

Ce système permet l'étude des systèmes frigorifiques et la mise en pratique des calculs de thermodynamique appliqués à la réfrigération. Sa particularité est qu'il est entièrement contrôlable par internet directement depuis un navigateur web comme Internet Explorer ou Firefox.

Il est constitué de deux chambres froides ayant chacune leur propre évaporateur mais partageant pour le reste le même circuit de refroidissement au fluide R134a (compresseur, condenseur...).

La commande et la configuration de ce système peut être effectuée de deux façons :

- par un pupitre classique couplé à un régulateur
- par automate programmable industriel de type PAC (programmable automation controller)

Compact [Fieldpoint](#)

Le Compact Fieldpoint ajoute alors la possibilité du contrôle distant par internet, la visualisation des courbes d'évolution des températures de l'air et du fluide frigorifique, de la pression du fluide, des puissances et cela à différents points. Ceci permettant calculer les caractéristiques du système frigorifiques indispensables comme l'enthalpie, l'entropie, le diagramme de Mollier et les rendements.



*Système frigorifique avec le pupitre de commande et le circuit du fluide*

## Technologie matérielle

Le logiciel est embarqué dans un module contrôleur Compact [Fieldpoint](#) de National Instrument qui comprend un connecteur RJ45 Ethernet ce qui permet de le relier au réseau; c'est par ce biais qu'on télécharge par FTP l'exécutable sur le module contrôleur et qu'on peut avoir accès aux variables partagées publiées sur le réseau. On utilise des modules Compact [Fieldpoint](#)

entrées/sorties binaires, analogiques et relais pour l'envoi de commandes (marche/arrêt et vitesse du compresseur, électrovannes du fluides frigorifique, ventilateurs condenseur et des évaporateurs des chambres froides, lumières et chauffages des chambres froides), et l'acquisition des mesures. On mesure la puissance consommée par le compresseur avec le wattmètre inclus dans le régulateur. Ce régulateur ne communiquant que par Jbus, on utilise le port

[RS-232](#)

du contrôleur Compact

[Fieldpoint](#)

auquel on connecte un convertisseur

[RS-232](#)

<-->

[RS-485](#)

. Les fonctions communication Jbus avec le régulateur sont programmée dans le contrôleur en s'appuyant sur le protocole Modbus qui est compatible pour notre utilisation. Une carte 8 relais Ethernet commandée par le logiciel du contrôleur est ajoutée pour augmenter le nombre de relais.



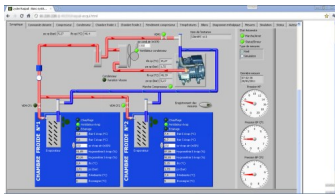
Le système frigorifique avec les modules compact [Fieldpoint](#) en bleu embarquant [LabVIEW](#)

temps réel.

On voit également sur le côté droit les portes des deux chambres froides.

### Technologie logicielle

- [LabVIEW](#) pour la programmation et le compilation du programme embarqué dans le contrôleur Compact Filedpoint
- [LabVIEW](#) RT : module permettant de programmer en [LabVIEW](#) des cibles embarquées avec les contraintes du temps réel
- Système d'exploitation du contrôleur Compact [Fieldpoint](#) : Phar Lap ETS de IntervalZero (du groupe [Citrix](#))
- Serveur HTTP embarqué dans le contrôleur Compact [Fieldpoint](#) pour afficher directement dans un navigateur web (Firefox, Internet Explorer...) l'interface graphique de contrôle et les graphes
- Serveur FTP embarqué dans le contrôleur Compact [Fieldpoint](#) pour télécharger l'exécutable et les fichiers de configuration et de données



Copie d'écran de l'interface graphique du logiciel programmé avec [LabVIEW](#), embarqué dans le module contrôleur du l'automate Compact

[Fieldpoint](#)

de National Instruments.

On accède à cette interface depuis Internet par un navigateur web comme ici Google Chrome.

### Fonctionnement

L'utilisateur a la possibilité de choisir, par un commutateur, d'utiliser la régulation par le pupitre (mode locale) ou l'étude et régulation par le Compact [Fieldpoint](#) appelé également mode distant. Si c'est ce dernier mode qui est sélectionné, il est alors possible de visualiser toutes les mesures, les caractéristiques, les courbes et les calculs (entropie, enthalpie, diagramme de Mollier, rendement) en se connectant via son navigateur web au contrôleur. Un voyant s'allume quand un utilisateur distant demande le contrôle pour le changement des consignes de température ou l'envoi de commandes. Une fonctionne permet l'enregistrement des mesures pour une exportation sous Excel. Il est ainsi possible de recharger ces enregistrements pour simuler le système frigorifique sans pour autant le faire fonctionner. On peut visualiser en même

temps de plusieurs poste distant mais un seul peut avoir le contrôle du banc.

## Vidéo de présentation

J'ai présenté ce banc frigorifique lors d'une conférence. Les vidéos suivantes sont tirées d'un article de mon [blog](#) où toute la conférence, plus d'une heure, est disponible. C'est une conférence que j'ai donné, invité par une université mexicaine lors d'un colloque sur les technologies de supervision à distance.

*Présentation du système frigorifique :*

*Description de la partie supervision avec le Compact [Fieldpoint](#) :*

## Publication dans la presse

- [Chambre froide pour apprendre à distance](#) , Revue Pour le Froid, septembre 2011.
- [Lycée Raspail, le lycée des métiers de l'énergie et de l'environnement de Paris](#) , Revue Générale du Froid & du conditionnement d'air, Septembre 2011

—

—