

> Une nouvelle approche du suivi des consommations énergétiques : le système I.C.E¹

par René Prigent*

Cet article présente un nouveau système de suivi des consommations énergétiques. Simple d'utilisation, il s'adapte à tous les types d'installations frigorifiques.

Les installations frigorifiques sont de plus en plus élaborées, notamment en termes de régulation et d'alarmes. Toutefois, l'exploitant n'est pas toujours informé d'une dérive pourtant possible et ce sur une large plage de fonctionnement.

Ce point peut paraître étonnant mais, lorsque l'on sait qu'une installation en HP flottante à condensation à air, prévue pour une haute pression minimum à +20°C, peut fonctionner en hiver jusqu'à la valeur de la sécurité HP sans générer d'alarme, on peut se demander où est le contrôle ?

De fait, on note aujourd'hui qu'un grand nombre d'installations frigorifiques sont en dérive énergétique. Les raisons en sont multiples : condenseur encrassé entre deux entretiens, capteurs qui ne sont plus étalonnés, installation dérégulée, etc.

Ces dérives peuvent aller de quelques pourcents à plusieurs dizaines. Pourtant, force est de constater que, dans la majeure partie des cas, l'installation a été réalisée avec les équipements nécessaires à une faible consommation énergétique et qu'elle fait l'objet d'une maintenance attentionnée.

Dans l'exemple précédent, une installation prévue en HP flottante, fonctionnant avec une haute pression à +45°C au lieu de +20°C, peut engendrer une surpuissance absorbée instantanée de l'ordre de 25 %.

* **Ingénieur Froid et Climatisation – Ingénieur énergétique.**

1- **Intégrateur de calculs énergétiques - Système déposé à L'INPI.**

2- **Aide-mémoire de régulation et automatisme des systèmes frigorifiques chez DUNOD.**

Cependant, le seul critère de la puissance absorbée n'est pas suffisant, les frigoristes savent que l'effet collatéral de l'augmentation de la haute pression réside dans la chute de puissance frigorifique.

L'approche globale doit donc être réalisée à travers l'efficacité en réfrigération (E.E.R.).

Dans le cas ci-dessus, la consommation énergétique, pour un besoin similaire, sera presque deux fois plus importante avec une haute pression à +45°C plutôt qu'à +20°C.

On peut décliner le même raisonnement avec les divers paramètres régissant le fonctionnement des installations frigorifiques (basse pression (BP), ΔT des condenseurs, etc.).

L'importance du suivi de la consommation énergétique n'est plus à démontrer de par l'augmentation du coût de l'énergie ces dernières années et de celle projetée.

Jusqu'à ce jour, les réponses pragmatiques à cette problématique consistent à mettre en place :

- des compteurs électriques,
- des compteurs électriques associés à des compteurs d'énergie sur le frigoporteur permettant ainsi un calcul d'E.E.R. d'une manière plus précise mais limitée aux installations à refroidisseur de liquide.

Toutefois, ces réponses souffrent de plusieurs maux.

Dans la solution « compteurs électriques seuls », il s'agit d'une part d'une action à postériori, c'est-à-dire une fois la

surconsommation avérée, autrement dit un peu tard et, d'autre part, d'une technique basée sur la comparaison de consommations. Il faut avoir à disposition une base de référence qui peut s'avérer très approximative dans de nombreux domaines de la réfrigération dans lesquels interviennent plusieurs paramètres difficilement appréciables comme le climat, l'activité, etc.

Dans le deuxième cas, outre l'importance et le coût des équipements mis en place, la technique est soumise aux difficultés inhérentes à la métrologie.

On observe que lorsqu'un compresseur s'enclenche, la consommation énergétique est avérée mais la constante de temps² des capteurs perturbe le calcul de l'E.E.R qui évolue de 0 vers la valeur réelle de fonctionnement.

De même, à l'arrêt des compresseurs, la consommation électrique est nulle mais la valeur des capteurs engendre un E.E.R. qui tend vers l'infini pour finalement se rapprocher de la valeur de 0. Cette technique oblige à effectuer des linéarisations de l'E.E.R. et ce d'autant plus que l'installation frigorifique est soumise à des variations de régime ou à des phénomènes transitoires.

Notons également que la mesure de puissance frigorifique sur des installations à frigoporteur est une mesure délicate compte tenu du faible écart de température observé (de 4 à 5K).

Une erreur de mesure de 1K engendre une sanction importante (erreur sur le résultat de 20 à 25 %).

Une nouvelle approche du suivi des consommations énergétiques : le système I.C.E



Photo 2a : Accès réservé.

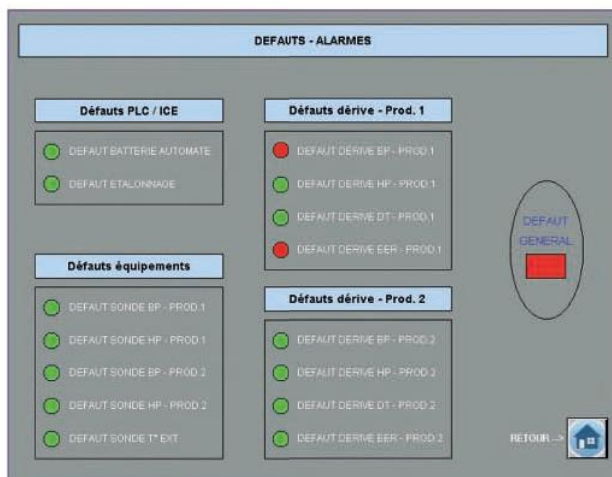


Photo 2b : Accès réservé.

Par ailleurs, et à l'instar du point précédent, le résultat de la valeur obtenue d'E.E.R ne donne pas lieu, dans une très large majorité des cas, à une analyse technique. Le système I.C.E. (Intégrateur de Calculs Energétiques) propose une solution pour un suivi efficace des consommations énergétiques.

Ce système est physiquement constitué d'un coffret (50 cm x 40 cm), près à l'usage, comprenant un calculateur de dernière génération avec son interface utilisateur, des relais et un voyant destinés au report d'information. Chaque coffret permet la surveillance d'une ou deux productions (photo 1).



Photo 1 : Coffret système I.C.E.

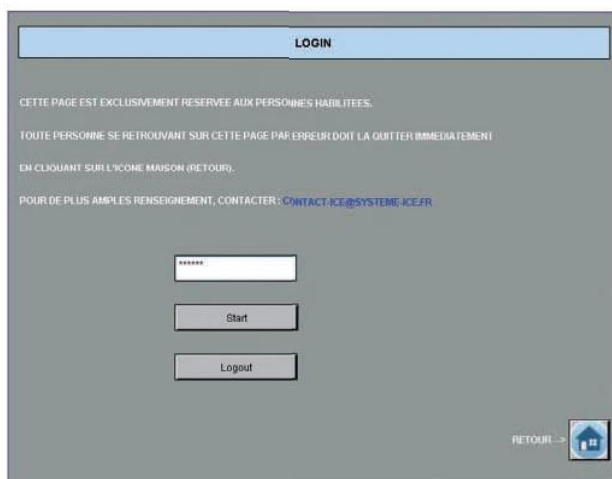


Photo 2c : Information de dérive à distance.

Le calculateur de dernière génération possède une logique de fonctionnement permettant d'effectuer les étapes suivantes :

- mesurer les pressions et/ou températures de l'installation (y compris le média de condensation). En fonction de l'installation surveillée, les grandeurs mesurées sont les pressions HP et BP qui peuvent être complétées des températures du liquide, de l'aspiration, du refoulement, etc. ;
- calculer l'efficacité énergétique en réfrigération optimale en fonction de données de conception de l'installation, du média de condensation et d'une modélisation du compresseur basé sur des coefficients polynomiaux ;

- calculer l'efficacité énergétique réelle à partir des mesures réalisées sur l'installation ;
- comparer l'E.E.R optimale et l'E.E.R réelle. La comparaison donne une valeur qui est appelée dérive lorsque qu'elle est supérieure, ou égale, à un écart paramétrable. La dérive est intégrée afin de prendre en compte les régimes transitoires de l'installation (régulation, sortie de dégivrage, etc.). Cette intégration a pour objet de ne générer que des actions d'information de dérive énergétique avérée et ne constitue nullement une temporisation ;
- transmettre des informations de dérive énergétique via plusieurs vecteurs (voyant

Une nouvelle approche du suivi des consommations énergétiques : le système I.C.E

en façade du coffret, contacts secs, bus Ethernet, etc.) ;

- donner, via son interface utilisateur, une information littérale de la nature de la dérive afin de guider le frigoriste pour son diagnostic.

Le système I.C.E est également raccordable, via une connexion IP, en application Web-serveur (Photos 2a, 2b et 2c) ce qui permet d'effectuer un suivi permanent à distance de la performance énergétique des installations frigorifiques surveillées.

Ces installations sont indifféremment de type à application positive ou négative, à détente directe ou à frigoporteur (y compris les refroidisseurs de liquide pour la climatisation).

Les fluides frigorigènes classiques sont compatibles avec le système (R-22, R-507, R-404A, R-134a, R-717, R-744) et les technologies de compresseurs peuvent être à pistons, vis ou scroll.

Le système I.C.E répond donc aux insuffisances des procédés actuels par :

- un système compact, à mise en œuvre rapide, qui est adapté à tous types d'installations frigorifiques,
- un suivi de l'EER par une métrologie simple,
- une analyse de l'EER vis-à-vis de celui optimal de l'installation,
- une alarme de la dérive,
- une information permettant à l'exploitant de diagnostiquer rapidement l'origine du problème,
- un suivi à distance de la performance énergétique via des applications telles que le Web Serveur.

D'ores et déjà, de nombreux clients ont choisi le système I.C.E. dans les applications de G.M.S. (super et hypermarchés), d'industries (entrepôt, etc.) et autres utilisant notamment les refroidisseurs de liquide (patinoire, climatisation, etc.).

Le temps de retour sur investissement, suivant la puissance de l'installation et les dérives prises en compte, est de quelques semaines à quelques mois.

Le site www.systeme-ice.fr est à votre disposition pour de plus amples informations.



Installation frigorifique de l'établissement Le Delas.

Cas d'étude : établissement Le Delas

- Adresse : 1 avenue de Normandie, 94597 Rungis Cedex PLA 184.
- Activité : G.M.S (Grossiste).
- Description : Installation frigorifique du type pour super/hypermarchés comprenant des postes positifs ($\leq 0^{\circ}\text{C}$) et négatifs ($\leq -18^{\circ}\text{C}$) constitués de vitrines réfrigérées et de chambres froides.

Productions surveillées

- Centrale positive : 5 x 6F50.2Y au R-404A à condensation par condenseurs à air.
- Centrale négative : 5 x 6G30.2Y au R-404A à condensation par condenseur à air.
- Consommation électrique annuelle des productions (hors auxiliaires) ≈ 700 MW/an.

Détection du système I.CE

- information littérale du système : Dérive HP,
- motif constaté par le technicien : Les condenseurs à air se sont colmatés, entre deux entretiens, par des plumes de pigeons,
- gain énergétique lié à l'intervention $\approx 15\%$ de consommation énergétique.

Nota : Le système I.C.E peut également générer d'autres types de dérives telles que : dérive BP, Dérive delta T d'échange, etc.

...(conclusion

Le site possède deux salles des machines (dont l'une est équipée du système I.C.E).

Fort de cette expérience, le client souhaite aujourd'hui équiper sa deuxième salle des machines.