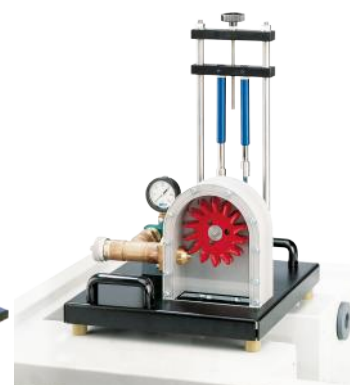


# LES ENERGIES NOUVELLES







## Valise énergie éolienne

Système complet pour enseigner les bases de l'énergie éolienne. Cette valise comprend tous les outils nécessaires pour assembler votre éolienne et analyser son efficacité.



Ventilateur

Module éolienne

Support rotatif pour étudier l'influence de la vitesse et de la direction du vent.

Module U-I

Mesure de la tension et du courant.

Rotor de Savonius

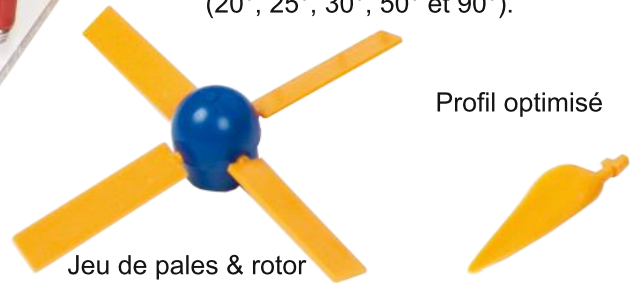
Analyse des propriétés des éoliennes à axe vertical.

Etude des éoliennes

- comparaison des profils aérodynamiques (profil pales classiques / optimisées),
- comparaison du nombre de pales (1-, 2-, 3- jusqu'à 4 pales),
- comparaison de l'angle des pales (20°, 25°, 30°, 50° et 90°).

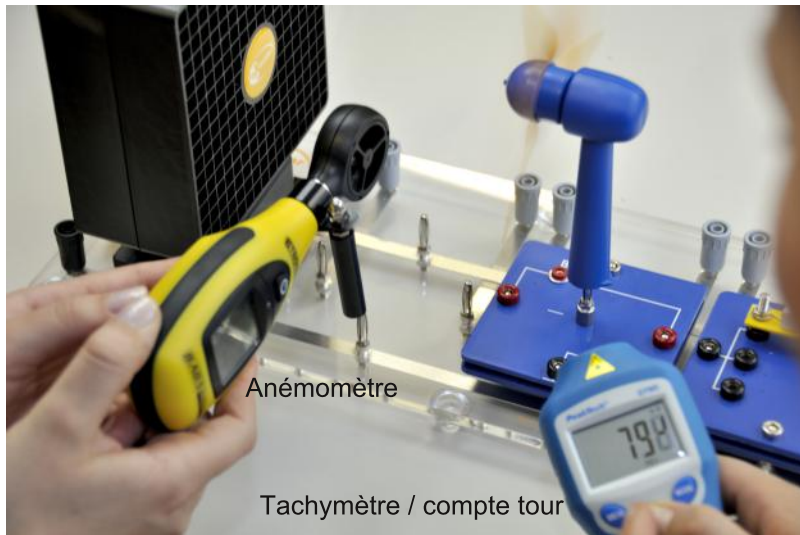


Alimentation variable permettant de modifier l'alimentation de 0 V à 12V



Jeu de pales & rotor

Profil optimisé



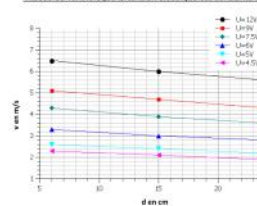
Anémomètre

Tachymètre / compte tour

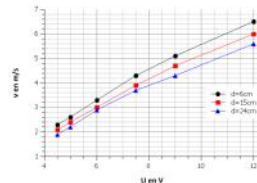
### Les courbes de référence des expériences

Les graphes suivants sont les tracés indispensables pour déterminer l'expérience, si l'anémomètre n'est pas utilisé.

Vitesse du vent lorsque la tension électrique est constante à



Vitesse du vent pour différentes positions d de l'anémomètre



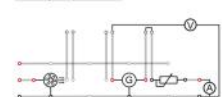
### Expérience 2.2

#### 2.2 Courbes caractéristiques et vitesse de rotation d'une éolienne

##### But

Enregistrer les caractéristiques courant-tension électriques et mesurer la vitesse de rotation du rotor éolien. Déterminer également la résistance de la charge pour laquelle la puissance maximale de l'éolienne est atteinte.

##### Montage expérimental



##### Matériel nécessaire

- Unité de base
- Module ventilateur avec alimentation (12 V)
- Module éolienne (rotor 3 pales, 25° profil optimisé)
- Module potentiomètre
- Câbles
- Voltmètre
- Ampèremètre
- Compte-tours

##### Travail à faire

- Réalisez le montage expérimental.
- Utilisez différentes valeurs de résistances de la charge électrique à l'aide des potentiomètres. Réglez d'abord la tension électrique avec le potentiomètre de valeur max 1 kΩ. Lorsque celui-ci a atteint sa valeur minimale, continuez le réglage avec le potentiomètre de valeur max 100 Ω jusqu'à ce que les deux potentiomètres soient à leurs valeurs minimales. Réduisez la tension par intervalles de 0,2 V et notez vos mesures dans le tableau.
- Relevez à chaque point de mesure la vitesse de rotation n à l'aide du compteur-tours.

Note: la valeur mesurée de la vitesse de rotation du vent doit être divisée par le nombre de pales du rotor (trois dans ce cas-ci). Il faut arrondir de façon raisonnable.

##### Mesures

n en tr/min	5100	6000	4900	4750	4600	4500	4350	4200	4100
V en V	4.1	4.0	3.8	3.6	3.4	3.2	3.0	2.8	2.6
I en mA	3.7	7.3	13.5	21.5	29.7	36.1	45.3	52.9	59.4
R en Ω	1108	648	281	167.0	114.0	86.5	66.2	52.9	43.6
P en mW	15.17	29.3	61.3	77.4	100.98	115.52	136.9	146.12	154.44

## La valise Energie Eolienne, comprend :

- Plaque unité de base et module ventilateur,
- Module Eolienne, et Rotor de Savonius,
- Jeu de pales,
- Module Potentiomètre, moteur CC avec hélice,
- Anémomètre et compte tour,
- Module de puissance, module U-I,

## Extraits du support pédagogique :

- Principes fondamentaux de l'Énergie Eolienne,
- Différents types d'éoliennes,
- Influence de la vitesse et direction du vent,
- Influence du nb de pales, forme & inclinaison,
- Analyse de la chute de tension selon les charges appliquées,
- Bilan énergétique,
- Caractéristique U-I.

Réf : EWTLE1406S



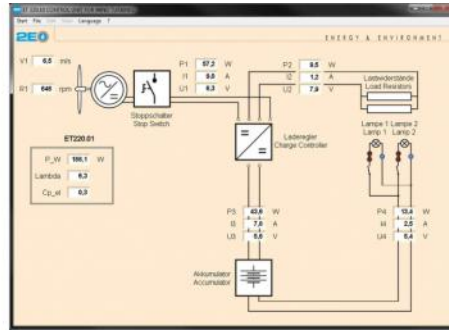
## Eolienne sur mât

Rotor Ø 1200mm, hauteur du moyeu au-dessus du sol: env. 5000mm  
 Génératrice puissance max.: 350W tension: 12VCC courant de charge max.: 30A  
 Batterie : 12VCC capacité: 65Ah  
 Encombrement Lxlxh: 10x6x6m  
 Réf : EWTGUET220.01



Réf : EWTGUET220.01

## Appareil de commande pour éolienne ET 220.01



Réf : EWTGUET220.10

Transformation de l'énergie cinétique du vent en énergie électrique.

Structure et fonction d'une éolienne en îlotage.

Bilan énergétique d'une éolienne dans des conditions de vents réels.

Logiciel d'acquisition USB.

## Eolienne avec soufflerie

Conversion de l'énergie cinétique en énergie électrique,  
 détermination du coefficient de puissance de l'éolienne en fonction de la vitesse  
 spécifique (tip speed ratio (TSR) en anglais)  
 bilan énergétique d'une éolienne et détermination du rendement d'une éolienne



Réf : EWTGUET220

## PRINCIPE DE BASE DES ÉOLIENNES

Fonctionnement d'une éolienne avec calage des pales.

Etude de la transformation de l'énergie cinétique en énergie électrique, adaptation de la puissance en modifiant la vitesse du vent.

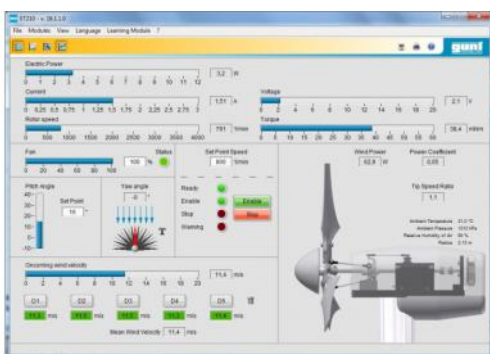
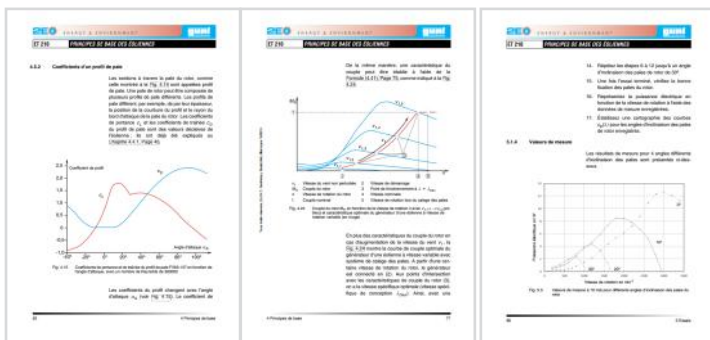
Détermination du coefficient de puissance en fonction de la vitesse spécifique et de l'angle de calage des pales.

Comparaison de différentes formes de pales.



Enregistrement des caractéristiques avec le logiciel de pilotage et d'acquisition en USB.

Réf : EWTGUET210





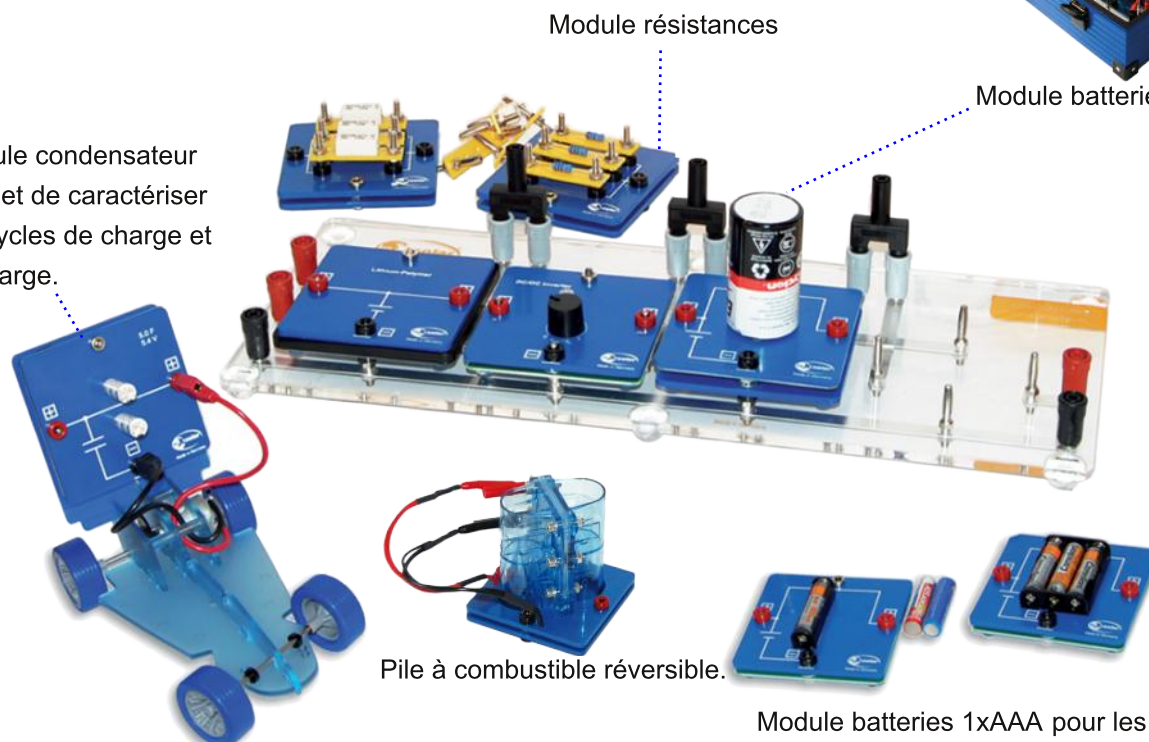


## Valise stockage de l'énergie

Cette valise composée de différents modules (Batteries NiMH, Plomb, LiPo, condensateurs, Pile à combustible,...) vous permettra d'enseigner les bases fondamentales sur le stockage de l'énergie électrique et les différents types de batteries (calcul de la résistance interne,...)



Module condensateur permet de caractériser les cycles de charge et décharge.



Module résistances

Module batterie Plomb

Pile à combustible réversible.

Module batteries 3xAAA pour 3 piles en série.

Module batteries 1xAAA pour les différents modèles de batteries.

Châssis de voiture électrique



Chargeur, alimentation spécifique pour recharger les batteries.



Module U-I  
Mesure de la tension et du courant.

- La valise stockage de l'énergie, comprend :**
- Unité de base avec module batteries (3xAAA) et (1xAAA),
  - Module Batterie LiPo, Plomb, LiFe, NiZn, NiMH AAA,
  - Module potentiomètre, condensateur, convertisseur CC/CC, résistances, moteur CC,
  - Alimentation CC variable, Multimètres,
  - Module pile à combustible réversible + châssis de voiture.

- Extraits du support pédagogique :**
- Protection contre la décharge profonde
  - Comparaison des batteries, - Caractéristiques U / I,
  - Analyse du comportement de charge et décharge,
  - Etude de la MLI pour la décharge de batterie,
  - Détermination de l'état de charge, calcul résistance interne,
  - Etude du régulateur MPP, - Montage en série,
  - Pile réversible, Fonction électrolyseur et pile à combustible.

**Expérience 2.1**

**2.1 Tension nominale des sources de tension**

Evaluation

Figure 1: Tensions en circuit ouvert

NiMH (1.2 V)	NiZn (1.6V)	Pb (2,0 V)	LiPo (3,7 V)
1.21 V	1.6 V	2.0 V	3.7 V

**Expérience 4.1**

**4.1 Comportement en charge d'un module pile avec résistances**

But

Étudier le comportement V-I de charge d'un module pile à l'aide du potentiomètre.

Montage

Matériel requis

- Unité de base
- Module LiPo/ module NiMH, triple
- 1 module pile
- 1 module potentiomètre
- 2 modules résistances triples
- Résistances enfilochées
- 1 voltmètre
- 1 ampèremètre
- Câbles
- Adaptateur batterie

Préparation

Attention: assurez-vous que les valeurs maximales ci-dessous ne soient pas dépassées pour le module pile qui sera utilisé au cours de l'expérience !

	V <sub>max</sub>	I <sub>max</sub>
Module NiMH unique	1.6 V	600 mA
Module pile au plomb	2.45 V	625 mA
Module pile au lithium polymère	4.2 V	500 mA
Module pile au NiMH, triple	4.8 V	500 mA

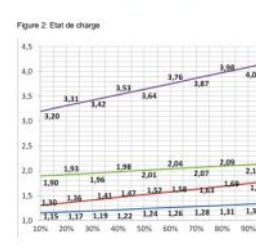
Procédure

1. Réalisez l'expérience selon le schéma de montage.
2. Mesurez la tension V<sub>0</sub> du module pile.
3. Mesurez et notez la tension V<sub>0</sub> (I) en circuit ouvert du module pile à utiliser au cours des étapes suivantes.

Conseil: la tension maximale du module pile doit être supérieure d'environ 2 V à celle de la pile qui doit être utilisée.

4. Régler le courant de charge requis à I = 300 mA à l'aide du potentiomètre.

Eltom Professional Manuel d'Instruction 38





## Technologie batterie haute tension

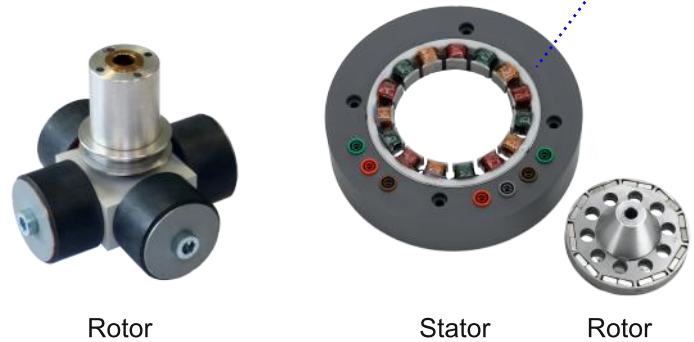
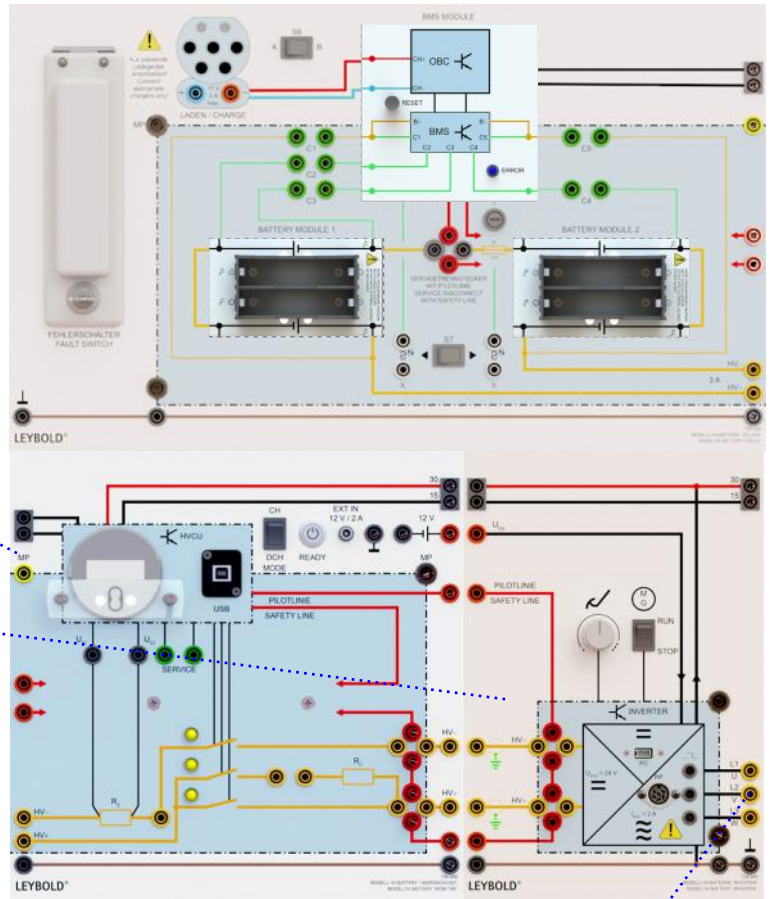
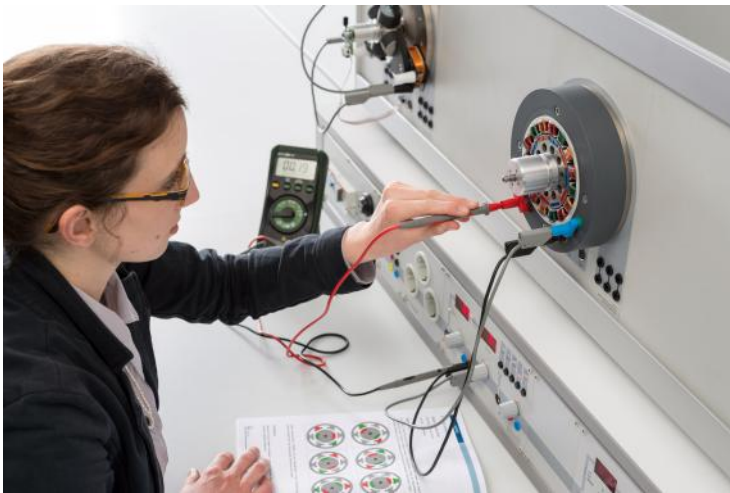
Concerne les véhicules électriques et hybrides, formation sur la partie haute tension.

Le 800 V est modélisé et transformé en 24 V pour travailler en sécurité.

TP avec des cellules lithium-ion ou des cellules lithium-phosphate de fer, ligne pilote, surveillance de la résistance d'isolement.

Module de données de la batterie se connecte au PC via un câble USB afin de lire les données ou de configurer le module.

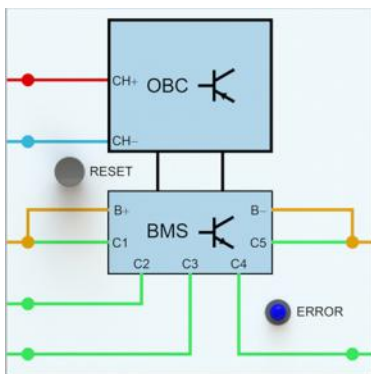
Convertisseur CC / CA pour alimenter une machine électrique, et un convertisseur CC / CC 12v.



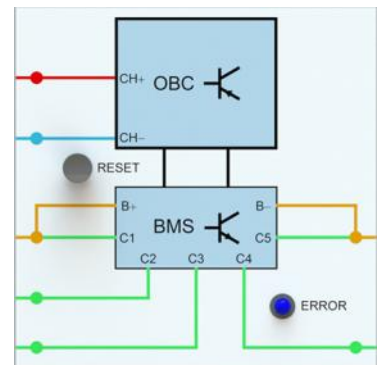
Rotor

Stator

Rotor



Élément enfichable "Battery Management System" (BMS) pour batteries Lithium-ion.



Élément enfichable "Battery Management System" (BMS) pour batteries lithium-fer

### Extraits du support pédagogique :

- Connaissances de base sur les batteries HV dans le véhicule électrique, comportement de charge et décharge des batteries,
- Surveillance de la température des cellules,
- Prise de service dans le véhicule électrique,
- Simulation de défauts, mauvaise tension, ligne pilote défectueuse, ...

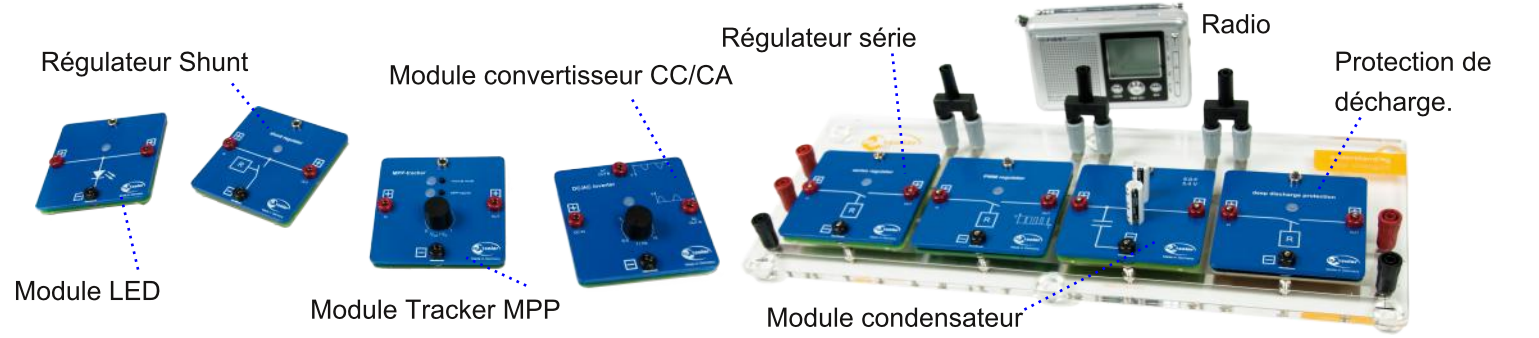
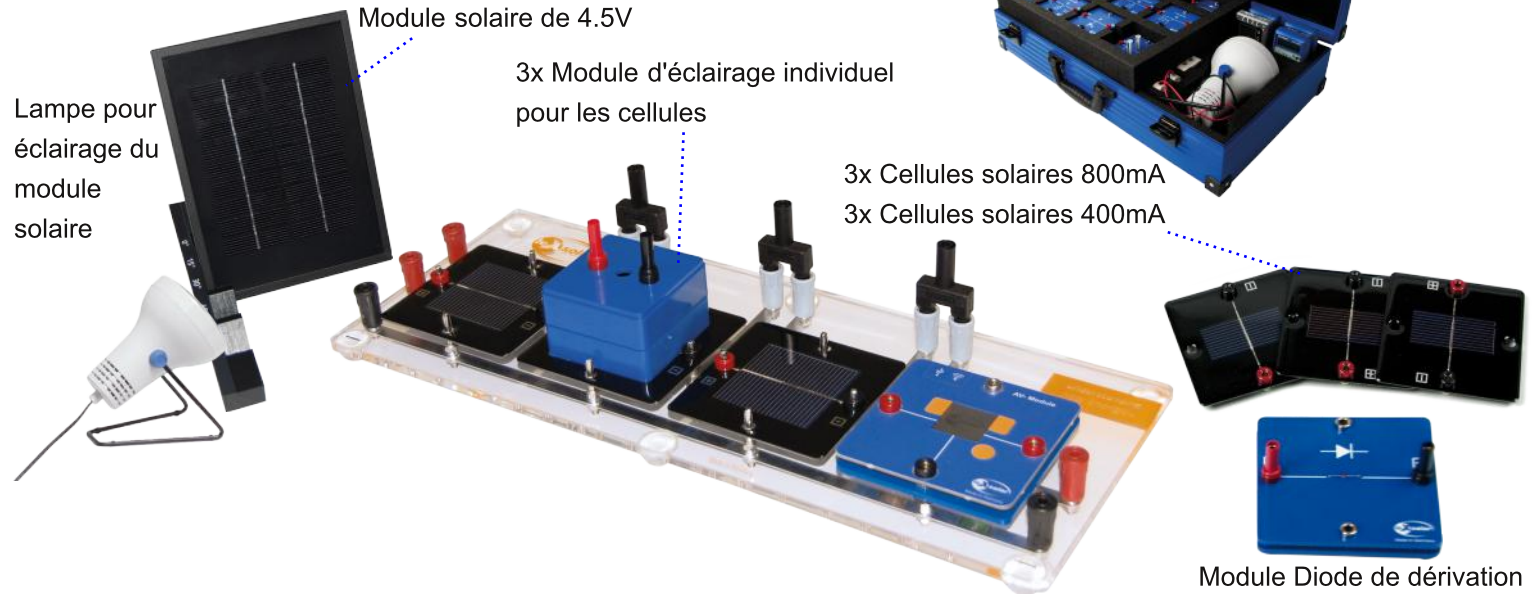




## Valise énergie solaire - PV

Système complet pour les bases de l'énergie solaire.

Cette expérience permet également d'aborder les notions de tracker-MPP



Onduleur Monophasé à fréquence variable



Module U-I  
Mesure de la tension et du courant.

**Expérience 1.4**  
1.4 Influence de l'angle d'incidence de la lumière sur la puissance de la cellule solaire

Angles	0	15	30	45	55
$V_{oc}$ (V)	4,80	4,80	4,80	4,50	4,20
$I_{sc}$ (mA)	100,0	95,1	82,4	60,0	50,3
$I_{max}$ (mA)	1	0,97	0,87	0,71	0,57
$P_{MPP}$ (mW)	471,3	445,1	387,8	316,7	274,4

**Expérience 3.5**  
3.5 Caractéristiques I-V des différents modules solaires

**3 grandes cellules solaires montées en série**

V (V)	0,0	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00			
I (mA)	18,0	17,4	16,8	16,4	14,9	14,3	13,8	12,4	12,1	10,5	8,99	6,72	4,78	1,70	1,11
$P_{MPP}$ (mW)	0,3	1,78	1,84	1,92	1,93	1,72	1,63	1,33	1,14	0,73	0,51	0,27	0,28	0,28	0,28

**3 petites cellules solaires montées en série**

V (V)	0,0	0,1	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40
I (mA)	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
$P_{MPP}$ (mW)	0,74	0,74	0,91	0,90	0,98	0,98	0,91	0,75	0,55	0,43	0,30	0,21	0,14	0,08	0,04

**2 grandes cellules solaires et 1 petite cellule solaire montées en série**

V (V)	0,0	0,50	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00		
I (mA)	9,98	9,45	8,15	7,22	6,00	5,36	4,19	3,60	3,02	2,36	1,84	1,41	1,12		
$P_{MPP}$ (mW)	1,24	8,45	8,15	8,39	8,04	6,73	6,26	7,83	7,30	6,14	4,62	4,36	3,36	2,38	1,38

**Diagrammes**

**Évaluation**

La courante photovoltaïque est proportionnelle à la surface éclairée de la cellule. Cependant la surface qui est réellement exposée à la lumière incidente de la lumière. En principe, l'application de cette expérience est le même que différence est égal, entre l'angle d'incidence de la lumière et la surface ré (dual il n'y a pas de combinaison idéale. Par conséquent, il ne peut y avoir puissance et l'angle d'incidence. Les relations géométriques suivantes et hauteur de la cellule, si la largeur est A. Valeur: Si la surface de la cellule est donc active) est reliée à  $I_{sc}$ . Il s'écrit:

$$I_{sc} \propto \cos(\alpha)$$

La largeur active étant constante, ce qui suit s'applique à la surface active:

$$I_{sc} \propto I_{sc0} \cdot \cos(\alpha) \cdot \frac{A}{A_0}$$

$\frac{I_{sc}}{I_{sc0}} = \cos(\alpha) \cdot \frac{A}{A_0}$

$\frac{I_{sc}}{I_{sc0}} = \cos(\alpha)$

**Évaluation**

Intensité d'éclairage	$P_{MPP}$ (mW)	$V_{MPP}$ (V)	$I_{MPP}$ (mA)	FR
1 (valeurs de 3.2)	2,85	0,35	7,74	66%
3 grandes cellules solaires montées en série	19,8	1,22	15,4	75%
3 petites cellules solaires montées en série	7,04	1,10	6,40	79%
1 petite cellule solaire et 2 grandes cellules solaires montées en série	9,78	1,20	8,10	77%

### La valise énergie solaire, comprend :

- cellules PV 3x (0,5 V, 400 mA), 3x (0,5 V, 800 mA), 1x (4,5 V, 800 mA)
- 3 x Modules d'éclairage, 1 lampe 80W
- Module diode, LED, Lampe (charge), radio,
- Régulateur Shunt, série, protection de décharge
- Tracker MPP, Module MLI PWM,
- Module condensateur, Convertisseur CC/CA,
- Module U-I

### Extraits du support pédagogique :

- Notions de bases de l'énergie solaire,
- Branchement en série/dérivation de cellules PV,
- Assombrissement des cellules individuelles,
- Fonctionnement d'une diode de dérivation,
- Chargement et déchargement d'un condensateur,
- Composants d'une installation autonome,
- Principes et fonctionnement de trackers MPP,
- Onduleur monophasé.

Réf : EWTLE1118S



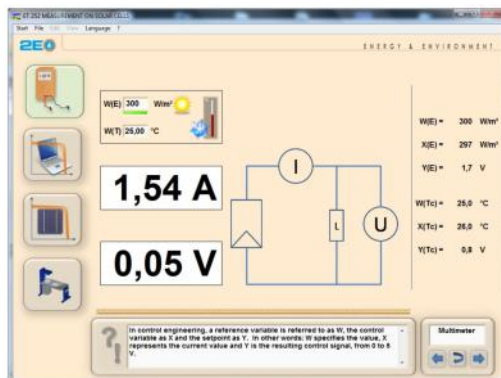
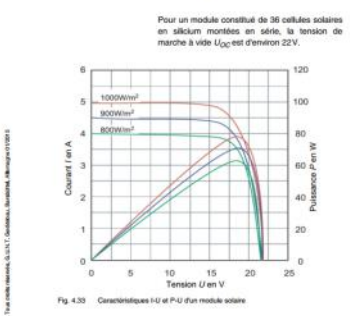
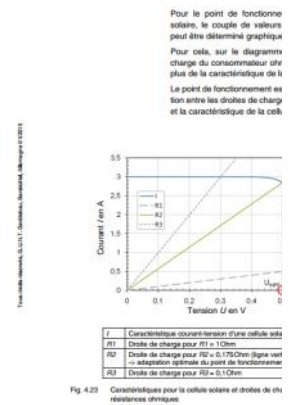
## Mesures sur les cellules solaires - PV

Le banc permet d'effectuer des essais précis en fonction de l'éclairage, de la température des cellules et de la charge électrique.

Ce qui permet de comprendre le fonctionnement élémentaire des cellules solaires, ainsi que leurs réactions aux diverses influences.



- 1 - Module d'éclairage à intensité variable,
- 2 - Quatre cellules solaires en monocristal de Si,
- 3 - Module de commande,
- 4 - Module Peltier pour une température régulée des cellules,
- 5 - Platine de raccordement électrique avec rhéostat, acquisition de mesure.



### Le banc ET252, comprend :

- 1 banc d'essai,
- 1 jeu de câbles,
- 1 interface USB, logiciel et câble,
- 1 documentation didactique.

### Extraits du support pédagogique :

- Réactions physiques des cellules solaires associées à différents éclairagements et températures.
- Enregistrement des caractéristiques I-U.
- Montage des cellules solaires en parallèle et en série.
- Effet des diodes de dérivation.
- Diminution de la puissance sous l'influence des ombres.

Réf : EWTGUET252





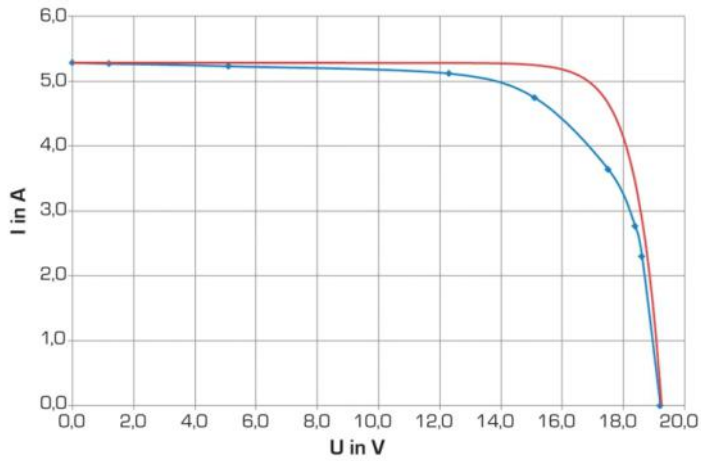
## Mesures sur les cellules solaires - PV industriel

Le banc comprend deux modules solaires à inclinaison variable, à raccorder en série ou en parallèle pour les essais.

Les différentes influences : éclairage, température, opacité...

Détermination des caractéristiques importantes : intensité de court-circuit, tension à vide, I-U d'un module, détermination du rendement.

Influence des cellules opaques sur les courbes caractéristiques I-U.



Modules complémentaires pour le EWTGUET250, "en site isolé" ou "re-injection sur le réseaux".

Réf : EWTGUET250

Exemple du EWTGUET250.01 : Conversion CC / CA avec l'onduleur, qui optimise l'électricité et la tension, permettant aux modules solaires PV de fonctionner à puissance maximale.

Le niveau et la fréquence de la tension alternative présente à la sortie de l'onduleur permettent l'alimentation du réseau public. La quantité d'électricité ainsi introduite est enregistrée au moyen d'un compteur électrique à deux directions et la quantité d'électricité pour la consommation propre est enregistrée au moyen d'un compteur électrique d'énergie.



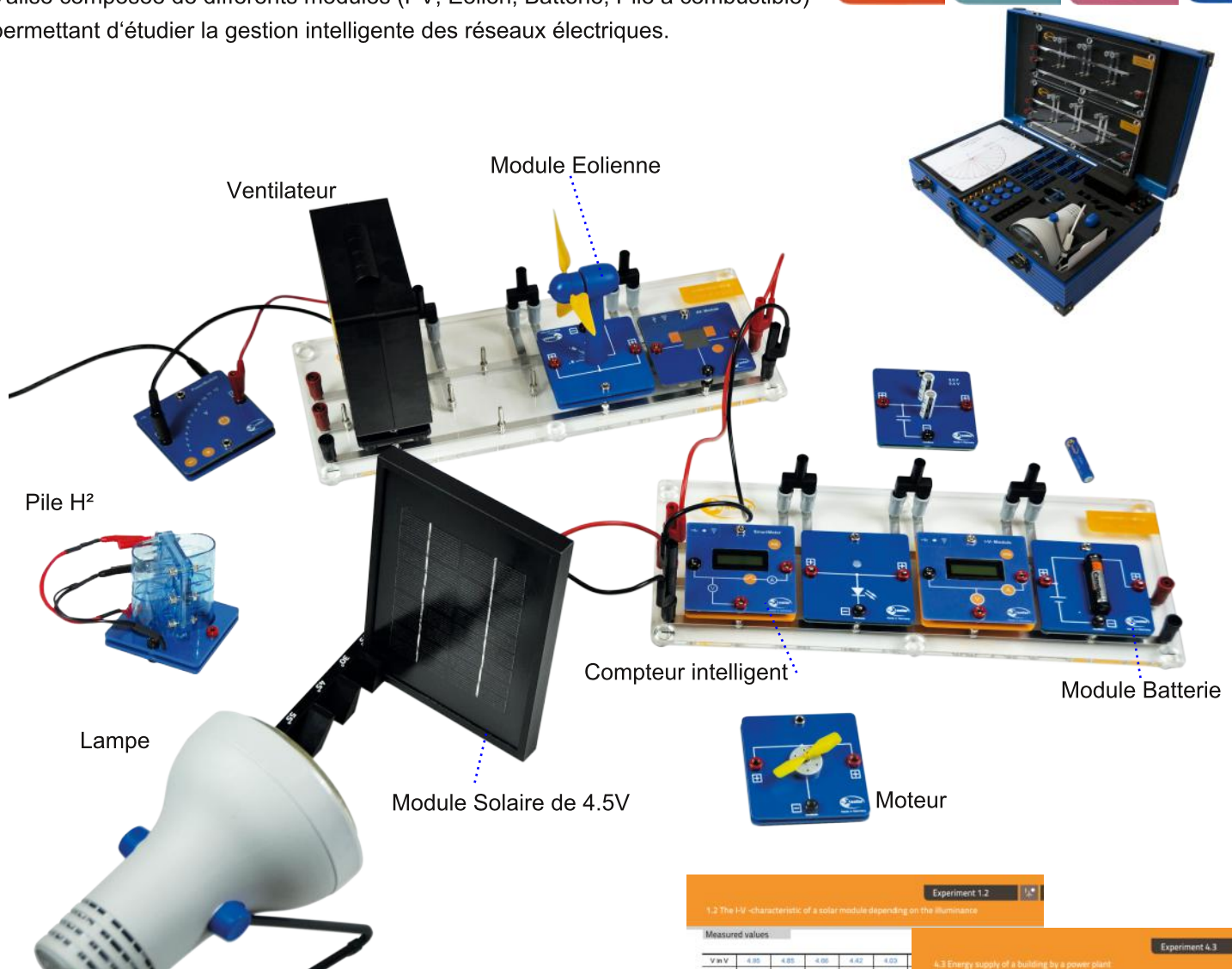
Réf : EWTGUHL313.01

Réf : EWTGUET250.01 et EWTGU250.02



## Valise énergie Smart-Grid

Valise composée de différents modules (PV, Éolien, Batterie, Pile à combustible) permettant d'étudier la gestion intelligente des réseaux électriques.



Ventilateur

Module Eolienne

Pile H<sup>2</sup>

Compteur intelligent

Module Batterie

Lampe

Module Solaire de 4.5V

Moteur



Module U-I

Mesure de la tension et du courant.



Wattmètre

mesure de la puissance W et de l'énergie Wh.

**Experiment 1.2**

1.2 The I-V-characteristic of a solar module depending on the illuminance

Measured values	1	2	3	4	5
V in V	4.85	4.85	4.65	4.42	4.03
I in mA	8.5	21.1	41	68.8	72.5
P in mW	22.3	102.3	209	307.8	290.2

**Evaluation**

1. Plot your measuring points in the I-V-diagram and the V-P-diagram experiment 1.1.

**Experiment 4.3**

4.3 Energy supply of a building by a power plant

**Task**

Measure the power output of the power plant (PowerModule) and the energy consumption of a building (base unit with light bulbs and motor as consumer) during a simulated day.

**Primary notes**

The experiment simulates the case, that a building is supplied by a power plant. In this case the grid is isolated from others. The consumers inside the building of a laundry are represented by 2 light bulbs and a motor. The light bulbs represent the consumption of screens and the motor the consumption of washing machines. The PowerModule represents a conventional power plant, which applies a nominal voltage of 3 V (in reality 230 V). During the experiment it is necessary to plug in and remove the motor module quickly. Exercise these activities before you start the experiment to get better results.

**Setup**

**Equipment**

- Base unit
- SmartMeter
- PowerModule 3 V (power plant)
- 2 light bulb modules (screens)
- Motor module (washing machine)
- Cables and short circuit plugs
- Check

**Procedure**

- Set up the experiment according to the circuit diagram. Reset the energy value on the SmartMeter. Set a voltage of 3 V on the disabled PowerModule.
- Read the following procedure and decide who will carry out which task.
- During the experiment the time from 6:00 to 18:00 will be simulated. It is assumed that 10s in the experiment correspond to one hour in reality. During the experiment should be accomplished the following consumption plan:
  - The screens are running from 6:00 Uhr to 18:00.
  - The washing machines are running from 6:00 to 8:30 and from 16:30 to 18:00.
- Switch on the PowerModule and every 10 s measure power and released energy of the PowerModule. Enter the measured values into the list. To switch off the washing machine, plug in respectively remove the motor module at the right moment.

**Measured values**

Measurement	0	10	20	30	40	50	60
Real time	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00
P <sub>Power</sub> in mW	370	370	370	314	314	314	314
E <sub>Power</sub> in Wh	0	3.7	7.5	10.9	14	17.1	20.4

### La valise SmartGrid, comprend :

- Unité de base, Module Eolienne + Jeu de pales,
- Capteur solaire, Support pour PV et Lampe pour PV,
- Module ventilateur, Module moteur CC avec hélice,
- Module lampe (charge), Module condensateur,
- Batterie NiMH AAA, LifePo AAA, pile H<sup>2</sup> réversible,
- Module potentiomètre, Joulemètre-Wattmètre
- Module U-I, Alimentation variable,
- Module régulateur MPP

### Extraits du support pédagogique :

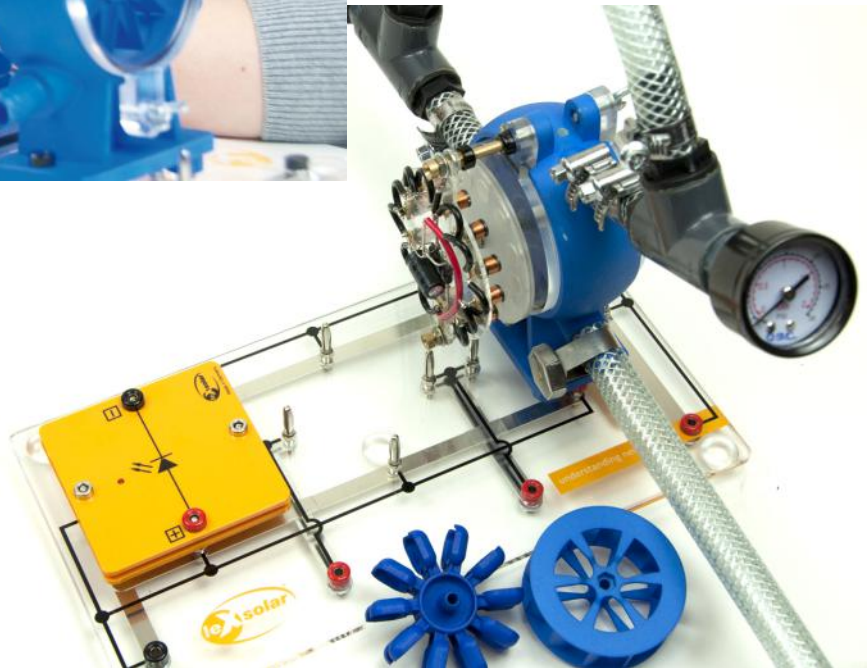
- Système PV situé isolé ou réinjection réseau,
- Caractéristique U-I d'un module solaire, en fonction de l'orientation,
- Expériences sur l'éolien, influence de la direction du vent, de l'angle d'attaque des pales de rotor, de la forme de l'aile,
- Tests de stockage, charge et décharge d'un condensateur, d'une batterie NiMH, LifePo, stockage à long terme avec de l'hydrogène
- Mise en place d'un smart grid, combinaison à court et long terme de stockage.

Réf : EWTLE1607S



## Valise Hydroélectricité

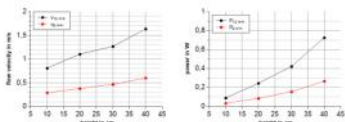
Découvrez et faites des essais de turbine en hydraulique avec 3 aubes différentes.



### Experiment 1.1

#### 1.1 Power and flow velocity depending on different heights

##### Evaluation



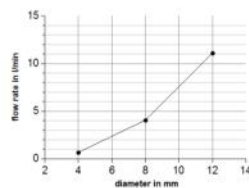
1. What relation do the distance off the 0-ring mark from the end of the hose have with the drop height of the water? Justify your answer!  
The distance off the mark from the end of the hose is exactly showing the drop height off the water.  
This is what caused the water being sucked in from the box.
2. How are flow velocity and power depending on the height?  
With increasing height the water takes less time to drain out of the box completely, which means that power and flow velocity of the water are increasing.

### Experiment 1.2

#### 1.2 Flow rate depending on different hose diameters

##### Evaluation

Multiple of the cross-sectional area, $C_1 = \frac{A_{1cross}}{A_{2cross}}$	$C_1 = 2.25$	$C_1 = 9.00$	
Hose diameter $d$ in mm	12	8	4
Time $t$ in s	27	74	453
Power $P_1$ in W	0.73	0.27	0.04
Flow rate $q_v$ in l/min	11.11	4.08	0.86
Multiple of the cross-sectional area $C_2$	1	$C_2 = 2.25$	$C_2 = 9.00$
Product from Multiple of the cross-sectional area and flow rate $q_v \cdot C_2$ in l/min	11.11	9.12	5.96
Product from Multiple of the cross-sectional area and power $P_1 \cdot C_2$ in W	0.73	0.60	0.39



1. What relation exists between flow rate and hose diameter?  
The flow rate increases with increasing hose diameter.

L'élève peut imaginer, dessiner et imprimer (impression 3D) sa propre turbine, puis faire l'essai de fonctionnement en réel. Et comparer les caractéristiques techniques de sa turbine par rapport aux turbines fournies.

### La valise Hydroélectricité, comprend :

- Plaque de base, Jeu de turbine
- Manomètre 2 bar et 4 bar, Kit de connexion pour l'eau
- Générateur à induction, Multimètre numérique,
- Module lampe, Module LED 2mA, rouge,
- Module Buzzer, Module moteur sans engrenage,
- Module résistance,
- Boîte mesure de débit, Compteur d'eau.

### Extraits du support pédagogique :

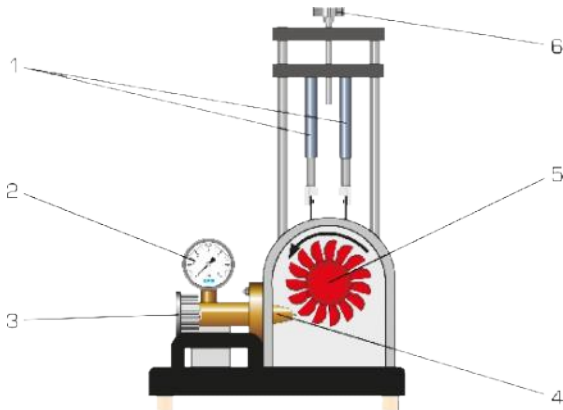
- Débit et puissance en fonction de la hauteur de chute.
- Débit et puissance en fonction du diamètre du tuyau.
- Comparaison de la performance des 3 modèles en fonction du volume et de la pression.
- Production d'énergie avec alternateur et charge.





## Principe de fonctionnement d'une turbine Pelton

La turbine Pelton fait partie des turbines à jet libre qui transforment l'énergie de pression de l'eau, entièrement en énergie cinétique au sein du distributeur.



- 1 - Balance à ressort, frein de Prony, 2 - Manomètre,
- 3 - Ajustage de la section transversale de la tuyère,
- 4 - Tuyère à aiguille, 5 - Roue Pelton, 6 - Réglage du frein.

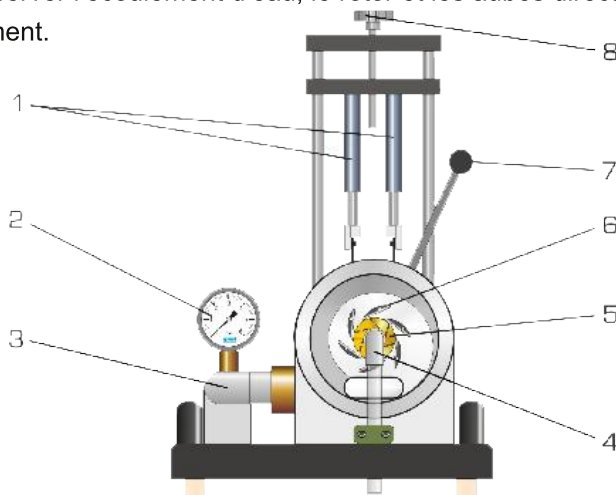
Réf : EWTGUHM150.19



## Principe de fonctionnement d'une turbine Francis

La turbine Francis fait partie des turbines à réaction qui transforment l'énergie de pression de l'eau en énergie cinétique dans le distributeur et dans le rotor.

On peut observer l'écoulement d'eau, le rotor et les aubes directrices pendant le fonctionnement.



- 1 - Balance à ressort, frein de Prony, 2 - Manomètre,
- 3 - Arrivée d'eau, 4 - Écoulement de l'eau, 5 - Rotor,
- 6 - Aubes directrices, 7 - Ajustage des aubes directrices,
- 8 - Réglage du frein.

Réf : EWTGUHM150.20



### Le HM150.19 ou le HM150.20, comprend :

- 1 appareil d'essai,
- 1 documentation didactique,

En option :

- module réceptacle + réservoir avec pompe HM150,
- capteur de vitesse pour la turbine.



**5.1.2 Exécution de l'essai**

7. Augmenter la charge sur le dispositif de la rage par pas de 0,5N.  
- Relier la vitesse de rotation.

**5.1.3 Valeurs mesurées et interprétation**

Valeur mesurée		Valeur calculée			
Vitesse de rotation	Force de freinage	Moment sur l'arbre	Puissance sur l'arbre	Puissance hydraulique	Rendement
en rpm	en N	en Nm	en W	en W	en %
820	0,8	0,0129	1,07	10,26	10
790	1,0	0,0216	2,07	10,26	20
747	1,5	0,0375	2,93	10,26	29
696	2,0	0,05	3,94	10,26	38
647	2,5	0,0625	4,23	10,26	41
619	3,0	0,075	4,81	10,26	47
580	3,5	0,0875	5,31	10,26	52
534	4,0	0,1	5,59	10,26	54
474	4,5	0,1125	5,58	10,26	54
411	5,0	0,125	5,38	10,26	52
380	5,5	0,1325	5,97	10,26	58

Tab. 5.1 Valeurs mesurées (exemple) et grandeurs calculées

Le flux volumique  $\dot{V}$  est pratiquement constant pour toute la série de mesures. Les calculs sont effectués avec  $\dot{V} = 30,7\text{L}/\text{min}$ .

Fig. 5.4 Courbes de puissance pour différentes positions de la base

### Extraits du support pédagogique :

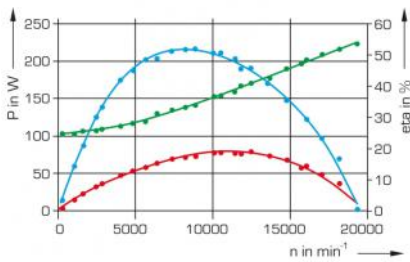
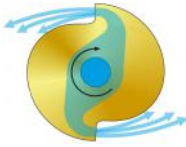
- La structure et le fonctionnement d'une turbine.
- Détermination du couple de rotation, de la puissance et du rendement.
- Représentation graphique des courbes caractéristiques pour le couple de rotation, la puissance et le rendement.

Devis type n° 210937



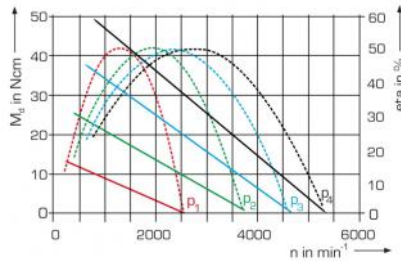
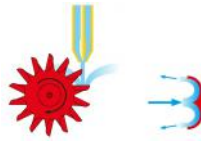
Réf : EWTGUHM288

Turbine à réaction



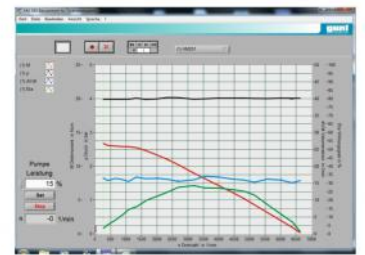
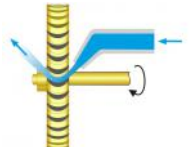
Réf : EWTGUHM289

Turbine Pelton



Réf : EWTGUHM291

Turbine à action



Exemple de montage EWTGUHM290 + EWTGUHM289

EWTGUHM290 circuit d'eau fermé pour l'alimentation de turbines avec logiciel GUNT pour l'acquisition des données, la visualisation et la commande d'essais simples sur des pompes centrifuges et turbines.

### Extraits du support pédagogique :

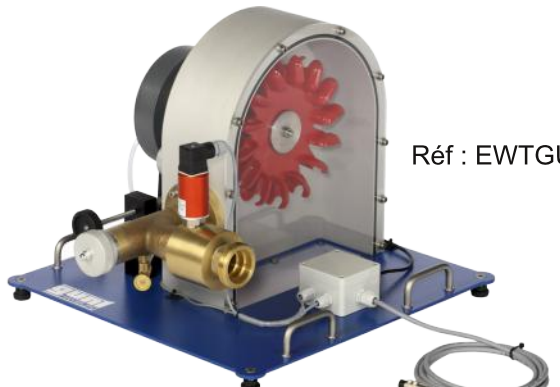
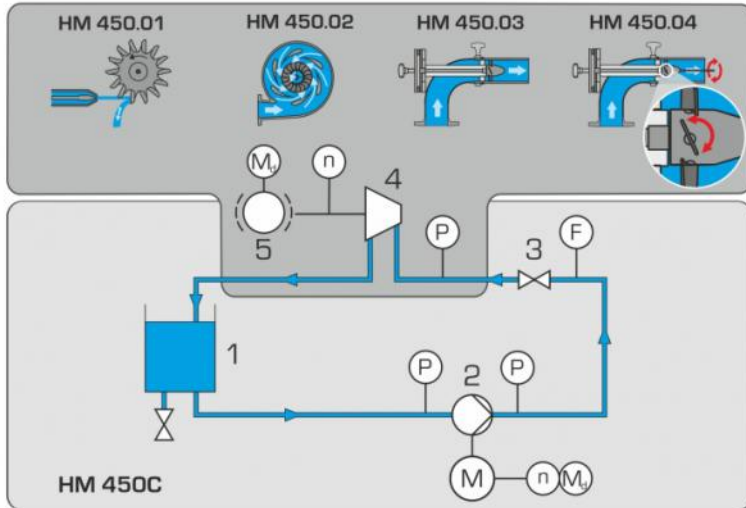
- La structure et le fonctionnement d'une turbine,
- Détermination des caractéristiques typiques des turbines,
- Courbes de puissance pour différentes vitesses de rotation,
- Détermination des rendements.

Les turbines sont équipées d'un frein à courants de Foucault ajustable, sans usure, pour la charge de la turbine avec mesure du couple.

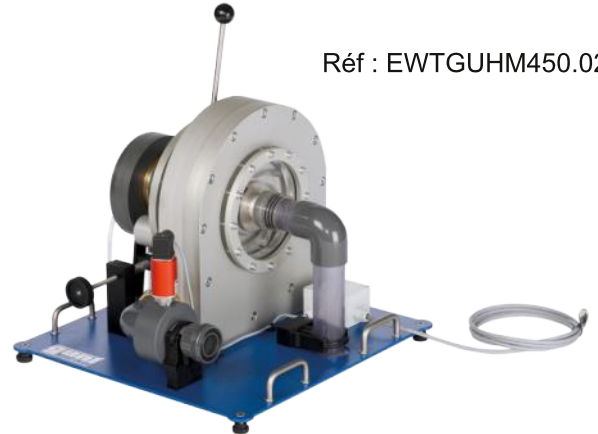




Le HM 450C permet d'étudier une pompe centrifuge et des essais sur quatre types principaux de turbines à eau: la turbine Pelton HM 450.01, la turbine Francis HM 450.02, la turbine à hélice HM 450.03 et la turbine Kaplan HM 450.04.



Réf : EWTGUHM450.01



Réf : EWTGUHM450.02



Réf : EWTGUHM450.03

Réf : EWTGUHM450.04

Circuit d'eau fermé avec réservoir et pompe centrifuge à vitesse de rotation variable.

Vitesse de rotation avec capteur inductif.

Moteur d'entraînement avec système balance afin de pouvoir mesurer le couple avec à un capteur de force.

Capteurs de pression à l'entrée et à sortie de la pompe.

Débitmètre électromagnétique.

Instrumentation et affichage sur maquette et logiciel PC.

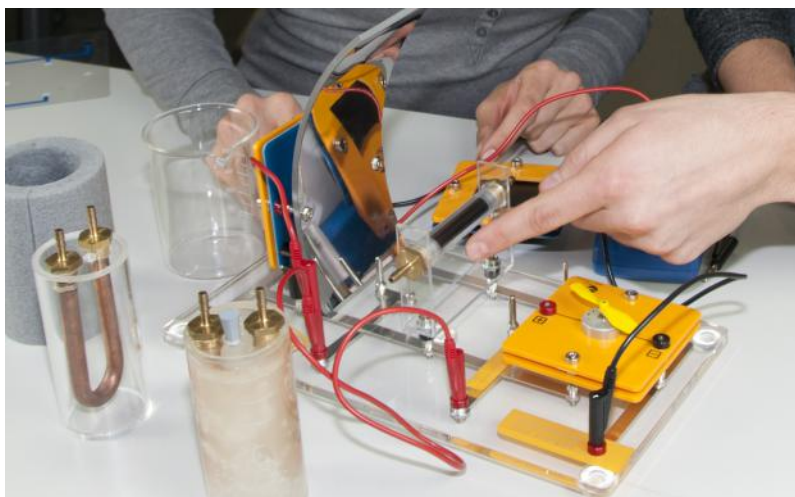
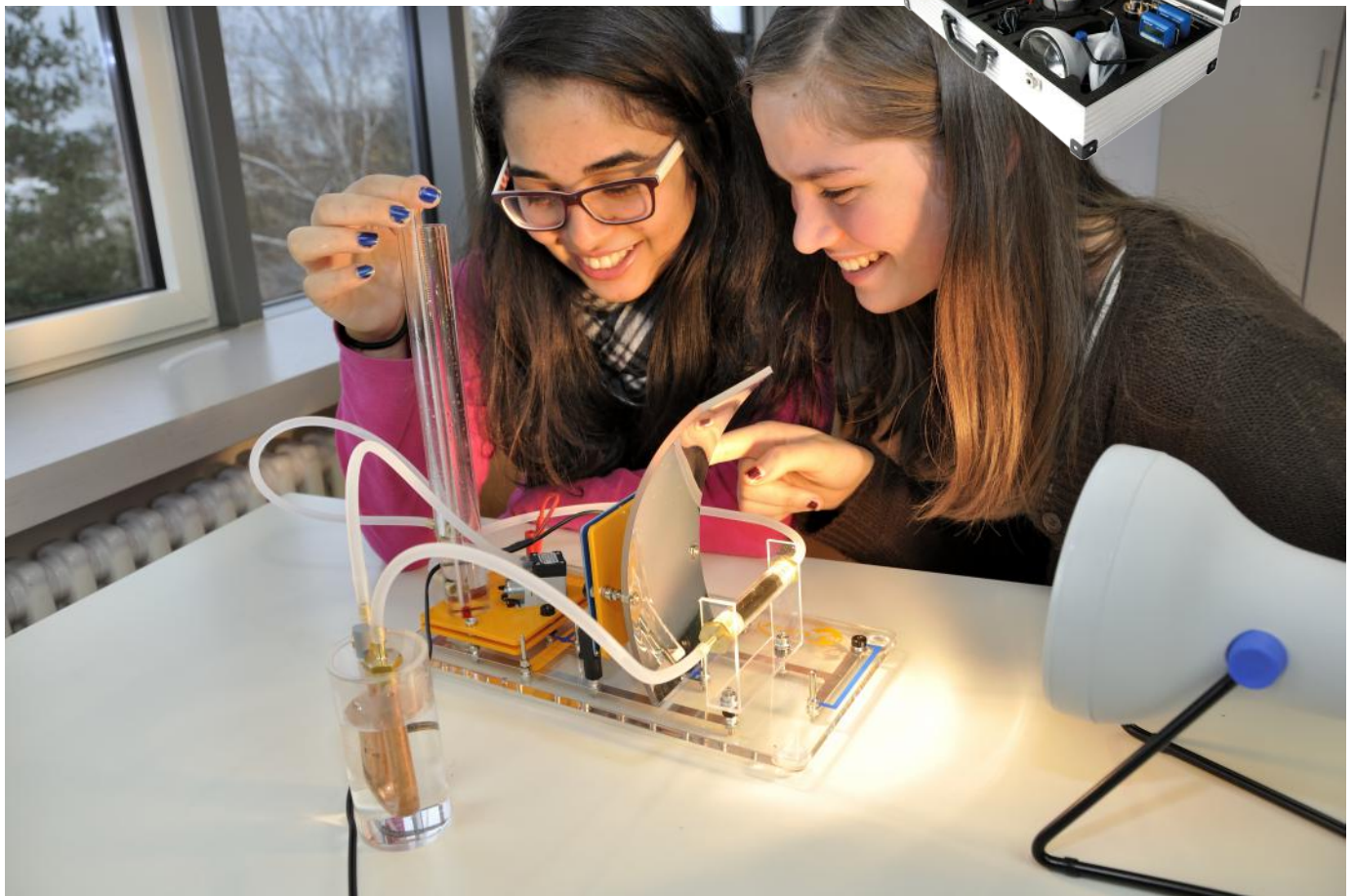
### Extraits du support pédagogique :

- Caractéristiques d'une pompe centrifuge,
- Avec les accessoires HM 450.01, HM 450.02, HM 450.03 ou HM 450.04 : mesure du couple et de la vitesse de rotation, détermination du rendement de la turbine, enregistrement des courbes caractéristiques, démonstration d'une centrale hydraulique à accumulation par pompage.



## Valise Solaire Thermique

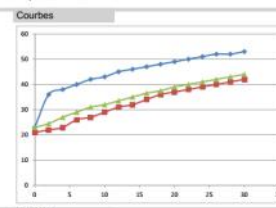
Système complet pour l'apprentissage des fondamentaux sur l'énergie solaire thermique.



Experiment 9

9. Circuit collecteur avec échangeur de chaleur

- Analyses**
2. Comparez les résultats à différentes positions de mesure. Comme température mesurées entre le capteur et le circuit d'eau et entre le capteur.
  3. Déterminez la quantité de chaleur transférée en utilisant les valeurs enregistrées.
  4. Déterminez les flux de chaleur pertinents aux jonctions thermiques du système de transmission de chaleur correspondante.
  5. Comparez les résistances de transmission de chaleur et discutez des résultats pour les minimiser.



- Analyses**
2. Après une courte période, l'échangeur de chaleur et le collecteur chauffent, peut-être en conduisant que le transfert de chaleur entre le capteur et le circuit, peut-être la température dans l'échangeur de chaleur est en permanence en état d'équilibre. Le transfert de chaleur au niveau de l'échangeur de chaleur a lieu lentement.
  3. Différence de température réservoir - échangeur de chaleur  $T_2 - T_1 = 22,5$   
Différence de température collecteur - réservoir  $T_1 - T_2 = 9,85$

Experiment 11

11. Avec ou sans le collecteur parabolique et pompe de circulation

- Procédure**
5. Videz le collecteur et laissez le réservoir pendant quelques minutes. Ensuite, remplissez à nouveau le circuit d'eau avec la même quantité d'eau. Répétez la mesure après avoir placé le miroir parabolique dans la configuration, comme indiqué à la figure 11.2.

**Données**

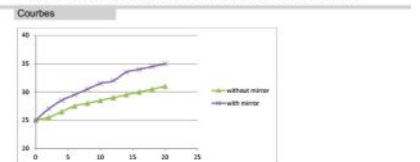
Mesure 1: Chauffage sans miroir

Temps en minutes	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Température en °C	25	25,5	26,5	27,5	28	28,5	29	29,5	30	30,5	31

Mesure 2: Chauffage avec miroir

Temps en minutes	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Température en °C	25	27	28,5	29,5	30,5	31,5	32	33,5	34	34,5	35

- Analyses**
1. Tracer vos résultats dans le diagramme illustré.
  2. Comparez les deux évolutions de la température et discutez l'impact de vos résultats pour l'installation de grands systèmes thermiques solaires.
  3. Dans les deux cas, estimez l'efficacité du capteur et déterminez l'augmentation de l'efficacité produite par la concentration de la lumière solaire. Pour ce faire, comparez la puissance électrique utilisée par la pompe (11W) et le projecteur (120W) à la puissance thermique du système. Qu'en pensez-vous ?



### La valise Solaire Thermique, comprend :

- Unité de base, jeu de tuyaux, collecteur solaire,
- Alimentation, réflecteur pour collecteur,
- Lampe, tube d'absorption, absorbeur Blanc / Noir,
- Module lentille, absorption pour lentille
- Multimètres numériques, thermomètre,
- Isolant PE 48/13, Module Pompe, échangeur,
- Module Peltier, sonde de température,
- Echangeur de chaleur Eau et paraffine.

### Extraits du support pédagogique :

- Absorption et de réflexion avec différents matériaux, concentration de la lumière avec lentille de Fresnel, flux de chaleur, conduction thermique et l'isolation,
- Capteur solaire avec pompe, variation du débit, circulation dans un échangeur de chaleur, avec réservoir de stockage de la chaleur en paraffine,
- Collecteur parabolique avec pompe.





## Bases de l'héliothermie, le solaire thermique

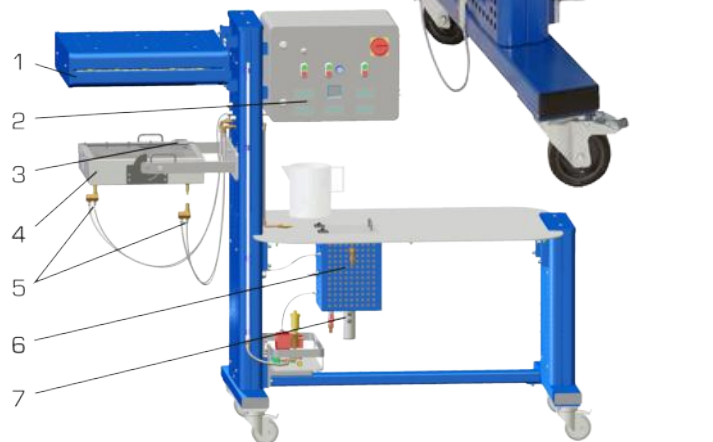
Le solaire thermique transforme l'énergie solaire en chaleur utile.

En simulant le rayonnement solaire naturel avec un module d'éclairage (Puissance et orientation réglables).

Il est possible de réaliser des séries de tests avec les deux absorbeurs fournis. + en option Cylindro-parabolique ET202.01



Réf : EWTGUET202.01

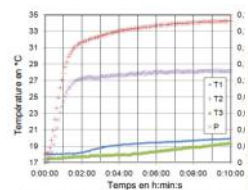


- 1 - Module d'éclairage,
- 2 - Armoire de distribution,
- 3 - Capteur de rayonnement,
- 4 - Capteur solaire réglage en hauteur avec plan inclinable,
- 5 - Capteur de température,
- 6 - Réservoir,
- 7 - Chauffage électrique supplémentaire.



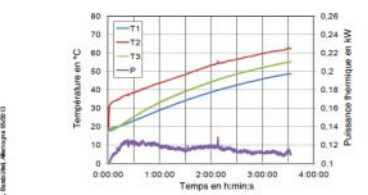
### 7.5.3 Résultats de l'essai

Lors de la mesure du comportement, deux processus peuvent être la hausse de la température de la descente du collecteur  $T_2$  dans de temps de 10 minutes environ et la température de l'eau dans le réservoir à un intervalle de temps de 4 h environ



$T_1$	Température de l'eau dans la canalisation montante du collecteur
$T_2$	Température de l'eau dans la canalisation descendante du collecteur
$T_3$	Température de l'eau dans le réservoir
$P$	Puissance thermique (axe vertical droit)

Fig. 7.10 Courbes de chauffage après allumage de l'éclairage.



$T_1$	Température de l'eau dans la canalisation montante du collecteur
$T_2$	Température de l'eau dans la canalisation descendante du collecteur
$T_3$	Température de l'eau dans le réservoir
$P$	Puissance thermique (axe vertical droit)

Fig. 7.11 Courbe de chauffage du collecteur et du réservoir sur une durée d'env. 5h.

### 7.5.4 Interprétation de l'essai

À partir des résultats dans la Fig. 7.11, il est visible que la puissance thermique  $P$  du collecteur diminue lorsque la température en hausse. La cause est une augmentation des pertes thermiques (voir Chapitre 4.2.4). Pour poursuivre l'interprétation, le rendement mesuré est rapporté en fonction de la Formule (4.11), Page 54 comme

### Le banc ET202, comprend :

- 1 banc d'essai,
- 1 absorbeur,
- 1 Interface USB avec logiciel et câble,
- 1 documentation didactique.

### Extraits du support pédagogique :

- Comprendre et connaître la structure et le fonctionnement d'une installation héliothermique simple,
- Détermination de la puissance utile, bilan énergétique,
- Influence de l'éclairement, de l'angle de rayonnement, du débit.
- Détermination du rendement,
- Influence de différentes surfaces d'absorbeurs.



## Chauffage d'eau sanitaire avec capteur à tubes sous vide

Autonome, il est constitué d'éléments industriels : capteur à tubes sous vide, circuit d'eau chaude, pompes, réservoir d'accumulation, échangeur à plaque, régulateur, vase d'expansion, soupape de sûreté... et une instrumentation avec enregistreur, ...



Source lumineuse artificielle en option  
Puissance: 8x1000W

Réf : EWTGUHL313.01

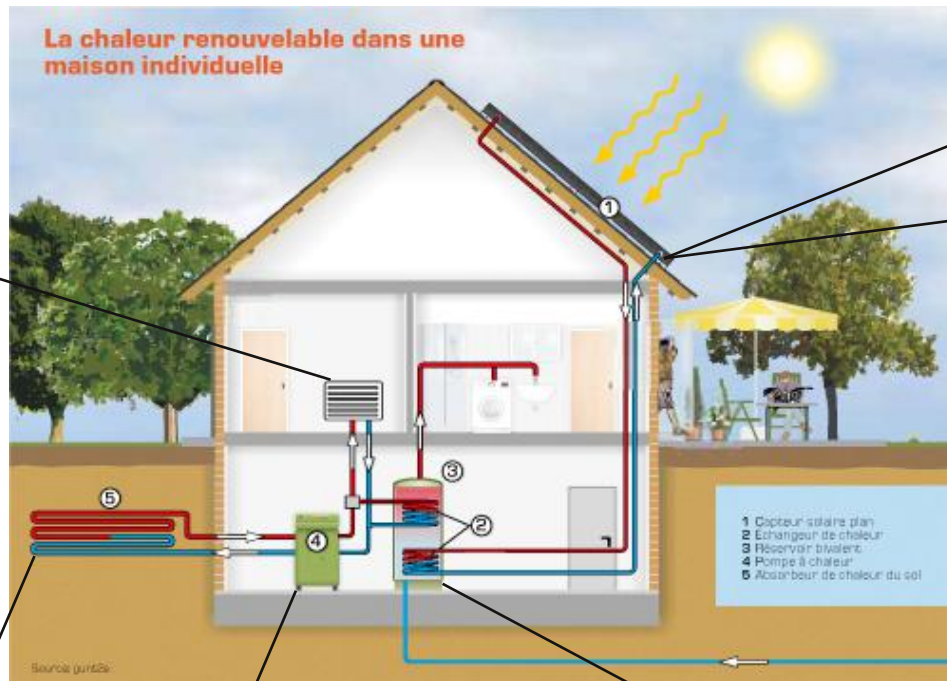
Travaux pratiques possibles :

- détermination de la puissance utile,
- rapport entre le débit et la puissance utile,
- détermination du rendement du capteur,
- rapport entre le différentiel de température (capteur solaire / air ambiant) et le rendement du capteur.

Réf : EWTGUHL314

## Système modulaire avec capteur, pompe à chaleur, accumulateur, ...

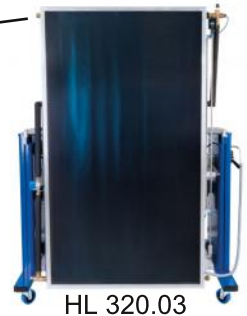
Le système modulaire HL 320 permet l'étude de systèmes de chauffage avec différentes sources d'énergie renouvelables et conventionnelles. Il peut être associée à la production de chaleur au moyen de pompes à chaleur. Le concept modulaire du système HL 320 rend possible la réalisation de différentes combinaisons et configurations.



HL 320.08



HL 320.04



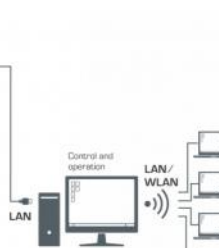
HL 320.03



HL 320.07



HL 320.01



HL 320.05



HL 320.02

Devis type n° 212071

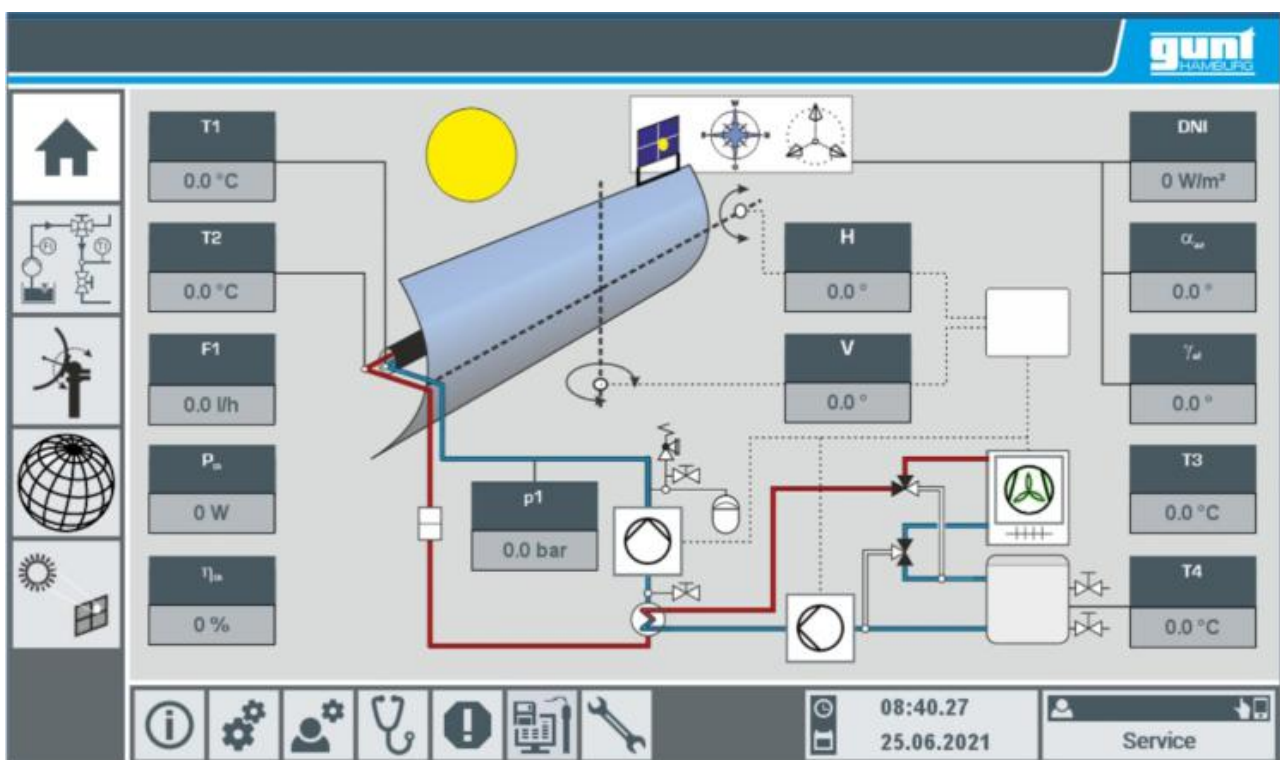




## Capteur cylindro-parabolique avec suivi du soleil



Les capteurs cylindro-paraboliques sont constitués de surfaces miroirs de forme parabolique dans lesquelles le rayonnement solaire est collecté et concentré dans un absorbeur. Un liquide caloporteur circule dans le tube absorbeur, transportant la chaleur vers sa destination.



### Le banc ET202, comprend :

- 1 banc d'essai, avec miroir, absorbeur, motorisation pour le déplacement du miroir.
- 1 circuit d'eau chaude avec échangeurs à plaques et réservoir,
- 1 Interface USB avec logiciel et câble,
- 1 documentation didactique.

### Extraits du support pédagogique :

- Concentration du rayonnement solaire avec un miroir en forme d'auge parabolique,
- Facteur de concentration optique, DNI: Direct Normal Irradiance,
- Suivi au soleil basée sur des capteurs,
- Suivi au soleil en fonction des données astronomiques
- Conversion de l'énergie de rayonnement en chaleur,
- Pertes dans les capteurs solaires thermiques,
- Rendement.

Réf : EWTGUET203

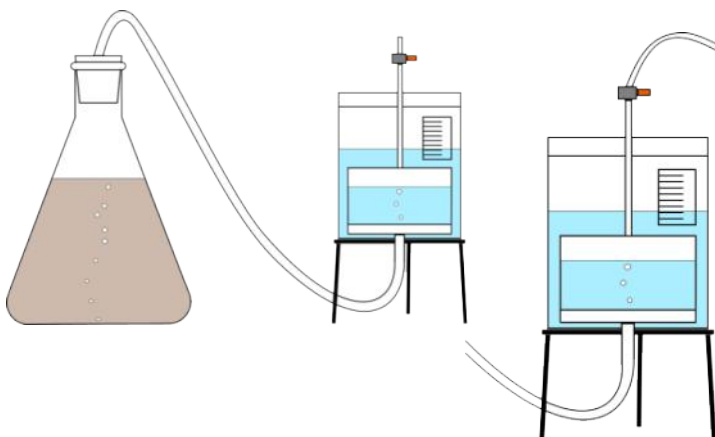
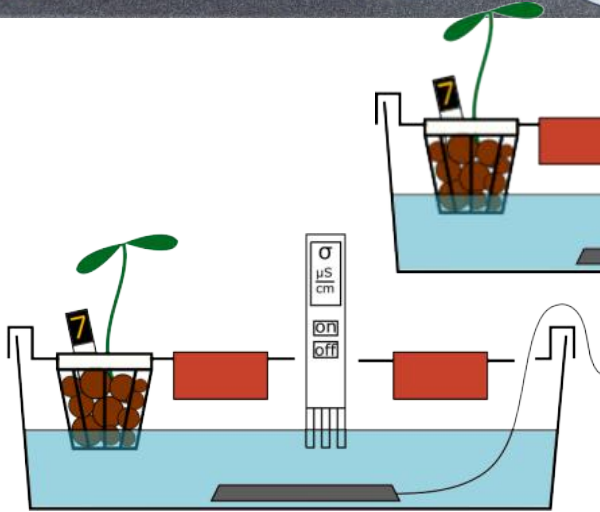
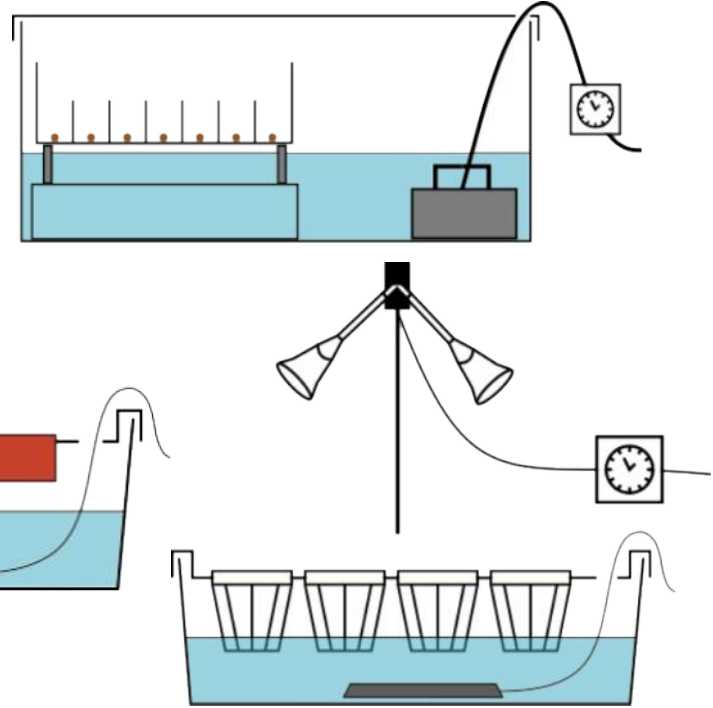


## Valise BioEnergie

Expérimentation BioEnergy pour comprendre le cycle de la biomasse.

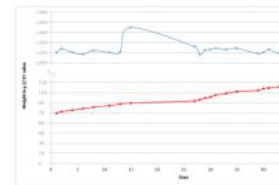
Culture, germination et de la croissance des plantes.

Dégradation aérobie et anaérobie de la biomasse dans un processus de compost ou de biogaz (hydrogène et méthane).

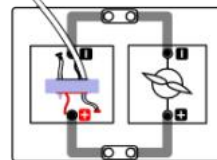


### Experiment 3

3 Nutrient and water consumption



Plot the decrease of the EC values as a function of the biomass.



### Experiment 2

2 Plant growth in hydroponic culture

Measurement

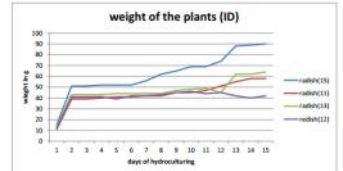
Record your measurement by specifying the corresponding plant ID in the data table in the section "Plant growth in hydroculture". Record the weight, size and other observations or deficiency symptoms.

Plant growth in hydroculture	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Task	Record the size, weight and position of the plants with their corresponding ID.														
Plant ID	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115

Evaluation

- Which colors of the light spectrum does the plant LED send out and why?  
Red: Blue → because plants absorb just this light to perform photosynthesis. That's why they're green too.
- Display the growth of your plants graphically with a diagram of the height and the weight as a function of the number of days of your experimentations

Example:



- Which plants grow up quickly?  
Corn, Wheat
- Which plants make the biomass quickly?  
Sugar beet, Radish, Kerttu

## La valise BioEnergie, comprend :

- Plaque de base,
- Module moteur, pile à combustible PEM,
- Boîte de germination, catalyseur de compost,
- Galets d'argile, engrais, jeu de graines,
- Collecte de gaz, brûleur,
- Eclairage de plante, programmateur 230v,
- Erlenmeyer 1000 ml, balance,
- Pompe à air, conductimètre, thermomètre.

## Extraits du support pédagogique :

- Germination des graines de plantes, croissance des plantes dans une hydroculture, consommation d'eau et de nutriments,
- Dégradation aérobie de la biomasse dans un compost,
- Dégradation anaérobie de la biomasse pour former de l'hydrogène,
- Dégradation anaérobie de la biomasse pour former du méthane.

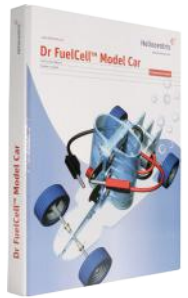
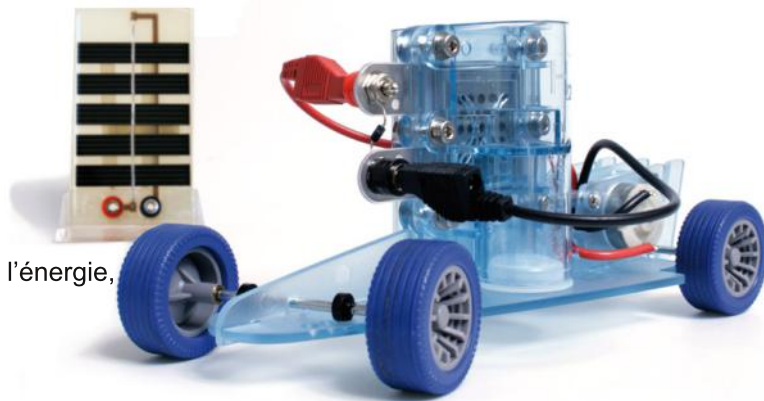




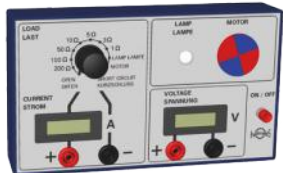
## Véhicule électrique à pile à H<sub>2</sub> et énergie solaire (Model Car)

Capteur photovoltaïque

Réactions chimiques, électrolyse, PEM  
Conversion, stockage et consommation de l'énergie,  
Circuits électriques,  
Expérimenter, enregistrer, analyser.



Manuel pédagogique



Appareil de mesures électriques et de charge

Châssis de voiture

Bouteille remplie d'eau distillée, Jeu de cordons

Accessoire en option

Lampe spéciale pour la simulation de la lumière solaire EWTHC314

**Extraits du support pédagogique :**

- Influence de l'orientation des capteurs photovoltaïques,
- L'énergie hydrogène en action : travail, puissance, frottement,

Pile à combustible réversible

Génératrice à main



Réf : EWTHC354S

## Le cycle de l'hydrogène (Professionnel)

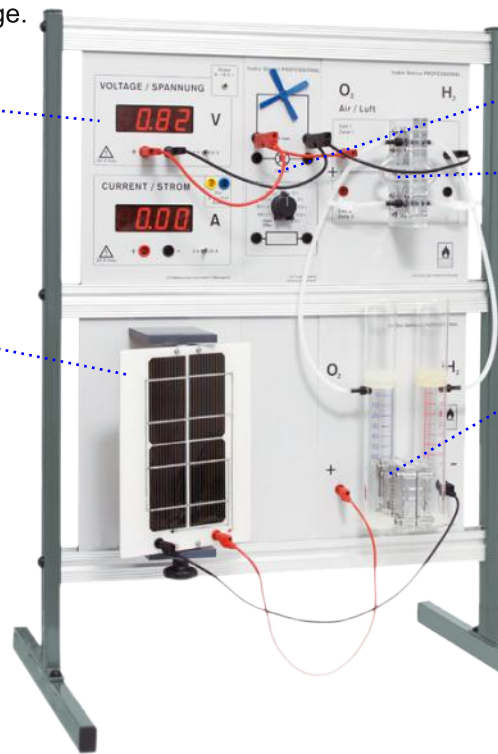
L'énergie électrique est générée par un panneau solaire, stockée par le biais d'un électrolyseur PEM et reconvertie dans une pile à combustible alimentant une charge.

**Voltmètre / Ampèremètre**

Affichage digital à LED.

**Capteur solaire PV**

Orientable servant de source d'énergie pour l'électrolyseur.



**Charge électrique réglable**

**Pile à combustible double**

2 cellules pouvant être câblées en série ou parallèle.

**Electrolyseur**

Avec réservoirs gradués pour le stockage de O<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>.

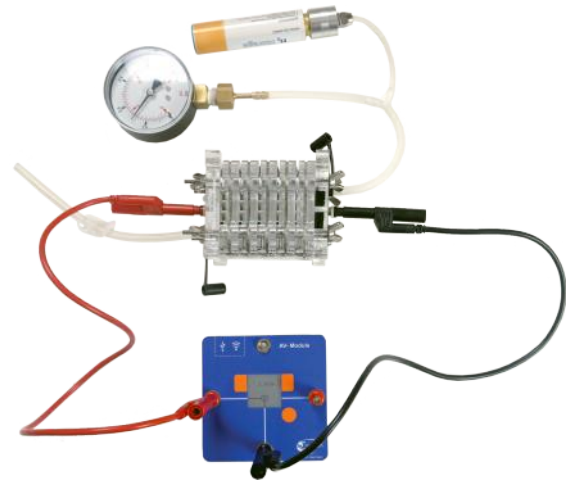
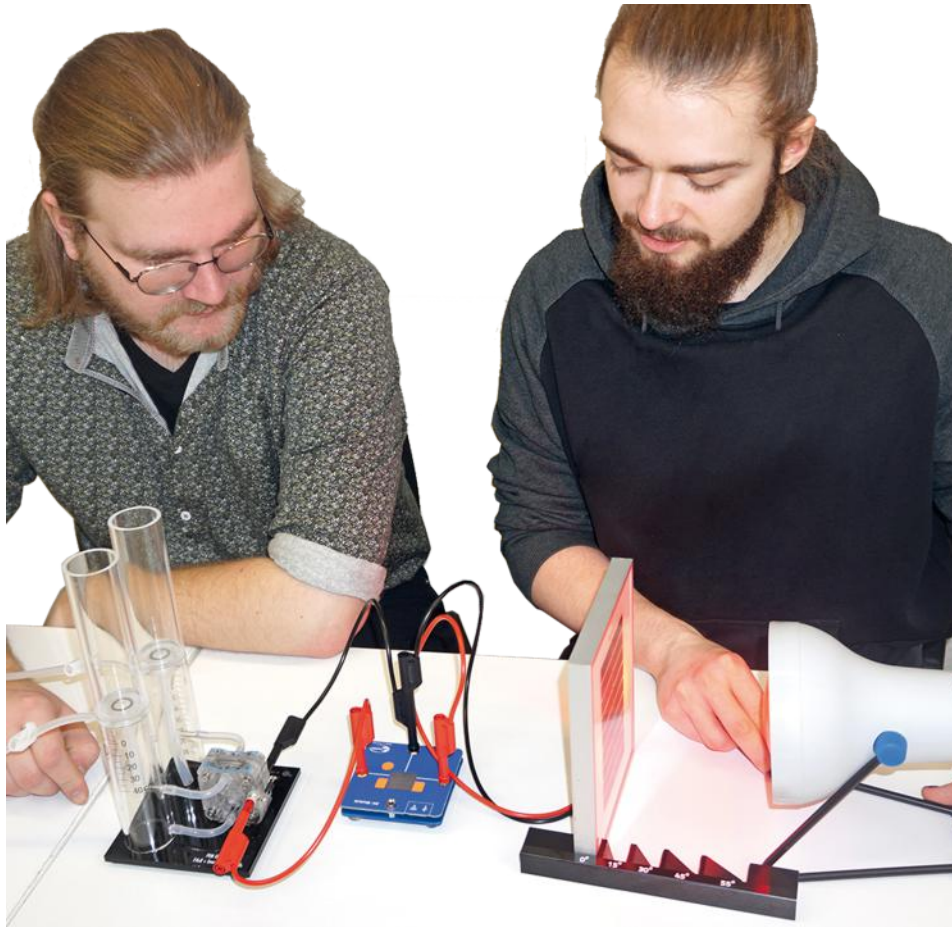
Extraits du support pédagogique

- Exemples d'expériences,
- Première loi de Faraday,
- Rendement énergétique d'un électrolyseur et d'une pile à combustible,
- Thermodynamique : processus électrochimiques
- Courbes caractéristiques de courant et de tension,
- Électrolyse :  $H_2O = O + 2H$ ,
- Connexion parallèle et en série

Réf : EWTHC392

## Valise de TPs Pile à combustible H<sub>2</sub>

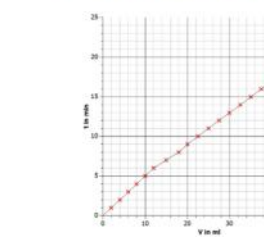
Système complet pour l'étude des caractéristiques d'un électrolyseur, d'une pile, ...



Expérience 2.4  
2.4 Production d'hydrogène vert grâce à l'énergie solaire

Résultats

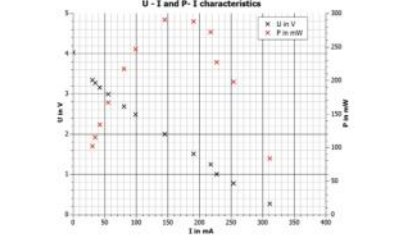
t en min	0	1	2	3	4	5	6
U dans V	3,87	3,08	3,09	3,09	3,09	3,09	3,1
I en mA	148	147	147	148	147	148	149
V en ml	0	2	4	6	8	10	12



Expérience 3.4  
3.4 Test de la cellule soignée

Résultats

U en mV	850	841	800	770	700	660
I en mA	0	7,7	13,1	20	41,7	80
P en mW	0	6,4757	10,48	15,4	29,10	36,8



### La valise Solaire Thermique, comprend :

- Unité de base, jeu de tuyaux, pinces, câbles,
- Panneau PV avec support différents angles + lampe,
- Electrolyseur avec support, bouteille eau distillée,
- Pile à combustible 5 stacks, démontable,
- Module mesure U-I, et charge (moteur, résistance),
- Alimentation U pour ventilateur,
- Réservoir hydrure + détendeur et manomètre,
- Châssis voiture avec moteur électrique, support pile,

### Extraits du support pédagogique :

- Production d'hydrogène vert avec l'électrolyseur, efficacité, U-I,
- Fonctionnement d'une pile à combustible, caractéristiques,
- Étude de l'effet de cheminée d'une pile à combustible,
- Consommation d'hydrogène d'une pile à combustible.
- Montage avec stockage par hydrure métallique,
- Contrôle d'étanchéité d'un stack,
- Utilisation d'un stack avec et sans ventilateur,
- Application sur un véhicule électrique.

Réf : EWTLE1222



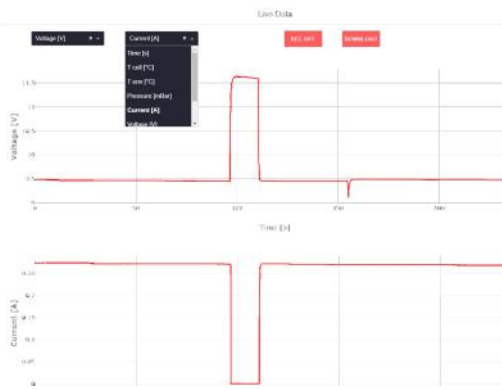
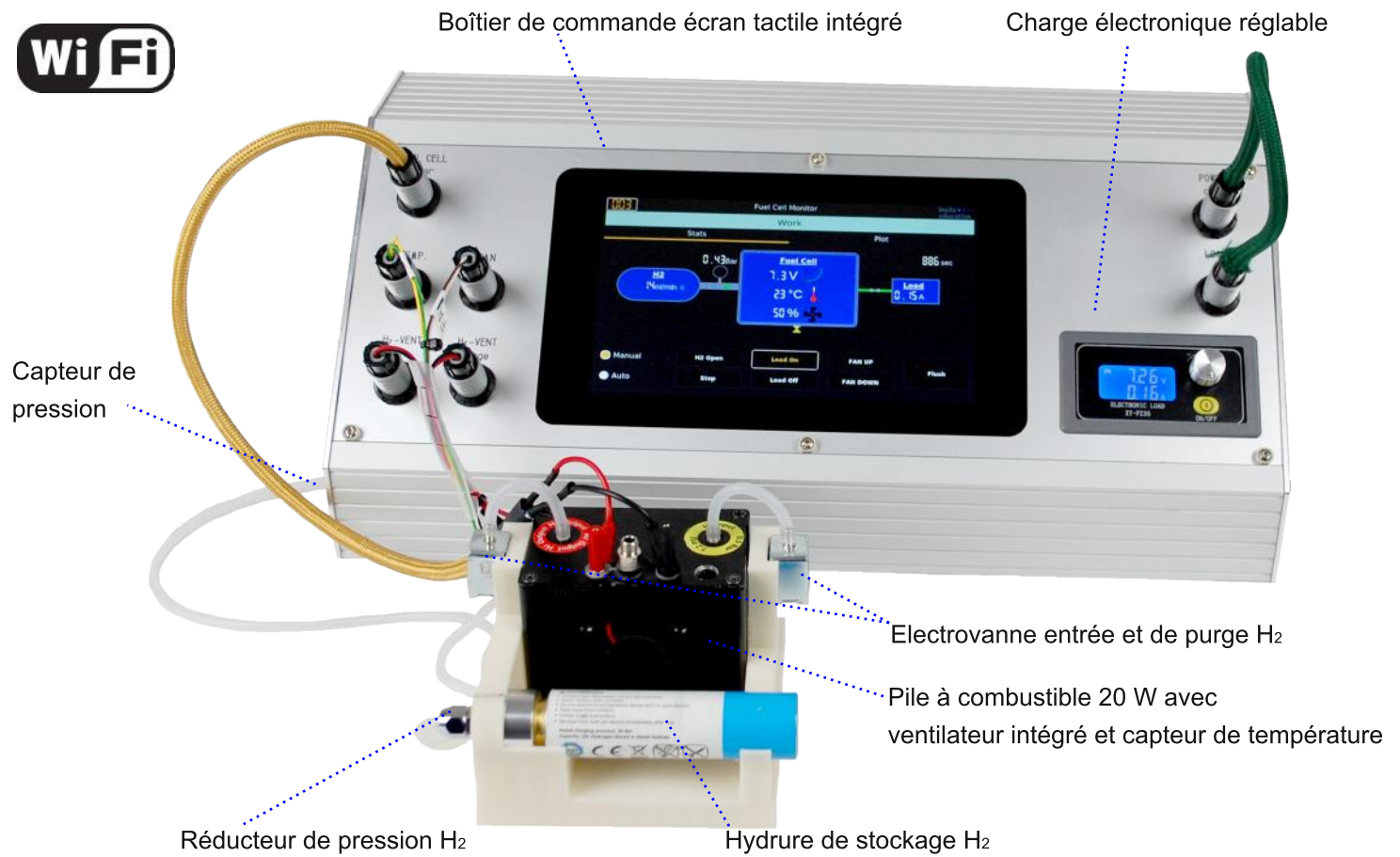


## Banc d'étude d'une pile à H<sub>2</sub> 20W

Le système montre la structure d'un système complet de pile à combustible avec tous les composants de sécurité nécessaires de la manière la plus simple et la plus sûre.

Permet à l'utilisateur de contrôler manuellement les paramètres (sortie du ventilateur, électrovanne de purge, relais de charge, courant de charge).

Wifi pour connection d'un PC ou tablette.



### La kit comprend :

- Pile H<sub>2</sub> 20 W avec ventilateur et capteur de température,
- 2 électrovannes,
- Stockage H<sub>2</sub> (Hydrostick),
- Contrôle de la pile à combustible,
- Charge électronique,
- Accessoires (câbles et flexibles),
- Support de pile à combustible,
- Logiciel.
- Capteur de pression,
- Réducteur de pression,

### Accessoire en option :

Electrolyseur, station de recharge à hydrogène



Réf : EWTINie3033



## Système d'étude d'une pile à combustible de 50W

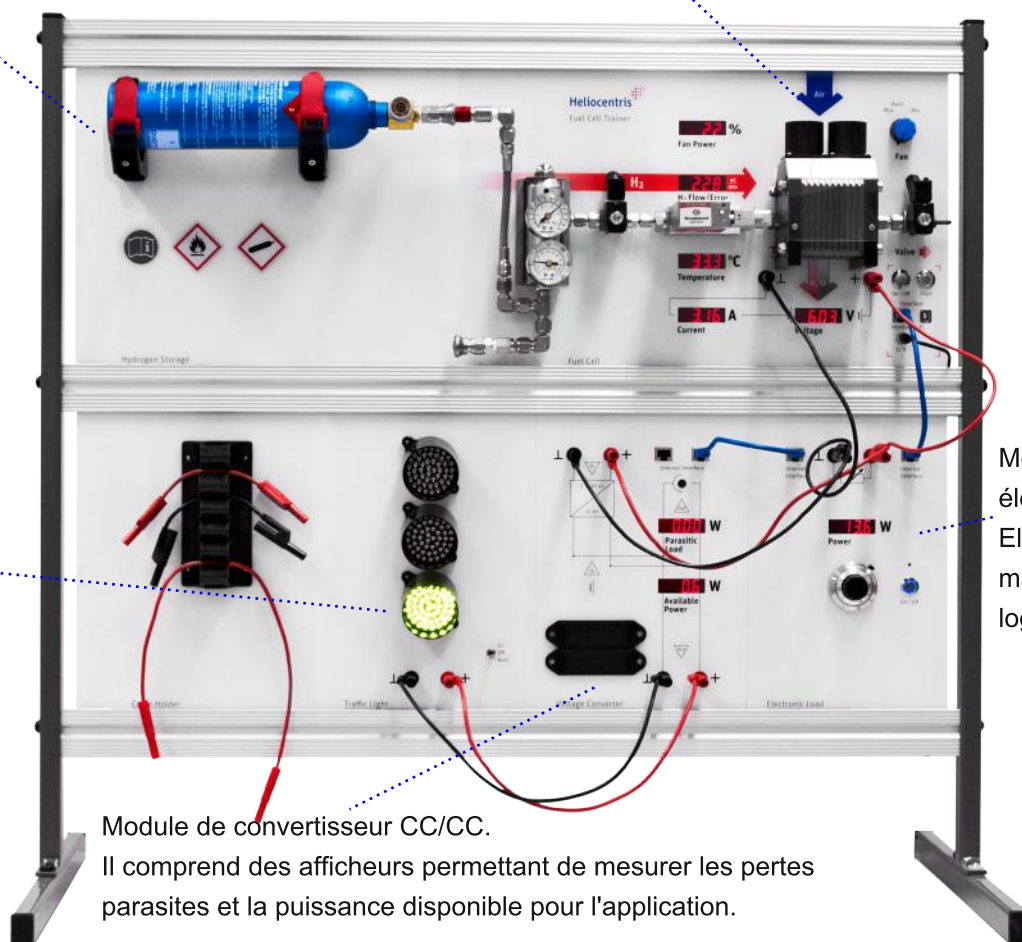
Le Fuel Cell Trainer a été conçu spécialement pour répondre aux exigences pédagogiques des universités, des écoles d'ingénieurs et des lycées techniques.

La conception modulaire du Fuel Cell Trainer permet aux utilisateurs d'étudier chaque composant de façon individuelle, puis dans son ensemble pour analyser le fonctionnement global d'un système d'alimentation à pile à combustible.

Module de stockage H<sub>2</sub>, hydrures métalliques avec régulateur de pression.

Module de pile à combustible, Comprenant : une pile PEM 50 W, un contrôleur, un débitmètre d'hydrogène, une électrovanne de purge et un ventilateur réglable.

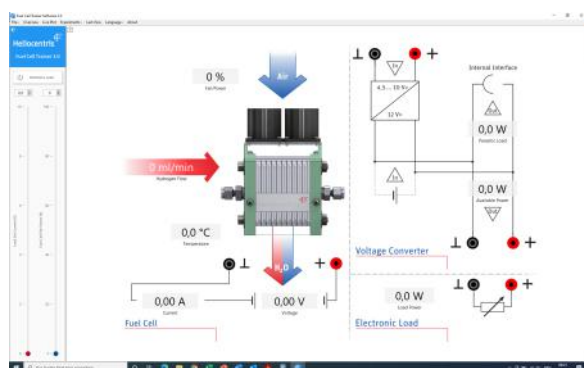
Les cinq afficheurs permettent d'observer l'évolution de la température, du courant, de la tension, du débit H<sub>2</sub> et du débit d'air.



Charge.  
Feux de circulation.

Module de charge électronique.  
Elle peut être contrôlée manuellement ou via le logiciel

Module de convertisseur CC/CC.  
Il comprend des afficheurs permettant de mesurer les pertes parasites et la puissance disponible pour l'application.



Logiciel avec affichage des paramètres du systèmes.  
Variation des paramètres

### Le kit pile 50W, comprend :

- Module de pile à combustible,
- Module de charge électronique,
- Module de convertisseur CC/CC,
- Module de feu de circulation,
- Module de stockage H<sub>2</sub>,
- Manuel d'utilisation avec guide pédagogique.

### Extraits du support pédagogique :

- Fonctions de base d'un système de pile à combustible,
- Courbe caractéristique et facteurs d'influence d'une pile à combustible,
- Détermination de la courbe de courant d'hydrogène,
- Efficacité d'une pile à combustible,





## Système Hybride NEXA 1200

Système hybride pile à combustible/batterie 1.2 kW permettant de comprendre et d'étudier le comportement des composants individuels et du système dans différentes configurations hybrides, axé sur les applications des piles à combustible, les technologies des batteries, les systèmes hybrides, la gestion et le stockage de l'énergie.

Les grandes lignes :

- Modélisation des batteries,
- Gestion de l'énergie hybride,
- Interface API.

### Ordinateur de contrôle et d'expérimentation :

- Vue d'ensemble du système,
- Affichage en temps réel et mesures de données,
- Réalisation d'expériences.

### IHM :

- Écran pour les paramètres et le contrôle du système.

### Module de charge électronique :

- Simulation de charges électriques,
- Modes de régime : CC, CV, CP, CR,
- Contrôle manuel ou par logiciel.

### Module du système de batterie :

- Choix de la capacité des batteries,
- Possibilité de connecter des batteries externes.

### Module de gestion de l'énergie :

- Configuration de la régulation de charge des batteries,
- Préparation de la tension CC ou CA régulée,
- Onduleurs alimentés par le circuit,
- Système de capteurs.

### Module pile à combustible :

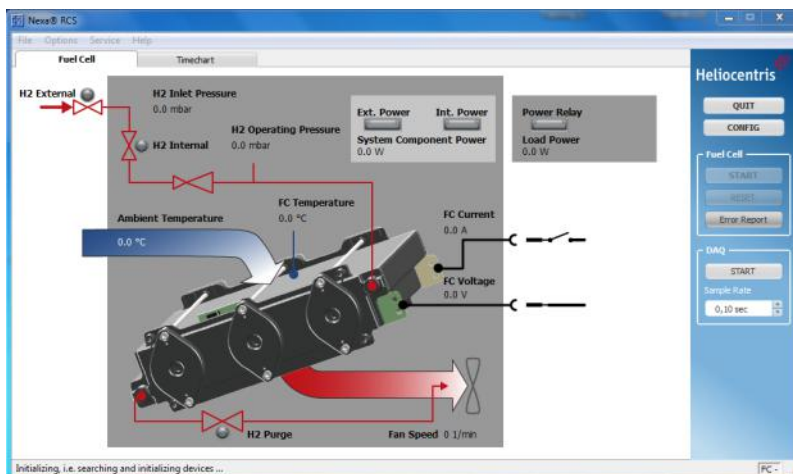
- Pile à combustible robuste NEXA 1200W,
- Sortie CC non régulée,
- Mesure de la consommation d'hydrogène,
- Contrôle de la température du bloc pile.

### Module de stockage H<sub>2</sub> :

- Réservoir à hydrure métalliques Heliocentris,
- Contrôle de la température de stockage.



Réf : EWTHC793





## ET 262 Géothermie avec principe du heatpipe

On exploite l'énergie thermique accumulée sous la surface terrestre à des fins de chauffage.  
 Bases de la géothermie,  
 Comportement en service d'une sonde géothermique avec principe du heatpipe,  
 Détermination de la quantité de chaleur extractible du heatpipe lorsque l'on varie la charge thermique,  
 Variation de la quantité de remplissage du fluide caloporteur,  
 Etude du profil de température radial dans un échantillon de sable et détermination de la conductivité thermique,  
 Détermination de la conductivité thermique du sable à l'aide du Thermal Response Test,  
 Principes de base et bilan énergétique d'une pompe à chaleur,  
 Logiciel GUNT pour l'acquisition de données via USB.

## ET 264 Géothermie avec un système à 2 puits

L'énergie thermique est prélevée dans les eaux souterraines proches de la surface, à des fins de chauffage.  
 Circuit d'eaux souterraines avec régulation de température,  
 Trop-pleins réglables en hauteur pour l'ajustage de l'écoulement souterrain,  
 Débit ajustable de la pompe du puits de pompage,  
 Manomètre à tubes multiples pour la visualisation des niveaux des eaux souterraines,  
 Comportement en service d'un système à deux puits,  
 Caractéristiques hydrauliques et thermiques de la terre,  
 Détermination de la puissance thermique exploitable,  
 Principes de base et bilan énergétique d'une pompe à chaleur,  
 Logiciel GUNT pour l'acquisition de données via USB.



## Demander nos autres catalogues

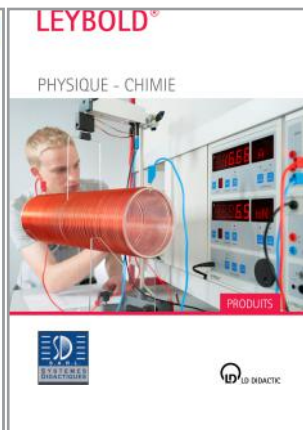
Juillet 2022



STI2D



Electrotechnique



Général Physique



Energies nouvelles



Gamme GUNT au complet

**Systèmes Didactiques**  
 Savoie Hexapole - Actipole 3 - rue Maurice Herzog  
 F 73420 Viviers du Lac  
 Tél : 04 56 42 80 70 Fax : 04 56 42 80 71  
 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,  
 Energies renouvelables, Solaire, Piles à Hydrogène, Mobilier