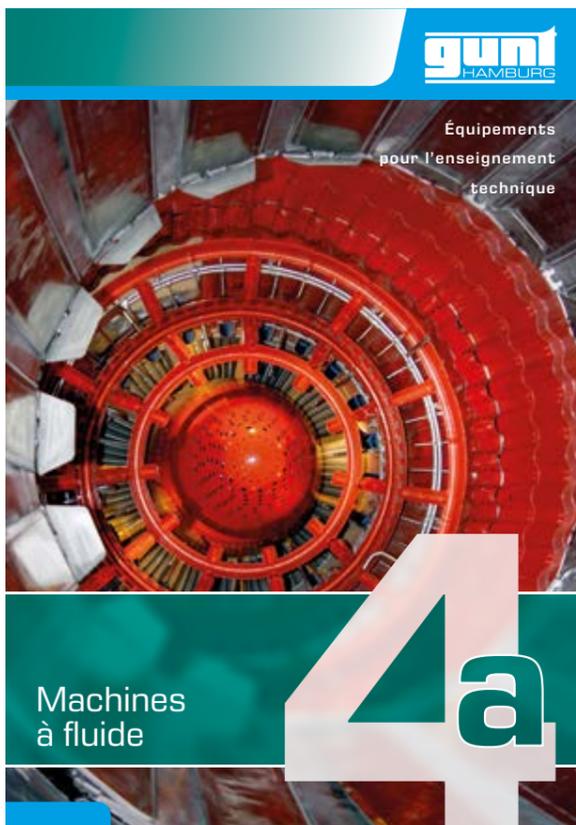


- Représentation des données dans le logiciel:
- températures
  - pression et différentiels de pression
  - vitesse de rotation de la machine à vapeur
  - puissance mécanique et puissance électrique

## Séries d'appareils du programme GUNT

Les principes de base et les applications pratiques des machines à fluide sont traités dans le catalogue 4a. Le dernier chapitre donne une vue d'ensemble des séries d'appareils de la gamme de produits des machines à fluide.

### Catalogue 4a



#### Equipment series

##### Labline

Un exemple de la série labline:  
HM280 Essais sur un ventilateur radial



##### FEMLine

Module de base HM365 Dispositif de freinage et d'entraînement universel (à gauche)  
HM365.10 Unité d'alimentation pour pompes à eau (à droite, avec pompe)



#### GUNT a développé les séries d'appareils avec deux buts à l'esprit:

- d'un côté une série couvre une thématique de manière intégrale
- de l'autre côté des connaissances détaillées essentielles sur les différents aspects et exigences de la thématique sont proposées

#### Comment les séries d'appareils de GUNT atteignent-elles cet objectif?

- une thématique définie pour une série
- avec des accents thématiques et des problématiques
- des appareils d'essai et des accessoires sont développés à cet effet
- les différents dispositifs d'une série sont liés entre elles par la thématique

#### C'est pourquoi chaque appareil d'essai

- traite un sujet particulier et ses problématiques
- forme une unité complète

#### Avantages des séries:

- une compréhension approfondie de la thématique avec des connaissances détaillées
- comparaison des résultats des essais des différents dispositifs d'une série
- indépendant de la configuration des locaux, le fonctionnement de la dispositif est assuré au moyen d'un système autonome
- on peut choisir et associer les appareils d'essai que l'on veut
- en cas d'extension ultérieure du laboratoire, on peut continuer à compléter régulièrement les séries

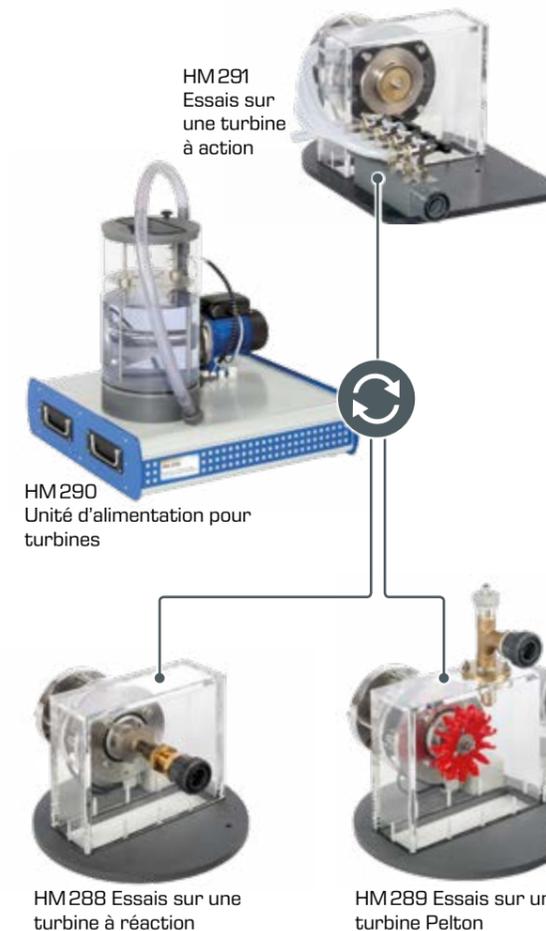
#### Labline et FEMLine

Pourquoi GUNT a-t-elle dans son programme DEUX séries sur la thématique des machines à fluide? Les concepts des deux séries mettent l'accent sur des points très différents:

##### Labline

- appareils d'essai petits et maniables
- transport facile
- boîtier transparent
- un même appareil peut être utilisé en amphi ou en salle de cours à des fins de démonstration, ou en laboratoire pour la réalisation d'essais
- la taille compacte des appareils d'essai et leur prix abordable permettent d'équiper un laboratoire avec un grand nombre de postes de travail pour les essais

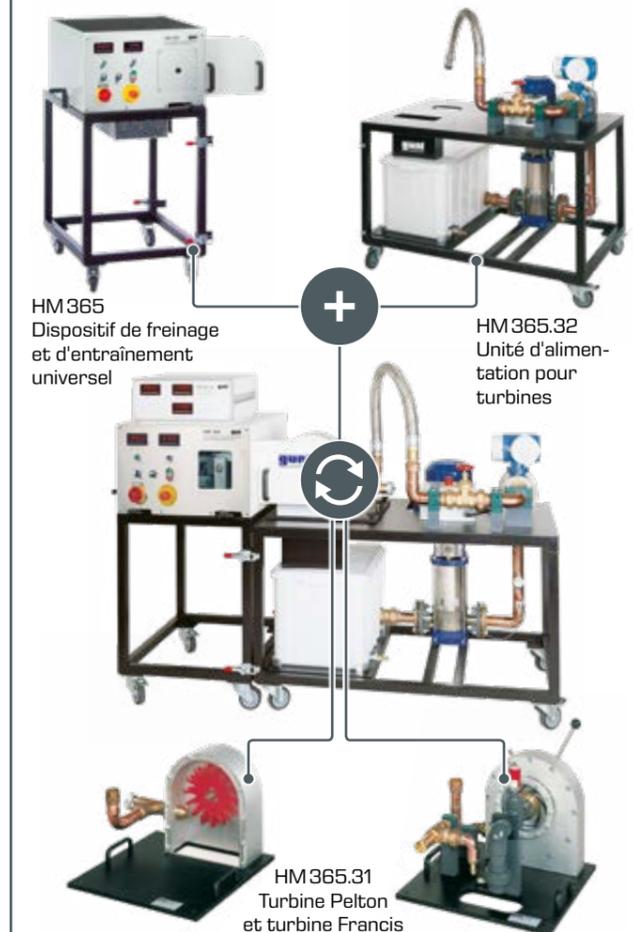
##### Turbines de la série Labline



##### FEMLine

- les appareils d'essai de la série FEMLine ont des dimensions beaucoup plus importantes
- ils sont en lien étroit avec la pratique car ils intègrent des machines à fluide réelles
- spectre d'essais très varié
- une thématique est couverte intégralement par un spectre d'essais très complet et approfondi utilisant des composants industriels

##### Turbines de la série FEMLine



Possibilités d'association de l'appareil de base avec différents appareils d'essai

## Le programme complet GUNT



### Mécanique appliquée et conception mécanique

- statique
- résistance des matériaux
- dynamique
- dynamique des machines
- conception mécanique
- essai des matériaux



### Mécatronique

- dessin industriel
- modèles en coupe
- métrologie
- technique d'assemblage et d'ajustage
- techniques de production
- kits d'assemblage
- maintenance
- diagnostic de machines
- automatisation et conduit de procédés



### Génie thermique et énergie

- principes de base de la thermodynamique
- applications thermodynamiques en CVC
- énergies renouvelables
- machines à fluide thermiques
- génie frigorifique et génie climatique



### Mécanique des fluides

- écoulement stationnaire
- écoulement non stationnaire
- écoulements autour de corps
- machines à fluide
- éléments de construction de tuyauteries et d'installations industrielles
- génie hydraulique



### Génie de procédés

- génie des procédés mécaniques
- génie des procédés thermiques
- génie des procédés chimiques
- génie des procédés biologiques
- traitement de l'eau



### 2E Energy & environnement

- | Energy  | Environnement |
|---|---------------|
| ■ énergie solaire                             | ■ eau         |
| ■ énergie hydraulique et énergie marine       | ■ air         |
| ■ énergie éolienne                            | ■ sol         |
| ■ biomasse                                    | ■ déchets     |
| ■ géothermie                                  |               |
| ■ systèmes énergétiques                       |               |
| ■ efficacité énergétique en génie du bâtiment |               |



**G. Systemes Didactiques E.** s.a.r.l.  
Équipement pour l'enseignement expérimental, scientifique et technique  
[www.systemes-didactiques.fr](http://www.systemes-didactiques.fr)

GSDE 181 rue Franz Liszt  
F 73000 CHAMBERY  
Tél : 04 56 42 80 70 Fax : 04 56 42 80 71  
[xavier.granjon@systemes-didactiques.fr](mailto:xavier.granjon@systemes-didactiques.fr)

Génie Mécanique, Génie Thermique, Génie des Procédés, Mécaniques des fluides, Physique, Chimie, Modèles anatomiques et végétaux, Microscopes, SVT, Génie électrique, Automatismes, Régulation, Télécommunications, Énergies renouvelables, Solaire, Piles à Hydrogène, Mobilier