



## Série d'appareil WL 110

# Essais sur les principes de base du transfert de chaleur

- différents échangeurs de chaleur
- composantes pratiques
- fonctionnement via l'écran tactile

# Table des matières

## Enseignement pratique pour l'ingénierie – avec les fonctionnalités SMART de GUNT



Grâce à un routeur intégré, l'unité expérimentale peut également être exploitée et contrôlée par un terminal. L'interface utilisateur peut être commandée et exploitée par un dispositif terminal et l'interface utilisateur peut être affichée sur 10 terminaux au maximum („screen mirroring“).



Pour suivre les essais, il est possible d'utiliser simultanément jusqu'à 10 postes de travail externes via le réseau local au moyen d'une connexion LAN.



L'interface utilisateur intuitive guide les essais et permet de commander les appareils d'essai par écran tactile.



L'unité d'alimentation identifie l'accessoire respectif grâce à une interface RFID électronique sans contact, sélectionne automatiquement le logiciel approprié dans l'API et effectue la configuration automatique du système.



Les valeurs mesurées et les captures d'écran sont enregistrées et permettent une évaluation externe, par exemple avec MS Excel.



L'apprentissage en ligne de GUNT offre une vaste gamme de matériel éducatif multimédia en ligne pour les expériences de laboratoire, soutenant ainsi la formation technique et les études d'ingénierie.



### Structure des séries d'appareils WL 110

WL 110  
**Unité d'alimentation pour échangeurs de chaleur**  
 WL 110.01 – WL 110.05  
**Les différents types d'échangeurs de chaleur**  
 WL 110.20  
**Générateur d'eau froide**

### Connaissances de base

### Géométries d'écoulement dans l'échangeur de chaleur

### Échangeurs de chaleur

WL 110.01  
**Échangeur de chaleur coaxial**  
 WL 110.02  
**Échangeur de chaleur à plaques**  
 WL 110.03  
**Échangeur de chaleur à faisceau tubulaire**  
 WL 110.04  
**Réservoir agitateur avec double enveloppe et serpentín**  
 WL 110.05  
**Échangeur de chaleur tube à ailettes**

### Commande et acquisition des données

**Essais réels – médias numériques**  
**API intégrée avec écran tactile**

### E-Learning

**Bases théoriques du transfert de chaleur**

# Structure des séries d'appareils WL 110



**WL 110**  
**Unité d'alimentation pour échangeurs de chaleur**

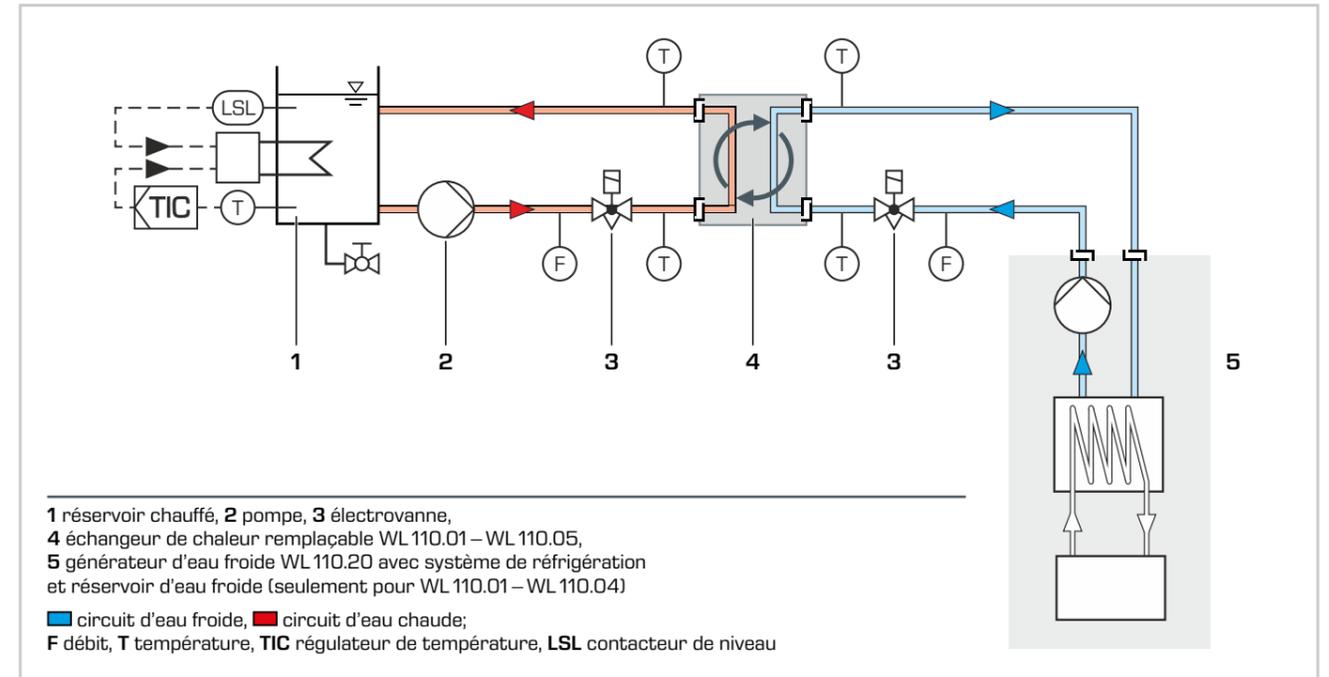
L'unité d'alimentation produit de l'eau chaude. Toutes les valeurs mesurées sont affichées sur l'écran tactile de l'appareil et peuvent être transmises via une connexion LAN/WLAN.

**WL 110.20**  
**Générateur d'eau froide**

Le générateur d'eau froide permet de faire fonctionner les échangeurs de chaleur dans les conditions qui conviennent pour les essais.



- reconnaissance automatique des accessoires via la technologie RFID
- technologie permettant d'économiser l'énergie et l'eau, conception permettant de gagner de l'espace



Sur le produit:



**WL 110.01**  
**Échangeur de chaleur coaxial**

- conception simple
- le tube extérieur transparent offre un espace d'écoulement visible
- possibilité de fonctionnement en courant parallèle ou en contre-courant



**WL 110.02**  
**Échangeur de chaleur à plaques**

- conception compacte
- possibilité de fonctionnement en courant parallèle ou en contre-courant



**WL 110.03**  
**Échangeur de chaleur à faisceau tubulaire**

- tube à enveloppe transparente
- écoulement des médias en courant croisé parallèle et en contre-courant croisé



**WL 110.04**  
**Réservoir agitateur avec double enveloppe et serpentín**

- chauffage via l'enveloppe ou via le serpentín
- agitateur permettant un meilleur mélange du fluide



**WL 110.05**  
**Échangeur de chaleur tube à ailettes**

- transfert de chaleur entre l'eau et l'air; fonctionnement à courant croisé
- augmentation de la surface de transfert de chaleur grâce aux ailettes sur les tuyaux

## Connaissances de base Géométries d'écoulement dans l'échangeur de chaleur

Les échangeurs de chaleur sont utilisés pour chauffer, refroidir, évaporer ou condenser des fluides qui sont à différentes températures. Leur fonction principale consiste à transférer l'énergie thermique d'un fluide ayant un niveau de température plus élevé vers un fluide ayant un niveau de température plus bas.

Conformément au deuxième principe de la thermodynamique, le transport de chaleur s'effectue toujours du fluide ayant la température la plus élevée vers le fluide ayant la température la plus basse.

La géométrie d'écoulement à l'intérieur de l'appareil peut diverger en fonction de la construction de l'échangeur de chaleur. Cependant, les deux flux de fluide ne sont jamais mélangés, seul un transfert de chaleur a lieu entre les deux.

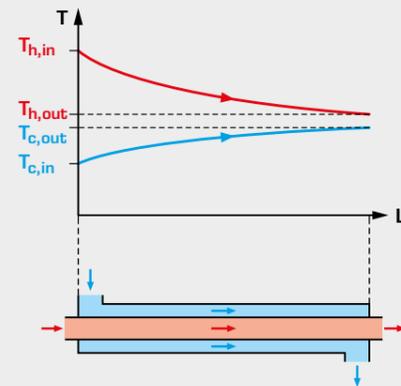
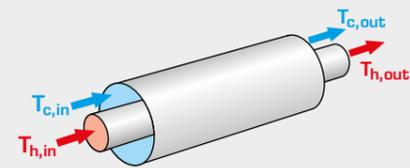
Les géométries d'écoulement possibles sont les suivantes: écoulements à contre-courant, à courant parallèle, croisés ou association des écoulements mentionnés.

Afin de profiter au mieux des avantages présentés par les différentes géométries d'écoulement, on les utilise souvent en association. Ainsi, pour la thermostatisation rapide et fiable de grandes quantités de produits chimiques agressifs, on utilise par ex. un échangeur de chaleur à faisceaux tubulaires en mode à contre-courant croisé. Les échangeurs de chaleur à plaques fonctionnant à contre-courant sont souvent utilisés lorsque l'on a besoin d'une forme de construction compacte.

Accès en ligne aux cours E-Learning:



### Fonctionnement à courant parallèle



Profils de température en **fonctionnement à courant parallèle** d'un échangeur de chaleur coaxial

Lorsque l'échangeur de chaleur fonctionne à **courant parallèle**, les deux fluides s'écoulent dans la même direction et entrent dans l'échangeur de chaleur au même endroit.

La température de sortie du côté froid peut atteindre au maximum la température de sortie du côté chaud.

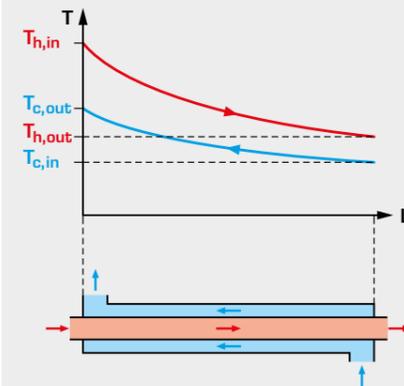
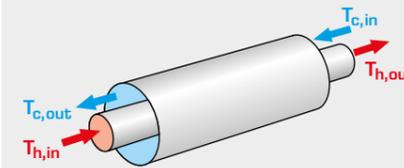


WL 110.01  
Échangeur de chaleur coaxial



WL 110.02  
Échangeur de chaleur à plaques

### Fonctionnement à contre-courant



Profils de température en **fonctionnement à contre-courant** d'un échangeur de chaleur coaxial

En fonctionnement à **contre-courant**, deux fluides s'écoulent dans des directions opposées sans se toucher. Le lieu d'entrée du premier fluide correspond au lieu de sortie du second fluide.

Lorsque l'échangeur de chaleur est très bien conçu, il est possible que la température de sortie soit plus élevée du côté froid que la température de sortie du côté chaud.

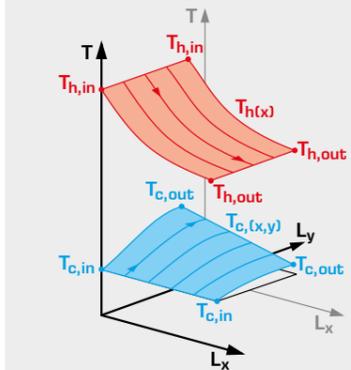
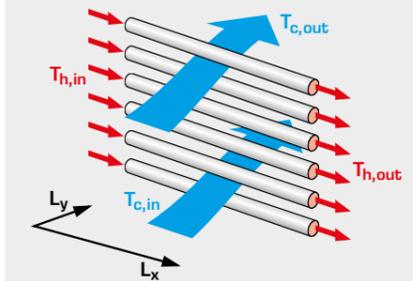


WL 110.01  
Échangeur de chaleur coaxial



WL 110.02  
Échangeur de chaleur à plaques

### Fonctionnement à courants croisés



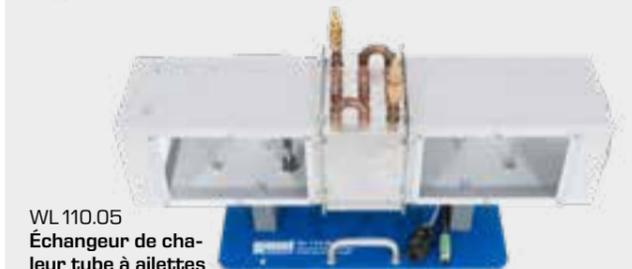
Profil de température pour une seule rangée de tubes avec **courants croisés** mélangés d'un côté

En fonctionnement à **courants croisés**, les directions des fluides se croisent.

Le fonctionnement à courants croisés est surtout utilisé pour assurer la thermostatisation exacte de produits sensibles à la température.



WL 110.03  
Échangeur de chaleur à faisceau tubulaire



WL 110.05  
Échangeur de chaleur tube à ailettes

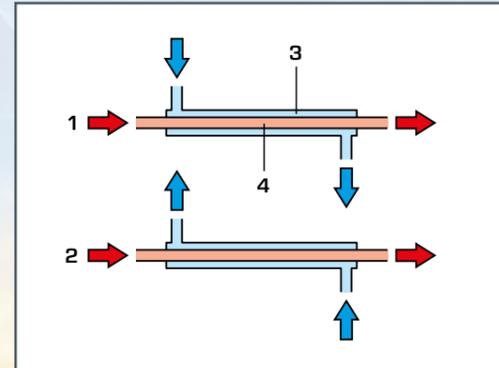
**WL 110.01**
**Échangeur de chaleur coaxial**

Les échangeurs de chaleur coaxiaux constituent le type le plus simple d'échangeurs de chaleur. Ils sont utilisés avant tout pour transférer de la chaleur en présence de différences de pression importantes ou entre fluides hautement visqueux. Ils présentent l'avantage d'offrir un écoulement uniforme sans zone morte à travers l'espace du tube.

L'eau chaude est transportée par le tube central (intérieur) et l'eau froide passe par le tube d'enveloppe (extérieur). En circulant, l'eau chaude libère de manière continue une partie de son énergie thermique à l'eau froide.

Deux capteurs de température supplémentaires sont installés sur l'échangeur de chaleur coaxial; ils servent à mesurer la température à mi-parcours du transfert.

Sur le produit:



- 1 fonctionnement à courant parallèle,
  - 2 fonctionnement à contre-courant,
  - 3 tube extérieur avec eau froide,
  - 4 tube intérieur avec eau chaude
- côté eau froide, ■ côté eau chaude



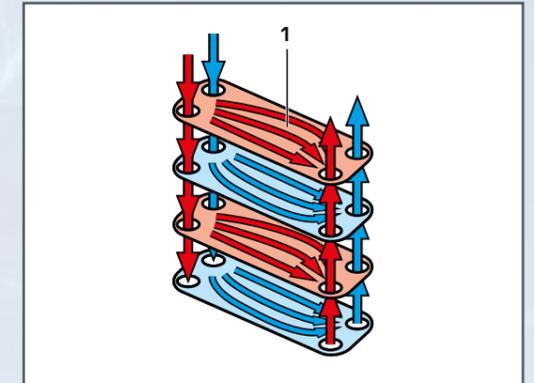
<b>Contenus didactiques et essais</b>	
■	fonction et comportement en fonctionnement d'un échangeur de chaleur coaxial
■	enregistrement des profils de température <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ en fonctionnement à courant parallèle</li> <li>▶ en fonctionnement à contre-courant</li> </ul>
■	détermination du coefficient global moyen de transfert de chaleur
■	comparaison avec les autres types d'échangeurs de chaleur


**WL 110.02**
**Échangeur de chaleur à plaques**

Les échangeurs de chaleur à plaques se distinguent avant tout par leur forme compacte, sur laquelle l'intégralité du matériau est utilisée pour le transfert de chaleur. Ce qui présente l'avantage de réduire la taille de la surface de transfert de chaleur.

L'échangeur de chaleur à plaques est constitué de plusieurs plaques profilées. En reliant ces plaques entre elles, on obtient deux conduits séparés hermétiquement l'un de l'autre. Un conduit chaud et un conduit froid se succèdent dans le dispositif. Les plaques profilées assurent le brassage de l'eau et améliorent le transfert de chaleur.

Sur le produit:



- 1 plaque avec profil incrusté
- côté eau froide, ■ côté eau chaude



<b>Contenus didactiques et essais</b>	
■	fonction et comportement en fonctionnement d'un échangeur de chaleur à plaques
■	enregistrement des profils de température <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ en fonctionnement à parallèle courant</li> <li>▶ en fonctionnement à contre-courant</li> </ul>
■	détermination du coefficient global moyen de transfert de chaleur
■	comparaison avec les autres types d'échangeurs de chaleur

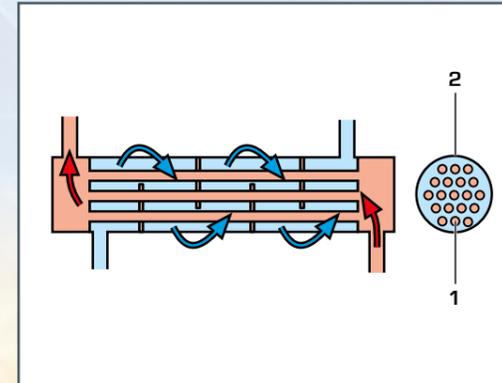


**WL 110.03**
**Échangeur de chaleur à faisceau tubulaire**

Les échangeurs de chaleur à faisceau tubulaire se distinguent par leur grande surface de transfert de chaleur et leur forme compacte.

L'échangeur de chaleur à faisceau tubulaire est constitué de sept tubes centraux entourés d'un tube d'enveloppe transparent. L'eau chaude s'écoule à travers les tubes centraux, et l'eau froide à travers le tube d'enveloppe. En circulant, l'eau chaude libère une partie de son énergie thermique à l'eau froide. Des chicanes dévient l'écoulement à l'intérieur de l'enveloppe de manière à générer une turbulence plus forte et donc un transfert de chaleur plus intense. Les fluides s'écoulent en continu en courant croisé parallèle et en contre-courant croisé.

Sur le produit:



1 tube central, 2 tube d'enveloppe  
 ■ côté eau froide, ■ côté eau chaude


**Contenus didactiques et essais**

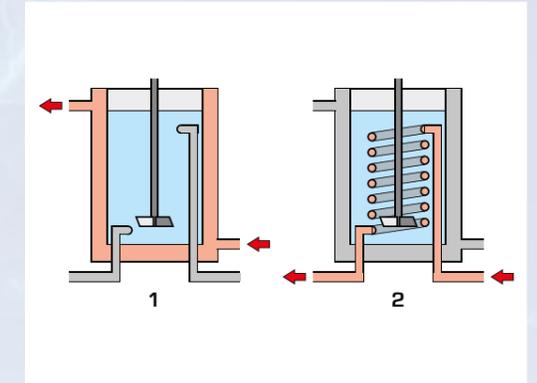
- fonction et comportement en fonctionnement d'un échangeur de chaleur à faisceau tubulaire
- enregistrement des profils de température
  - ▶ à courant croisé parallèle
  - ▶ à contre-courant croisé
- détermination du coefficient global moyen de transfert de chaleur
- comparaison avec les autres types d'échangeurs de chaleur


**WL 110.04**
**Réservoir agitateur avec double enveloppe et serpentín**

De nombreux processus de génie des procédés utilisent des mélangeurs de conception simple. Ils sont équipés d'une double enveloppe ou d'un serpentín servant au refroidissement ou au chauffage. Afin d'optimiser le mélange du contenu du récipient et d'assurer une répartition homogène de la température, on utilise des agitateurs.

L'échangeur de chaleur à double enveloppe est constitué d'un réservoir entouré d'une enveloppe. Un serpentín se trouve dans le réservoir. En mode "chauffage avec l'enveloppe", l'eau chaude s'écoule à travers l'enveloppe et libère alors une partie de son énergie thermique à l'eau froide du réservoir. En mode "chauffage avec le serpentín", l'eau chaude s'écoule à travers le serpentín et réchauffe alors l'eau froide du réservoir. L'utilisation d'un agitateur est possible dans tous les modes de fonctionnement.

Sur le produit:



1 chauffage via l'enveloppe, 2 chauffage via le serpentín  
 ■ côté eau froide, ■ côté eau chaude


**Contenus didactiques et essais**

- fonction et comportement en fonctionnement d'un échangeur de chaleur à double enveloppe
- enregistrement les intervalles de temps:
  - ▶ mode de fonctionnement chauffage par double enveloppe
  - ▶ mode de fonctionnement chauffage par serpentín
  - ▶ influence d'un agitateur
- comparaison avec d'autres types d'échangeurs de chaleur

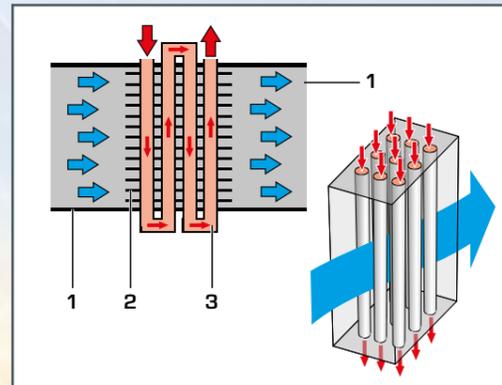


# WL 110.05

## Échangeur de chaleur tube à ailettes

La surface de transfert de chaleur d'un échangeur de chaleur peut être augmentée efficacement en le munissant d'ailettes. Ce principe d'échangeur de chaleur à ailettes est avant tout utilisé pour refroidir ou réchauffer un circuit fermé dans l'air ambiant.

L'échangeur de chaleur tube à ailettes se compose d'un profil en caisson permettant le passage de l'air, qui est traversé plusieurs fois par la section de tuyau transportant l'eau chaude. Il en résulte un courant croisé des fluides caloporteurs. L'eau chaude libère une partie de son énergie thermique dans l'air. Pour accroître la surface de transfert de chaleur, la section de tuyau est munie d'ailettes.



1 conduit d'air, 2 ailettes, 3 section de tuyau d'eau,   
 ■ air froid, ■ section de tuyau avec eau chaude

Sur le produit:



- Contenus didactiques et essais**
- fonction et comportement en fonctionnement d'un échangeur de chaleur à ailettes
  - transfert de chaleur entre l'eau et l'air; fonctionnement en courant croisé
  - enregistrement des profils de température
  - détermination du coefficient global de transfert de chaleur
  - comparaison avec d'autres types d'échangeurs de chaleur

### Changement d'accessoire facile – reconnaissance automatique des accessoires



1. Déposer les raccords de tuyaux sur l'échangeur de chaleur à faisceau tubulaire.



2. Retirer l'accessoire et le remettre en place sans outils, positionner l'échangeur de chaleur tube à ailettes sur la surface de travail de l'unité d'alimentation.



La technologie RFID est utilisée pour identifier automatiquement les accessoires, charger le logiciel API approprié et effectuer la configuration automatique du système.



3. Réaliser le raccordement des tuyaux sur l'échangeur de chaleur tube à ailettes.



Une fois la configuration du système terminée, l'interface utilisateur est prête pour la préparation de l'essai.

### Chariot de laboratoire WP 300.09

Le chariot de laboratoire permet de stocker facilement les appareils d'essai et, si besoin, d'amener l'appareil confortablement à un autre endroit. Des accessoires comme, les vannes pour l'aération et l'évacuation de l'eau ainsi que des modes d'emploi peuvent être stockés dans trois tiroirs. Trois prises de courant escamotables sont disponibles pour l'alimentation électrique.



## Essais réels – médias numériques

Le concept d'enseignement-apprentissage numérique offre une interaction entre les essais réelles et l'enseignement numérique avec:

1. préparation
  2. exécution
  3. évaluation
- des essais.

L'unité d'alimentation WL 110 assure l'approvisionnement de base dans chaque cas. Les techniques de mesure, de commande et de régulation ainsi que les interfaces sont également fournies par l'unité d'alimentation.



Connexion à 10 terminaux mobiles via un routeur WLAN intégré

Transfert de données via LAN / WLAN pour une utilisation externe polyvalente des valeurs mesurées et des captures d'écran, p.ex. l'évaluation dans Excel

LAN / WLAN



- exécution **intuitive** des essais via l'**écran tactile** (HMI)
- commande des appareils par **API**, via l'écran tactile ou un dispositif terminal
- un routeur **WLAN** intégré pour l'exploitation et le contrôle via un dispositif terminal et pour le "**screen mirroring**" sur 10 terminaux maximum: PC, tablette, smartphone
- configuration automatique du système
- acquisition de données en interne dans l'API
- l'accès aux valeurs mesurées enregistrées est possible à partir des terminaux via WLAN avec routeur intégré / connexion LAN au réseau du client

### 1. Préparation

Préparation des essais indépendamment du lieu avec des cours d'E-Learning de GUNT ou directement sur l'appareil d'essai avec les connaissances de base en matière d'API.



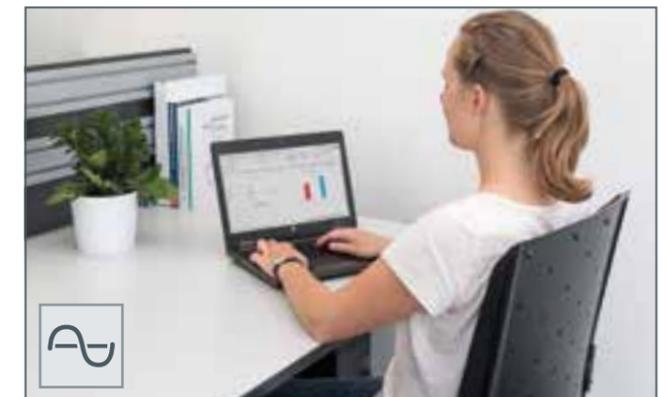
### 2. Exécution

Etude et comparaison de différents échangeurs de chaleur, guidage intuitif à travers les essais via un écran tactile.



### 3. Évaluation

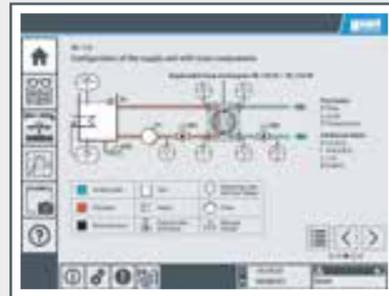
Directement sur l'appareil d'essai et via le transfert de données des valeurs de mesure et des captures d'écran, également possible indépendamment du lieu.



## API intégrée avec écran tactile

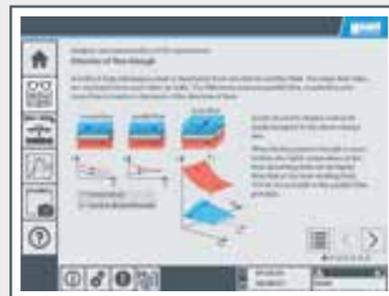
Le fonctionnement et la commande d'unité d'alimentation WL 110 et des échangeurs de chaleur WL 110.01 – WL 110.05 s'effectuent par l'intermédiaire d'API intégrée avec écran tactile. Un dispositif terminal peut également prendre le relais grâce à

la fonction WLAN intégrée. Jusqu'à 10 terminaux (PC, tablette, smartphone) peuvent suivre les essais via "screen mirroring".



### Vue d'ensemble

unité d'alimentation WL 110 et les échangeurs de chaleur disponibles WL 110.01 – WL 110.05 avec une description détaillée et des informations sur la montage



### Connaissances de base

- bases théoriques étendues sur le transfert de chaleur et les flux thermiques
- évaluation et interprétation des essais
- dépendances du transfert de chaleur
- conception des échangeurs de chaleur



### Préparation de l'essai

- un guide étape par étape permet de visualiser les connexions entre les différents éléments
- processus de drainage avec ventilation et vidange



### Vue d'ensemble des essais

- l'acquisition de données numériques
- affichage graphique des valeurs mesurées, p.ex. d'évolutions de température
- comparaison des flux thermiques représentés sous forme de surface, WL 110.05



Affichage des messages d'erreur



### Capture d'écran

Capture d'écran de la vue actuelle et enregistrement du fichier image sur un dispositif externe, connexion via WLAN avec routeur intégré / connexion LAN au réseau propre au client



### Enregistreur de données

- transfert des données de mesure vers un dispositif externe, connexion via WLAN avec routeur intégré / connexion LAN au réseau propre au client
- évaluation ultérieure, p.ex. en Excel

# E-Learning: Bases théoriques du transfert de chaleur

Un vaste matériel éducatif multimédia du GUNT sur les essais en laboratoire est disponible gratuitement en ligne. Cela permet

aux étudiants de se préparer spécifiquement aux essais en laboratoire sur leur lieu de travail externe.

Accès en ligne aux cours E-Learning:



- Principes de base du transfert de chaleur I
- Principes de base du transfert de chaleur II

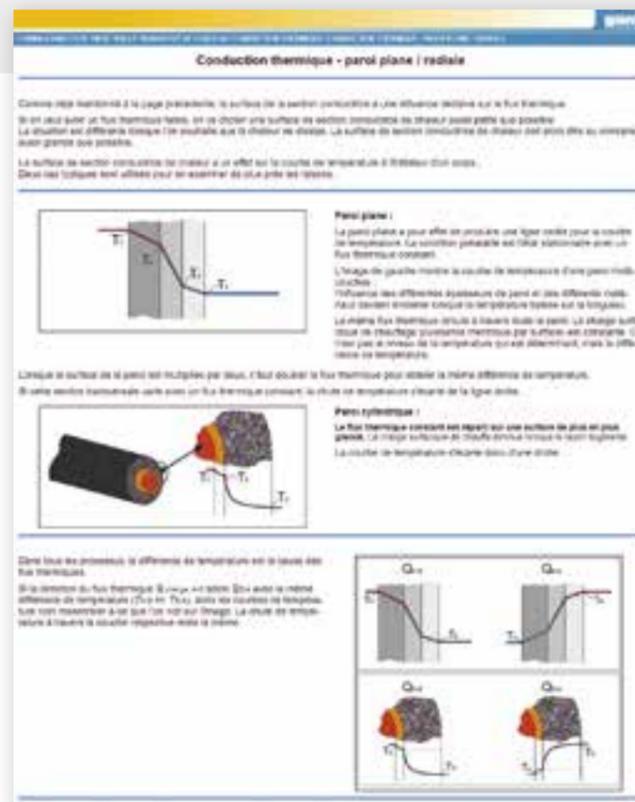


## Vos avantages en un coup d'œil

- flexibilité grâce à la détermination autonome de l'heure, de la durée et de l'endroit du suivi de l'unité d'apprentissage
- suivi discret et automatique de la progression des acquis
- possibilité de revenir autant de fois que l'on veut sur les aspects importants
- utilisation restreinte des postes de travail disponibles dans les établissements
- renforcement de la motivation par l'originalité et l'accès ludique au matériel d'apprentissage
- intégration de méthodes d'apprentissage multimédia dans le quotidien de vos étudiants

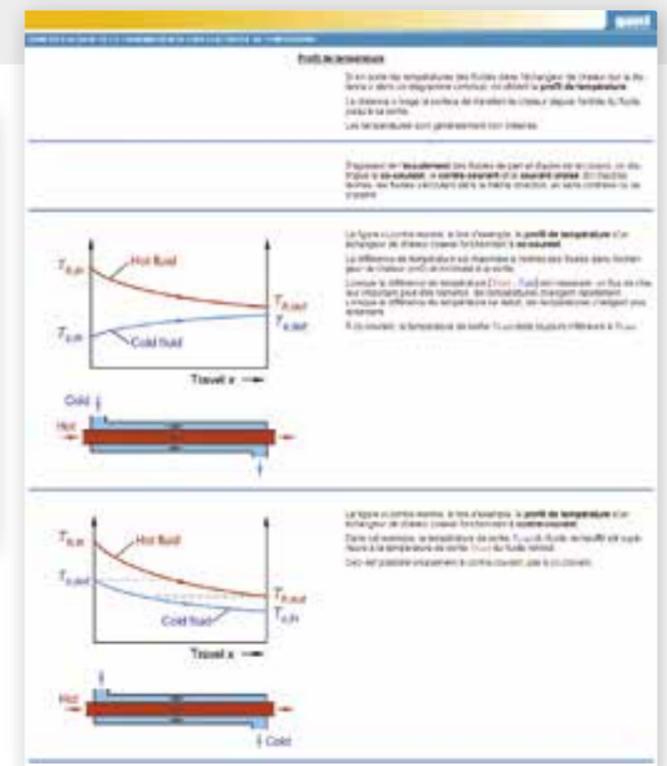
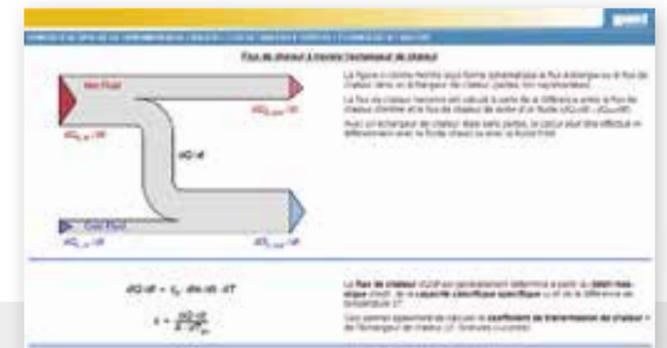
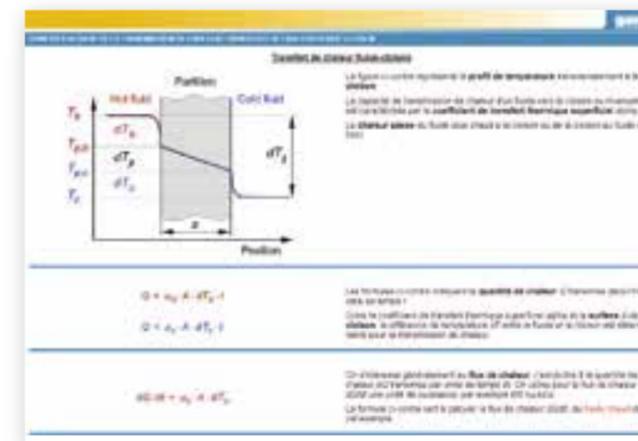
## Principes de base du transfert de chaleur I

contenu d'apprentissage du transfert de chaleur, bien pensé sur le plan didactique et préparé sur le plan médiatique



## Principes de base du transfert de chaleur II

description plus détaillée du transfert de chaleur entre le fluide et la paroi, avec des formules pour une étude approfondie



## 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
- techniques d'assemblage et d'ajustage
- techniques de production
- kits d'assemblage
- maintenance
- diagnostic de machines
- automatisation et conduite de procédés



### Génie thermique et énergie

- principes de base de la thermodynamique
- échangeurs de chaleur
- machines à fluide thermique
- moteurs à combustion interne
- génie frigorifique
- technique du bâtiment (CVCS)



### Mécanique des fluides

- écoulement stationnaire
- écoulement non stationnaire
- écoulement autour de corps
- éléments de construction de tuyauteries et d'installations industrielles
- turbomachines
- machines volumétriques
- 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 & Environment

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

## Contact

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)



Consultez notre page d'accueil  
[www.gunt.de](http://www.gunt.de)