

# Pompe à Chaleur Air-Eau Inverter

PAC inverter réversible 6kW instrumentée

## La PAC Air/Eau réversible en un clin d'œil

- ✓ Energétique
- Familles de composants abordées
- ✓ Machines thermodynamiques (→ PAC Air/Eau 6 kW réversible)
- ✓ Régulation thermique
- ✓ Circuits fluidiques (→ Groupe de circulation, Vase d'expansion, Cuve tampon...)
- ✓ Mesure (→ Compteurs d'énergie thermiques et électrique, Température, Manomètre HP et BP)
- Activités pédagogiques
- ✓ Câblage et raccordement hydraulique et électrique
- ✓ Mise en service, réglages et maintenance
- ✓ Bilan thermique global et par sous-ensemble
- ✓ Analyses technico-économiques et environnementales
- ✓ Dimensionnement d'installation...
- Points forts
- ✓ Affichage des températures ramené sur afficheur ou centrale d'acquisition et supervision (options)
- ✓ Installation au sein des ateliers par une équipe de professionnels (Option)

## Références

- ✓ PC60: PAC Air/Eau Inverter 6 kW réversible instrumentée
- ✓ PC61: Option Vanne 3 voies pour production d'ECS (Ballon avec échangeur non fourni)
- ✓ PC63: Composants défectueux
- ✓ PC28: Centrale d'acquisition & Télégestion
- ✓ PC22: Lecteur enregistreur de températures multivoies et sondes pour circuit frigorifique

## Produits associés

- ✓ RA20: Banc Equilibrage de radiateurs
- ✓ VC10: Banc Ventilconvecteurs
- ✓ PV20: Banc Plancher chauffant
- ✓ PC25: Aérotherme 6-13 Kw
- ✓ PC26: Aérotherme sur châssis
- ✓ PC27: Echangeur à plaques

## Caractéristiques

- ✓ L / I / H : 1750 / 900 / 2000 mm
- ✓ Énergie électrique : 220 V monophasé
- ✓ Masse : 500 kg

Bac Pro MEE, MFER, ICCER  
BTS FEE - IUT GT...

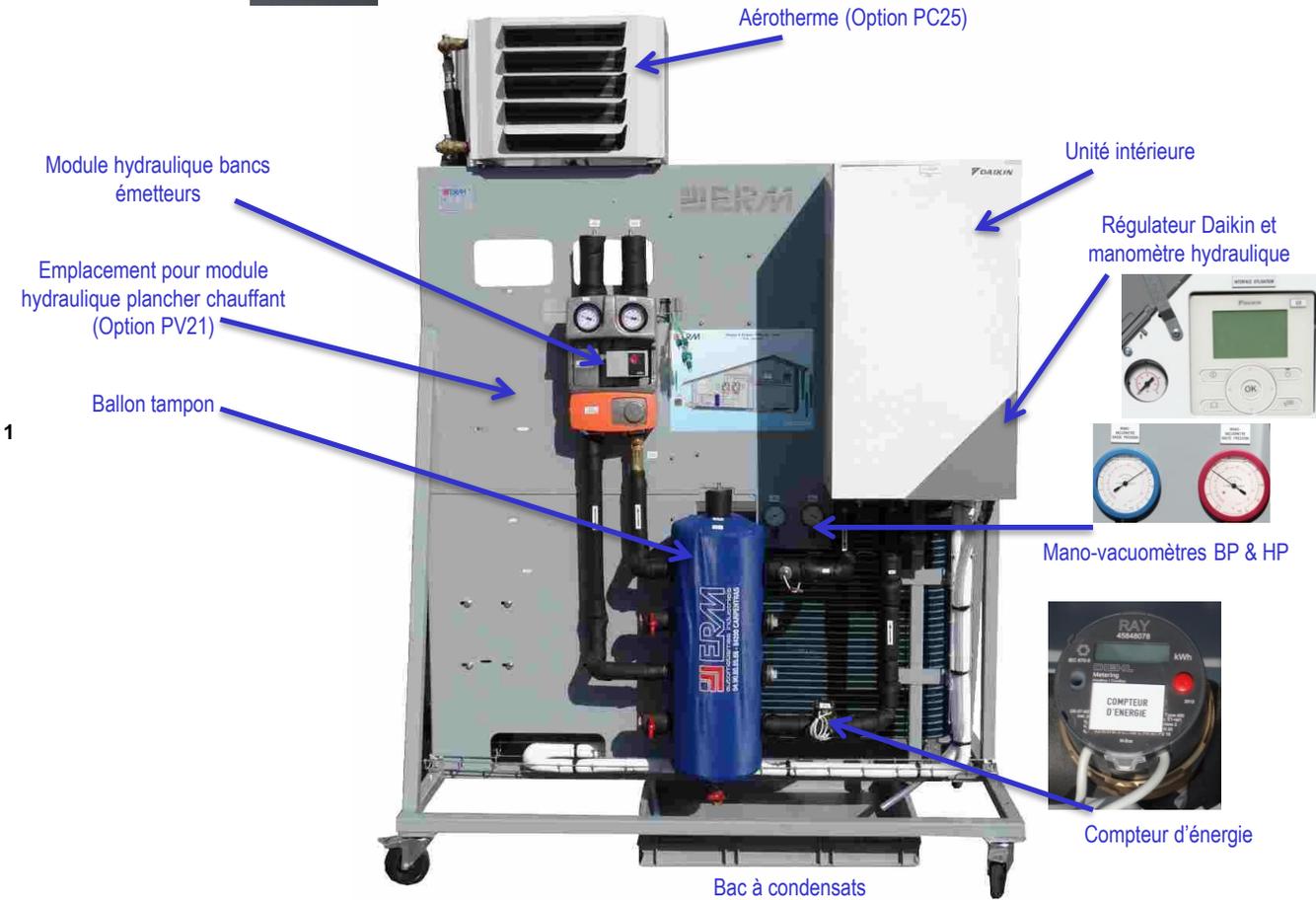
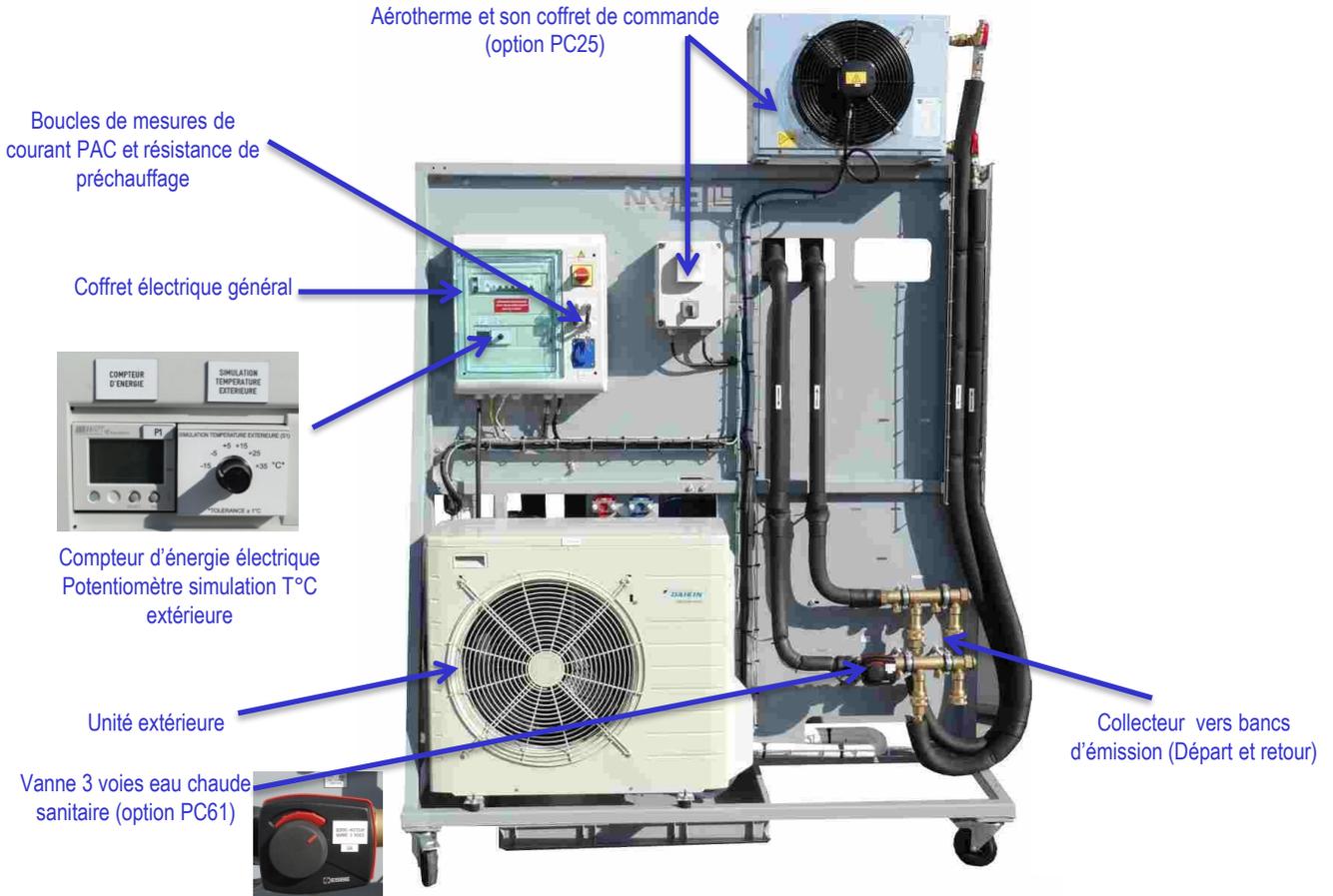


Aérotherme  
(option PC25)

Coffret  
électrique et de  
mesurage

Unité extérieure





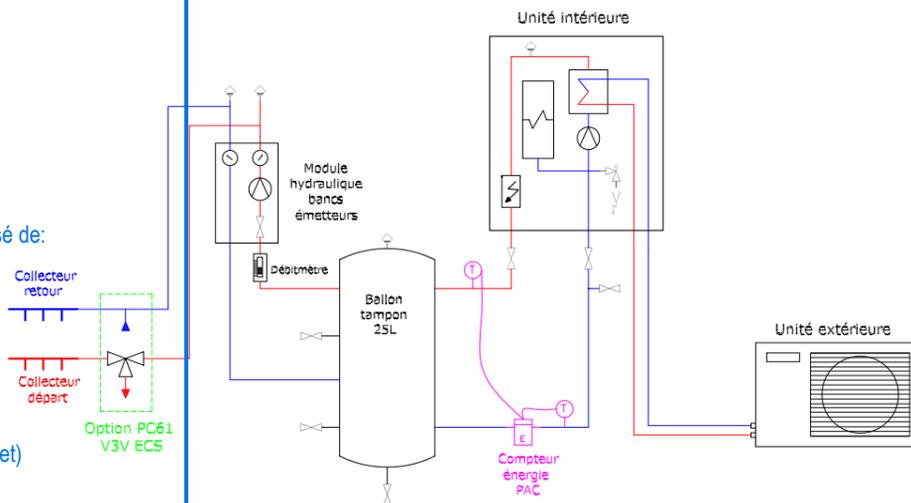
1



## Architecture fonctionnelle (suite)

### Sous-ensemble Pompe à chaleur et Module hydraulique (PC60)

- ✓ Ce sous-ensemble est constitué:
  - D'une pompe à chaleur Air/Eau réversible P = 6kW (Marque Daikin, Gamme Altherma BT, 3<sup>ème</sup> génération) pour une sortie d'eau à 45°C et une température d'entrée d'air de 7°C
  - D'un module d'échange intérieur composé de:
    - 1 régulateur
    - 1 échangeur à plaque
    - 1 capteur de débit
    - 1 purgeur
    - 1 vase d'expansion
    - 1 soupape de sécurité avec manomètre
    - 1 circulateur départ chauffage
    - 1 appoint électrique (Résistance de 3kW)
  - D'un module hydraulique bancs émetteurs composé de:
    - 1 circulateur
    - 1 indicateur de débit
    - 1 indicateur de température
    - 1 vanne de réglage
  - D'une bouteille de mélange 25L
  - D'un ensemble d'accessoires hydrauliques
    - 1 collecteur départ chauffage
    - 1 collecteur retour chauffage
    - 1 ensemble remplissage (Vannes, Filtre et Clapet)
    - 1 ensemble vidage (Vanne)
    - 1 filtre à tamis
- Une liaison frigorigène au R32 entre l'unité extérieure et l'unité intérieure



### Sous-ensemble Coffret électrique (PC60)

- ✓ Ce sous-ensemble est constitué de:
  - Interrupteur-sectionneur général
  - Protections électriques
  - Compteur d'énergie électrique (Voir plus bas)
  - Potentiomètre de simulation de la température extérieure
  - Boucles de mesures de courant PAC et résistance d'appoint (Voir plus bas)
  - Prise 230V / 10A

### Sous-ensemble Mesurage circuits hydraulique et aéraulique (PC60)

- ✓ Ce sous-ensemble est constitué de:
  - 1 compteur d'énergie électrique consommée par la PAC
  - 1 compteur d'énergie thermique entre PAC et bouteille de mélange avec affichage digital et communication M-bus vers une centrale d'acquisition (En option)
  - 1 débitmètre à flotteur sur départ eau
  - 1 manomètre sur la soupape de sécurité
- ✓ Le compteur d'énergie thermique (mesure débit, température départ, température retour, puissance, énergie) est installé sur le retour eau chaude chauffage afin d'étudier la puissance calorifique:
- ✓ Le compteur d'énergie électrique est monté sur l'alimentation PAC afin de calculer les différents coefficients de performances
- ✓ Le coffret électrique comporte deux boucles de courant pour mesurer les intensités absorbées par la PAC et seulement pas la résistance électrique (Pince ampèremétrique non fournie)

### Sous-ensemble Mesurage pression circuit frigorifique (PC60)

- ✓ Ce sous-ensemble est constitué de:
  - 1 manomètre BP
  - 1 manomètre HP

### Sous-ensemble Mesurage pression circuit frigorifique (PC60)

- ✓ Ce sous-ensemble est constitué des composants défectueux suivants à utiliser lors de l'activité de maintenance corrective:
  - Sonde de température
  - Purgeur
  - Vase d'expansion



Bouteille de mélange 25L



Coffret d'alimentation et mesure électrique

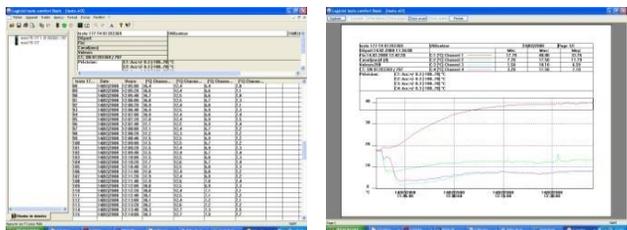


## Architecture fonctionnelle (suite)

### Option Lecteur enregistreur de températures multivoies et sondes pour circuit frigorifique (PC22)

✓ Cette option est constituée de:

- Un lecteur/Enregistreur de températures multivoies permettant d'enregistrer simultanément les évolutions de 4 sondes de températures. Les données sont exportables sur PC pour traitement avec le logiciel fourni.
- 7 Sondes de température thermocouple situées aux 7 endroits suivants:
  - Température aspiration BP
  - Température refoulement HP
  - Température entrée évaporateur
  - Température sortie évaporateur
  - Température sortie détendeur
  - Température entrée condenseur
  - Température sortie condenseur / entrée détendeur
- Les différentes sondes de température sont placées sur le circuit frigorifique afin de pouvoir étudier le cycle de fonctionnement réel de la machine



### Option Aérotherme 6-13 kW (PC25) sur châssis (PC26)

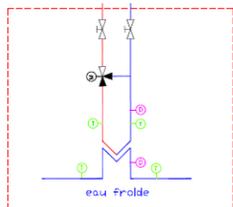
✓ Ce sous-ensemble est constitué:

- D'un aérotherme à eau 13kW (Régime 90-70°C) avec sélecteur de vitesse monté sur le banc ou sur châssis



### Option Echangeur à plaques à eau perdue (PC27)

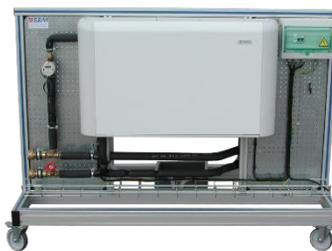
- ✓ Ce sous ensemble permet l'utilisation de la PAC l'été en mode chauffage en refroidissant l'eau du circuit hydraulique de manière à forcer son fonctionnement.
- ✓ Ce sous-ensemble est constitué:
  - D'une échangeur à plaques à eau perdue 8 kW, surface d'échange thermique 0,2m<sup>2</sup>, plaques brasées
  - D'une électrovanne
  - D'un aquastat différentiel
  - De 2 compteurs d'énergies (débitmètre, température...) à affichage digital et communication M-bus
    - » Température entrée Echangeur côté primaire
    - » Température sortie Echangeur côté primaire
    - » Débit et énergie côté primaire
    - » Température entrée Echangeur côté secondaire
    - » Température sortie Echangeur côté secondaire
    - » Débit et énergie côté secondaire
- ✓ Le premier compteur d'énergie thermique est installé du côté eau chaude chauffage afin de mesurer la puissance froide transmise au côté chaud.
- ✓ Le deuxième compteur d'énergie thermique est installé du côté eau froide afin de mesurer la puissance chaude transmise au côté froid.
- ✓ L'échangeur à plaques est monté sur un châssis indépendant.



### Option Banc Equilibrage de radiateurs (RA20)



### Option Banc Ventilconvecteurs (VC10)



### Option Banc Plancher chauffant (PV20)





## Approche pédagogique

### Activités pédagogiques envisageables

- ✓ Câblage et raccordement hydraulique et électrique
- ✓ Mise en service, réglages et maintenance
- ✓ Bilan thermique global et par sous-ensemble
- ✓ Analyses technico-économiques et environnementales
- ✓ Dimensionnement d'installation...

### Travaux Pratiques proposés par ERM Automatismes

#### TP1 Mise en service (1)

- ✓ Identifier les composants du système
- ✓ Comprendre le rôle de chacun de ces composants
- ✓ Comprendre le principe de fonctionnement du système

#### TP2 Mise en service de l'installation hydraulique (2)

- ✓ Découverte de l'installation hydraulique, analyse technologiques des différents appareils.
- ✓ Découverte raccordement électrique, analyse technologiques des différents appareils.
- ✓ Prise en main des compteurs d'énergies pour la réalisation du bilan énergétique en fonctionnement simple production de chaleur directe.
- ✓ Les notions fondamentales d'énergie, de puissances thermiques et électriques sont validées.
- ✓ Les notions fondamentales d'hydraulique telle que pression, hauteur manométrique, débit et point de fonctionnement des circulateurs sont validées.
- ✓ Une séquence de mesures permettra de vérifier une loi fondamentale de transmission de puissance thermique par un fluide caloporteur au travers d'une bouteille d'alimentation de puissance chaleur

#### TP3 Analyse fonctionnelle et identification

- ✓ Identifier les constituants
- ✓ Expliquer le rôle de chacun d'eux
- ✓ Expliquer le principe de fonctionnement de la pompe à chaleur en mode chauffage et en mode rafraîchissement

#### TP4 Intervention sur circuit hydraulique (Circulateur)

- ✓ Rédiger une procédure d'intervention
- ✓ Consigner les énergies
- ✓ Intervenir sur le circuit hydraulique
- ✓ Faire le remplissage et la purge du circuit hydraulique

#### TP5 Fonctionnement de la PAC en chauffage puis en rafraîchissement

- ✓ Découverte de l'installation frigorifique, analyse technologique des différents appareils.
- ✓ Tracer de cycles frigorifiques sur le diagramme de R32 fourni pour différentes températures de sources
- ✓ Les notions de surchauffe, sous refroidissement, débit volume aspiré par le compresseur, Coefficient Of Performance sont validées.
- ✓ Une vérification des performances de la PAC à l'aide des données du constructeur sera réalisée:
- ✓ Des mesures permettront de mettre en évidence les règles de base permettant d'optimiser le fonctionnement les machines thermodynamique, utilisant l'air et l'eau comme source chaude et froide

- ✓ Les notions d'efficacité, de températures moyenne et logarithmique pour des échangeurs à fluides mono et biphasiques seront abordées.

#### TP6 Maintenance préventive

#### TP7 Maintenance corrective

#### TD1 Dimensionnement et sélection

- ✓ Lecture de plan et analyse de la notice descriptive d'une maison
- ✓ Prise en main d'une méthode de détermination des charges thermiques hiver d'une maison.
- ✓ Les notions fondamentales d'énergie, de puissances thermiques et électriques sont validées.
- ✓ Les notions fondamentales d'échanges thermiques appliqués au bâtiment sont validées.
- ✓ Manuellement ou à l'aide d'un tableur on déterminera les besoins thermiques du bâtiment.
- ✓ Suivant le mode de diffusion plancher, chauffant ou réseau de radiateur (régime de température d'eau différentes), on déterminera les caractéristiques de la PAC d'après la documentation fournie.

#### TD2 Coût de fonctionnement (mono-système)

- ✓ Analyse fonctionnelle d'un point de vue énergétique du système PAC face à un système de production thermique classique.
- ✓ A l'aide de la tarification des fournisseurs d'énergie, du climat du site de la construction et les caractéristiques de performance de la PAC et de la chaudière. On établira à l'aide d'un tableur un bilan énergétique, financier et carbone du fonctionnement de l'installation.
- ✓ Les notions fondamentales d'énergie, de puissances thermiques et électriques sont validées.
- ✓ Les notions d'équivalence énergie-carbone sont validées
- ✓ Les notions de rendement et de coefficient de performance sont validées

#### TD3 Coût de fonctionnement en relève de chaudière

- ✓ Analyse fonctionnelle d'un point de vue énergétique du système PAC en relève d'un système de production thermique classique.
- ✓ A l'aide de la tarification des fournisseurs d'énergie, du climat du site de la construction et les caractéristiques de performance de la PAC et de la chaudière. On établira à l'aide d'un tableur un bilan énergétique, financier de l'installation.
- ✓ La connaissance des modes de fonctionnement et raccordement des systèmes en relève de chaudières
- ✓ Les notions fondamentales d'énergie, de puissances thermiques et électriques sont validées.
- ✓ Les notions d'équivalence énergie-carbone sont validées
- ✓ Les notions de rendement et de coefficient de performance sont validées

### Autres éléments pédagogiques du dossier technique

- ✓ Ressources sur les échangeurs de chaleur
- ✓ Ressources sur les fluides frigorigènes, dont le R32
- ✓ Modélisation 3D Solidworks et vidéos de fonctionnement de compresseur
- ✓ Modélisation 3D Solidworks de vanne 4 voies d'inversion de cycle



# Centrale d'acquisition & télé-gestion

Centrale de supervision d'installation climatique

## La Centrale d'acquisition & télé-gestion en un clin d'œil

### > Intérêt de la centrale

- ✓ Cette centrale est constituée d'un coffret contenant:
  - Un datalogger et un module de communication
  - Des borniers et protections permettant de raccorder des sondes de température, compteurs d'énergie et autres capteurs pour acquisition des données
  - 12 sondes de température PT1000 à connecteurs rapides
  - 6 fiches Jack pour raccordement à compteurs d'énergie via le protocole MBUS
- ✓ Il permet de centraliser un grand nombre de mesure pour visualisation des courbes sur un PC (Températures, Consommations électriques, Débits...)
- ✓ Sa mémoire embarquée permet d'enregistrer les mesures sur un temps donné, ce qui facilitera l'analyse des fonctionnements dans le temps
- ✓ Affichage des mesures sur un schéma synoptique de l'installation



### Caractéristiques

- ✓ Coffret portable destiné à l'acquisition et à l'enregistrement de tous types de mesures utiles en génie climatique
- ✓ Centrale de télégestion de type Ewon Flexy
- ✓ Exportation des données sur Ethernet
- ✓ Logiciel de télégestion inclus (Serveur Web, Historiques, ...)

### Activités pédagogiques

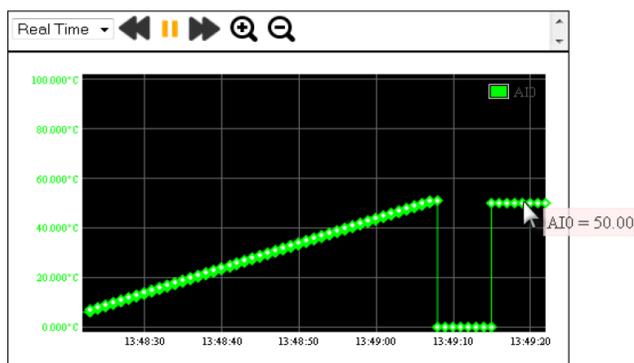
- ✓ Mise en place de structures d'acquisition et télégestion sur systèmes climatiques
- ✓ Etude des solutions de communication industrielle

### Points forts

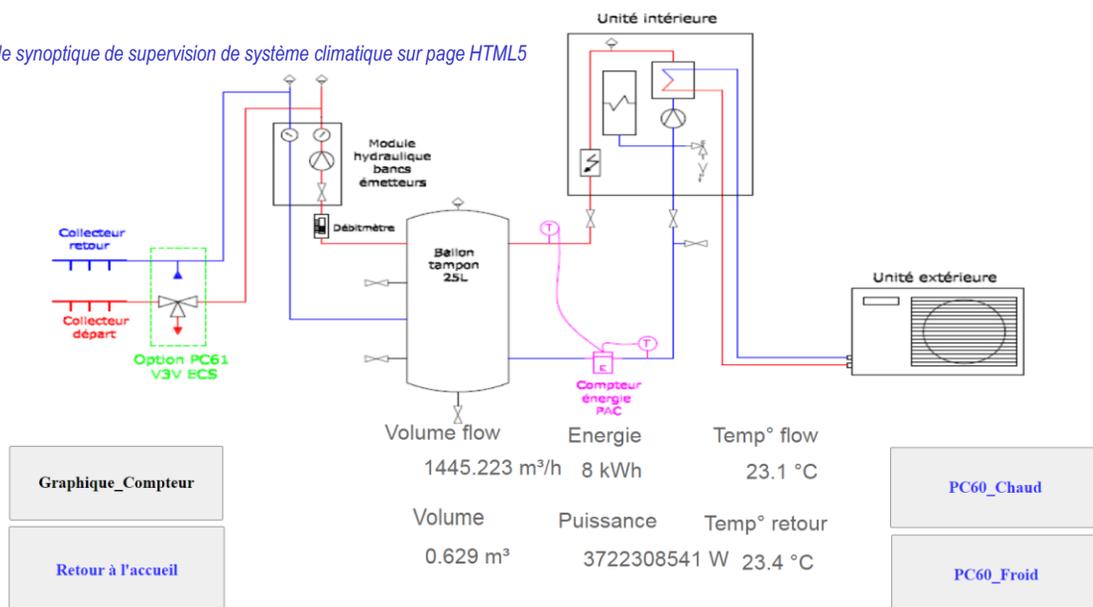
- ✓ Nombre élevé d'entrées / sorties et de possibilités de communication

### Référence

- ✓ PC28: Centrale d'acquisition et télé-gestion



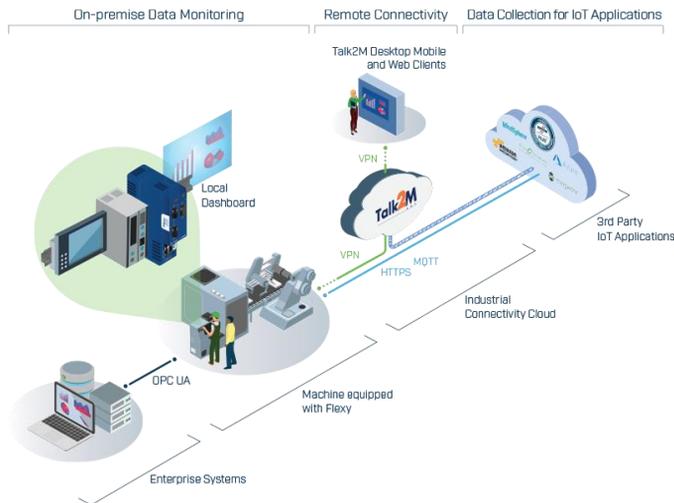
Exemple de synoptique de supervision de système climatique sur page HTML5





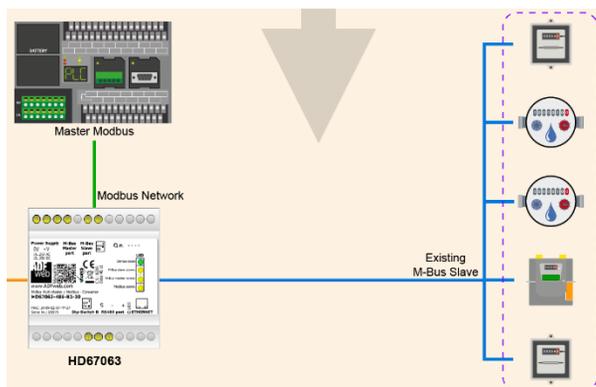
## Passerelle industrielle Ewon Flexy 102

- ✓ Ewon Flexy est une gamme de passerelles industrielles modulaires destinées à la communication universelle avec divers équipements de terrain
- ✓ Communication Modbus (Températures, Consommations électriques, Débits...)
- ✓ Collecte de données et tableaux de bords locaux
  - Prise en charge des principaux protocoles d'API pour l'historisation des données et la notification d'alarmes
  - Tableau de bord web local pour la surveillance à distance
- ✓ Collecte de données centralisée via internet
  - Flexibilité totale pour l'envoi des données vers n'importe quel serveur (local ou dans le cloud)
  - Prise en charge de MQTT ou HTTPS via le moteur de scripts BASIC ou JVM (Java Virtual Machine) embarqué



## Passerelle M-Bus vers Modbus

- ✓ Cette passerelle permet d'intégrer un réseau M-Bus avec un réseau Modbus
- ✓ Prise en charge des compteurs d'énergie thermique, électrique, eau, ...
- ✓ (Diehl Metering, ...)



- PC60\_Chaud
- PC60\_Froid
- Compteur d'énergie
- Plancher chauffant

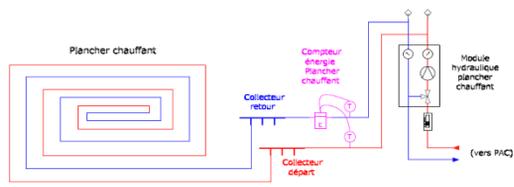
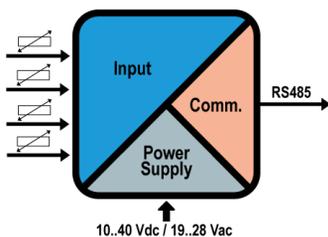
## Accueil



Centrale Acquisition et Télégestion

## Transmetteurs de température Modbus

- ✓ Convertisseurs pour thermistances PT1000 à canaux de mesure isolés
- ✓ Communication vers la passerelle Ewon en Modbus RTU sur bus RS485



	Volume flow	Energie	Temp° flow
Graphique_Plancher	1445.223 m³/h	8 kWh	23.1 °C
Retour à l'accueil	0.629 m³	3722308541 W	Temp° retour 23.4 °C