

Audit Energétique

Rapport d'audit énergétique – Actif

Régulation de Haute Pression flottante (HPF)

Sites étudiés : Marrakech (chaud sec) • Alger (tiède humide)

Fluides : R134a et R1234yf

Équipement : Machine frigorifique – 30 kW

Données météorologiques : RETScreen

Équipe projet

Auditeurs :	Part du Projet :
- Adam HADJI	25 %
- ARHAB Mohamed	25 %
- Zakaria KHALLOUKI	25 %
- Abdelilah ELGHAZAOUNAI	25 %
- Oussama KOUDIL	0 %



ensi ate
→ La planète fait école ←
BACHELOR - INGÉNIERIE - MBA

Date : 05 septembre 2025

Audit Energétique

Contents

I. Alger, ALGERIE.....	1
1. Informations générales.....	2
2. Contexte.....	2
3. Diagnostic initial	2
4. Solution proposée	3
Équipements à mettre en place :	3
5. Analyse énergétique	3
6. Coût d'investissement.....	4
II. Marrakech, MAROC	5
1. Informations générales.....	6
2. Contexte.....	6
3. Diagnostic initial	6
4. Solution proposée	6
Équipements à mettre en place :	7
5. Analyse énergétique	7
6. Cout d'investissement.....	7
7. Conclusion :	8
ANNEXES	9
1. Fiche tech Sonde de température	9
2. Fiche tech Automate	11
3. Fiche tech Détendeur Carel	13

Audit Energétique

I. Alger, ALGERIE

Audit Energétique

1. Informations générales

- **Ville auditée** : Alger
 - **Adresse** : Alger, ALGERIE.
 - **Date de l'audit** 03/09/2025
-

2. Contexte

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">• Équipement concerné : Machine frigorifique,<ul style="list-style-type: none">- Puissance : 30kw- Fluide utilisé : R1234yf• Régulation actuelle : HP fixe à 12.53 bars. | <ul style="list-style-type: none">• Équipement concerné : Machine frigorifique,<ul style="list-style-type: none">- Puissance : 30 KW- Fluide utilisé : R134a• Régulation actuelle : HP fixe à 12.65 bars. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Objectif : Faire un audit énergétique actif dans le but de réduire la consommation et les coûts d'exploitation d'une machine frigorifique par la régulation et la mise en place d'une régulation HP flottante.

3. Diagnostic initial

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">• Température extérieure moyenne annuelle : 33.4 °C.• Consommation annuelle actuelle : 92372,8839KWh/an.• Coût énergétique annuel : 3048,305169 €/an. | <ul style="list-style-type: none">• Température extérieure moyenne annuelle : 33.4 °C.• Consommation annuelle actuelle : 80751.36375 KWh/an.• Coût énergétique annuel : 2664.795004 €/an. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Audit Energétique

4. Solution proposée

Nous avons mis en place une **régulation à haute pression flottante** sur la centrale frigorifique grâce à un automate, un transducteur de pression et une commande modulante des ventilateurs.

Cette solution permet d'adapter la pression de condensation aux conditions extérieures, ce qui se traduit par une **réduction significative de la consommation énergétique et des coûts d'exploitation**.

Équipements à mettre en place :

- Automate de régulation HP flottante (**FREE HPF 6200 – Eliwell**).
- Transducteur haute pression / Capteur de pression (**DAIKIN réf. 129150236**).
- Variateurs de fréquence pour ventilateurs de condenseur. **VEAT 2.5A APPLIQUE - 13040001**
- Sonde de température extérieure **Capteur de température AKS 11**.
- Détendeurs électroniques ; **Détendeur E2VZ**

5. Analyse énergétique

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">• Nouvelle régulation : HP flottante• (9.52 bars selon la Température extérieure sur toute l'année).• Gains attendus :<ul style="list-style-type: none">- Économies d'énergie estimées :
12818,80462 KWh/an.- Économie financière estimée :
423,0535523 €/an | <ul style="list-style-type: none">• Nouvelle régulation : HP flottante• (9.5 bars selon la Température extérieure sur toute l'année).• Gains attendus :<ul style="list-style-type: none">- Économies d'énergie estimées :
11642.31477 KWh/an- Économie financière estimée :
384.19638785 €/an |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Audit Energétique

« Bien que le tarif de l'électricité utilisé dans ce calcul soit relativement bas, la régulation HP flottante démontre déjà un potentiel d'économies mesurable. Dans un contexte de hausse des prix de l'énergie, les gains financiers pourraient être nettement supérieurs, renforçant ainsi l'intérêt de cette solution. »

6. Coût d'investissement

Équipement	Coût estimé (€)
Automate FREE HPF 6200	650
Transducteur HP	207.3
Variateurs de fréquence / de condenseur	563.94
Sondes de température	77.90
Détendeur	438
Coffret électrique 50x40x20	151.99
Câble électrique 3 / 2.5 mm ² / L.50 m	108.19
Main d'œuvre	400
Total	2597.32

**TRI = Coût d'investissement /
l'économie annuelle**

TRI = 2597.32/423,0535523

Retour sur investissement (TRI) : 6,14 An

**TRI = Coût d'investissement / l'économie
annuelle**

TRI = 2597.32 / 384.19638785

Retour sur investissement (TRI) : 6,76 An

7. Conclusion :

Cette solution, selon les installations, reste peu coûteuse et permet pourtant de réaliser des économies d'énergie très significatives, pouvant dépasser 30 %. La régulation par HP flottante constitue aujourd'hui l'une des solutions offrant le meilleur retour sur investissement pour les installations frigorifiques.

Recommandation : Toutes les installations neuves devraient désormais être équipées d'un système de régulation par HP flottante performant.

Audit Energétique

II. Marrakech, MAROC

Audit Energétique

1. Informations générales

- **Ville auditée** : Marrakech
 - **Adresse** : Marrakech, MAROC.
 - **Date de l'audit** 03/09/2025
-

2. Contexte

- | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">• Équipement concerné : Machine frigorifique,<ul style="list-style-type: none">- Puissance : 30kw- Fluide utilisé : R134a• Régulation actuelle : HP fixe à 16.8 bars. | <ul style="list-style-type: none">• Équipement concerné : Machine frigorifique,<ul style="list-style-type: none">- Puissance : 30kw- Fluide utilisé : R1234yf• Régulation actuelle : HP fixe à 16.4 bars. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Objectif : Faire un audit énergétique actif dans le but de réduire la consommation et les coûts d'exploitation d'une machine frigorifique par la régulation et la mise en place d'une régulation HP flottante.

3. Diagnostic initial

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">• Température extérieure moyenne annuelle : 36.5 °C.• Consommation annuelle actuelle : 90916,46003 KWh/an.• Coût énergétique annuel : 13783,02626 €/an. | <ul style="list-style-type: none">• Température extérieure moyenne annuelle : 36.5 °C.• Consommation annuelle actuelle : 114840.0918 KWh/an.• Coût énergétique annuel : 17409.87276 €/an. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
-

4. Solution proposée

Nous avons mis en place une **régulation à haute pression flottante** sur la centrale frigorifique grâce à un automate, un transducteur de pression et une commande modulante des ventilateurs.

Cette solution permet d'adapter la pression de condensation aux conditions extérieures, ce qui se traduit par une **réduction significative de la consommation énergétique et des coûts d'exploitation**.

Audit Energétique

Équipements à mettre en place :

- Automate de régulation HP flottante (**FREE HPF 6200 – Eliwell**).
- Transducteur haute pression / Capteur de pression (**DAIKIN réf. 129150236**).
- Variateurs de fréquence pour ventilateurs de condenseur. **VEAT 2.5A APPLIQUE - 13040001**
- Sonde de température extérieure **Capteur de température AKS 11**.
- Détendeurs électroniques ; **Détendeur E2VZ**

5. Analyse énergétique

- | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Nouvelle régulation : HP flottante
(11,32 bars selon la Température extérieure sur toute l'année). • Gains attendus : <ul style="list-style-type: none"> - Économies d'énergie estimées :
20172.3169 KWh/an. - Économie financière estimée :
3058.143411 €/an | <ul style="list-style-type: none"> • Nouvelle régulation : HP flottante
(11,37 bars selon la Température extérieure sur toute l'année). • Gains attendus : <ul style="list-style-type: none"> - Économies d'énergie estimées :
19861.7722 KWh/an. - Économie financière estimée :
3011,064527 €/an |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

6. Cout d'investissement

Équipement	Coût estimé (€)
Automate FREE HPF 6200	650
Transducteur HP	207.3
Variateurs de fréquence / de condenseur	563.94
Sondes de température	77.90
Détendeur	438
Coffret électrique 50x40x20	151.99
Câble électrique 3 / 2.5 mm ² / L.50 m	108.19
Main d'œuvre	400
Total	2597.32

Audit Energétique

**TRI = Coût d'investissement /
l'économie annuelle**

TRI = 2597.32 / 3011,064527

**Retour sur investissement (TRI) : 0.86
An**

**TRI = Coût d'investissement /
l'économie annuelle**

TRI = 2597.32 / 3058.143411

**Retour sur investissement (TRI) :
0.849 An**

7. Conclusion : .

Cette solution, selon les installations, reste peu coûteuse et permet pourtant de réaliser des économies d'énergie très significatives, pouvant dépasser 30 %. La régulation par HP flottante constitue aujourd'hui l'une des solutions offrant le meilleur retour sur investissement pour les installations frigorifiques

.Recommandation : Toutes les installations neuves devraient désormais être équipées d'un système de régulation par HP flottante performant

Audit Energétique

ANNEXES

1. Fiche tech Sonde de température

EXCELLENCE FORME
TUBERIEUSE DNE



Pipe pour sonde de température
Capteur de température
AKS 1.1



Sonde de température Pt 1000

La sonde peut être utilisée pour la consignation des températures dans des centrales avec régulateurs DDC dans les zones suivantes :

- Refroidissement
- Climatisation
- Chauffage

En ce qui concerne le réglage et les tolérances, la sonde est conforme à la norme EN 60751, classe B.

Caractéristiques

- Plage de température -40 à 100 °C
- En ce qui concerne le réglage et les tolérances, la sonde est conforme à la norme EN 60751, classe B

Audit Énergétique



Caractéristiques techniques

Wind speed (m/s)	10.0 (10.0 to 12.0)
Relative humidity	70%
Range of temperature	10–40 °C (10–50 °C)
Relative humidity	60–90% (50–90%)
Temperature	20–30 °C (20–40 °C)
Controlled humidity	70–90%
Humidity	60–90%
Relative humidity (average of 10 samples)	60–90% (60–90%) Average 70–90% (70–90%) (70–90%)

Year (Year)	Temp (°C)	Temp (°F)
1997	30	86
1998	28	82
1999	25	77
2000	22	72
2001	20	68
2002	18	64
2003	15	59

Inserimento del cubetto a 20 °C

PVC 2 a 0,22 mm² (densitatea pe unitatea de suprafață) = 26,2 Dens / mm²

La résistance en phase du conducteur: $R = 2 \times R_0$

La résistance totale dans le circuit du captage est donc $R + RTD$

Comments

Type	Code	Quantity	Wt. (kg)
MS 1.1 Steel angle 75x5mm	1.1 m	10	00.000001
	2.2 m	10	00.000001
	3.3 m	10	00.000001
MS 1.2 Reinforcement 12mm bar	1.2 m	100	00.000001
	2.4 m	100	00.000001
	3.6 m	50	00.000001
	4.8 m	50	00.000001
MS 1.3 PVC JMW pipe 125mm dia	2.2 m	1	00.000001
	3.3 m	1	00.000001
MS 1.4 Reinforcement steel bar 12mm dia	1.2 m	100	00.000001
	2.4 m	50	00.000001
	3.6 m	50	00.000001

Table 1.1 Values in units millions	Other	12.34567	89.10	15	000000000
	Group	1.234567	89.10	15	000000000
	Model	123456789	89.10	15	000000000
	Unit	1.23456789	89.10	15	000000000
	Group	1.23456789	89.10	15	000000000

© 2006 The Authors
Journal compilation © 2006 Blackwell Publishing Ltd, *Journal of Internal Medicine* 260: 105–112

© The Author 2005. Published by Blackwell Publishing Ltd

Abbildung 10: Verteilung der Geschlechter 11



Audit Energétique

2. Fiche tech Automate



Eliwell France
1 avenue de Formetou, 92230 Gennevilliers, France
tel: +33 (0)1 41 47 71 61 - www.eliwell.fr

FREE HPF 6200

Automate de Régulation de la HP Flottante - 6 sorties Ventilateurs

L'application de gestion de la HP flottante est une solution dédiée à l'optimisation et au contrôle en temps réel de la pression haute dans une centrale ou un système de production d'énergie, le tout contrôlé par l'automate FREE 6200 HPF.

L'automate **FREE HPF 6200** qui gère la Haute Pression Flottante (HP Flottante) est un système de régulation automatique utilisé dans les installations frigorifiques et thermodynamiques afin d'optimiser la pression de condensation en fonction des conditions extérieures. L'objectif de cet automate est d'adapter la pression de condensation du fluide frigorigène en fonction de la température ambiante, afin d'améliorer le rendement énergétique de l'installation et de réduire la consommation électrique des compresseurs et des ventilateurs des condenseurs. **Principe de Fonctionnement** L'automate reçoit en continu les valeurs des capteurs (pression HP, température extérieure, température du fluide). Il applique une loi de régulation basée sur la température extérieure pour définir la pression optimale de condensation. Si la pression mesurée est supérieure à la consigne, l'automate augmente la vitesse des ventilateurs du condenseur pour améliorer l'échange thermique et abaisser la pression. Si la pression est trop basse, il réduit la vitesse des ventilateurs pour limiter la dissipation thermique. Il peut aussi ajuster l'ouverture des vannes de régulation pour optimiser le flux de fluide frigorigène. **Sécurité et Alarmes** : En cas de dépassement des seuils de pression ou de température, le **FREE HPF 6200** déclenche des alarmes et active des modes de protection.

Caractéristiques techniques :

Plage	Pression : Selon sonde Température : -50 à 110°C
Alimentation	24Vac ou 20...38 Vdc isolé
Sorties numériques	6x 3A 250Vac
Sortie alarme	1x 0-10V
Type de sonde	1x NTC 1x0...20mA ou 4...20mA ou 0-10V ou 0-5V
Sorties analogiques	1x 0-10V
Format	4 DIN
Affichage	128x64 pixels graphic LCD backlit
Connectivité	USB; 1x RJ45 Ethernet; 2x RS485: Modbus RTU
Gaz compatible	R22/R134a/R404A/R407C/R 410A/R407A/R407F/R290/R5 07A/R717/R723/R1234ze/ </ >R744/R448A/R427A/R45 0(N13)/R513A/R449A/R1234 yf/R454B/R454C/R455A/R43 4A/ </>R442A/R32/R452B/ R452A

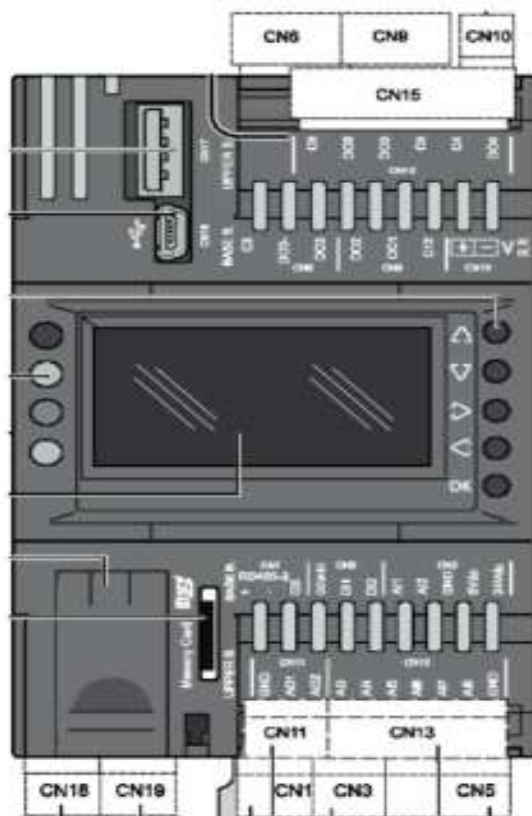




Audit Energétique



Eliwell France
1 avenue de Fontenot, 92230 Gennevilliers, France
tel: +33 (0)1 41 47 71 61 www.eliwell.fr



Sondes et Capteurs :

1er solution : AI1 - GND sonde de température extérieur / 24V - AI3 Capteur de pression 4...20 mA.

2eme solution : AI1 - GND sonde de température extérieur / AI3 - GND sonde de température pour le réfrigérant.

Sortie relais :

DO1/2/3/4/5/6-N : Sorties Ventilateurs

Sortie Analogique :

AO1-GND : Sortie 0-10V

Sortie Alarme :

AO2 - GND : Relais alarme

Audit Energétique

3. Fiche tech Détendeur Carel



E²VZ :
Détendeurs électroniques
pour la réfrigération
Performances et simplicité sans
aucun compromis



Audit Energétique



III Utilisation dans des environnements spécifiques

Le nouveau capteur encastrable (E200) est le câble intégré permettant aux valeurs (flow) d'être utilisées pour toutes les applications de régulation, notamment au niveau des brûleurs, ainsi que dans les conditions de fonctionnement non à l'air sec (exemple : humidité de combustion, fumées de gaz, etc.).



Applications CO₂

CO₂Z est la solution parfaite pour les applications résidentielles et commerciales fixées dans des conditions optimales de CO₂.

- utilisé avec MFMPC, elle garantit des performances optimales grâce au moteur pour le gaz CARCEL et à la technologie intégrée.
- la valve peut être démontée, elle peut en outre se faire incorporer facilement.
- elle est adaptée à des applications résidentielles.
- disponible en version résidentielle (RT) ou commerciale (pro) pour la système 30 bar.

III Une technologie compatible avec une large gamme d'interfaces

CO₂Z est une valve qui peut être utilisée universellement pour être installée sur tous les modèles d'Arkwiss. Cette valve peut être choisie en fonction du diamètre de raccordement à l'installation. Il est possible de changer de configuration sans avoir à changer l'ensemble.

Il est également possible de choisir le type de valve compatible ou incompatible avec l'installation de l'application. Il est également possible de choisir.

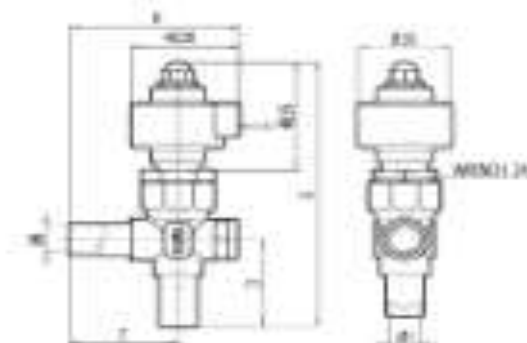


Capacité de refroidissement

	CO ₂ Z	CO ₂ Z	CO ₂ Z	CO ₂ Z	CO ₂ Z	CO ₂ Z	CO ₂ Z	CO ₂ Z	CO ₂ Z
Capacité de refroidissement	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

La disponibilité de tous différents diamètres de raccordement, ainsi que la possibilité de choisir le type de valve compatible ou incompatible avec l'installation de l'application. Il est également possible de choisir.

Audit Energétique

[illegible]

	A	B	C	D	E
1990-1991	100	100	100	100	100
1991-1992	100	100	100	100	100
1992-1993	100	100	100	100	100
1993-1994	100	100	100	100	100
1994-1995	100	100	100	100	100
1995-1996	100	100	100	100	100
1996-1997	100	100	100	100	100
1997-1998	100	100	100	100	100
1998-1999	100	100	100	100	100
1999-2000	100	100	100	100	100
2000-2001	100	100	100	100	100
2001-2002	100	100	100	100	100
2002-2003	100	100	100	100	100
2003-2004	100	100	100	100	100
2004-2005	100	100	100	100	100
2005-2006	100	100	100	100	100
2006-2007	100	100	100	100	100
2007-2008	100	100	100	100	100
2008-2009	100	100	100	100	100
2009-2010	100	100	100	100	100
2010-2011	100	100	100	100	100
2011-2012	100	100	100	100	100
2012-2013	100	100	100	100	100
2013-2014	100	100	100	100	100
2014-2015	100	100	100	100	100
2015-2016	100	100	100	100	100
2016-2017	100	100	100	100	100
2017-2018	100	100	100	100	100
2018-2019	100	100	100	100	100
2019-2020	100	100	100	100	100
2020-2021	100	100	100	100	100
2021-2022	100	100	100	100	100
2022-2023	100	100	100	100	100
2023-2024	100	100	100	100	100
2024-2025	100	100	100	100	100
2025-2026	100	100	100	100	100
2026-2027	100	100	100	100	100
2027-2028	100	100	100	100	100
2028-2029	100	100	100	100	100
2029-2030	100	100	100	100	100
2030-2031	100	100	100	100	100
2031-2032	100	100	100	100	100
2032-2033	100	100	100	100	100
2033-2034	100	100	100	100	100
2034-2035	100	100	100	100	100
2035-2036	100	100	100	100	100
2036-2037	100	100	100	100	100
2037-2038	100	100	100	100	100
2038-2039	100	100	100	100	100
2039-2040	100	100	100	100	100
2040-2041	100	100	100	100	100
2041-2042	100	100	100	100	100
2042-2043	100	100	100	100	100
2043-2044	100	100	100	100	100
2044-2045	100	100	100	100	100
2045-2046	100	100	100	100	100
2046-2047	100	100	100	100	100
2047-2048	100	100	100	100	100
2048-2049	100	100	100	100	100
2049-2050	100	100	100	100	100
2050-2051	100	100	100	100	100
2051-2052	100	100	100	100	100
2052-2053	100	100	100	100	100
2053-2054	100	100	100	100	100
2054-2055	100	100	100	100	100
2055-2056	100	100	100	100	100
2056-2057	100	100	100	100	100
2057-2058	100	100	100	100	100

exuLab
the right choice

CARTE D'IDENTIFICATION personnelle de nos installations de services réservés au personnel de maintenance (CMI) - objet de la norme NF EN 10400
A l'usage de nos services internes, cette carte des utilisateurs professionnels est destinée à garantir la sécurité des accès aux parties techniques des équipements et des applications et des services en place de nos équipements (ex-ITC).

<http://www.exulab.com>

© 2004 Blackwell Publishing Ltd *Journal of Internal Medicine* 255: 179–186

CABLE INDUSTRIES INC.
 10000 W. 10th Avenue
 Suite 1000
 Denver, CO 80231
 Tel: 303.733.1000
 Fax: 303.733.1001
 E-mail: info@ci-cable.com

Keywords: *emotional intelligence, social skills, self-regulation, self-awareness, social competence*

[illegible]

Keywords: *Self-esteem, self-esteem threat, self-esteem threat sensitivity, self-esteem threat sensitivity scale, self-esteem threat sensitivity scale-2*

©1996 by David B. Swanson, swanson@panix.com
 1.4.0.0: original, swanson@panix.com
 1.4.0.1: Revised, swanson@panix.com
 1.4.0.2: Revised, swanson@panix.com
 1.4.0.3: Revised, swanson@panix.com