Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du BP Froid, veuillez visiter :
bpfroid.fr/annales-sujets-et-corriges

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

BREVET PROFESSIONNEL
MONTEUR DÉPANNEUR EN FROID ET CLIMATISATION

Session 2014

E.1 A– ÉTUDE TECHNOLOGIQUE DES INSTALLATIONS

PHYSIQUE APPLIQUEE
Unité U11
Durée : 2 heures
Coefficient : 3

DOSSIER CORRIGE

Dossier CORRIGE comportant 13 pages numérotées de **DC 1/13** à **DC 13 /13.**

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Consignes particulières

Assurez-vous que cet exemplaire est complet. S'il est incomplet, demandez un autre sujet au chef de salle.
Le dossier complet est à rendre à la fin de l'épreuve.
La calculatrice est autorisée, hors connexion réseau.

BP MONTEUR DEPANNEUR EN FROID ET CLIMATISATION

SESSION 2014

E1A PHYSIQUE APPLIQUEE (épreuve écrite)

BAREME DE NOTATION

QUESTION	NOTE	PAGE
PARTIE 1 : PSYCHROMETRIE		
1-a	/3	12/13
1-b	/7	4/13
1-c	/2	4/13
1-d	/2	5/13
1-e	/2	5/13
1-f	/2	5/13
1-g	/2	5/13
TOTAL	**/20**	
PARTIE 2 : THERMODYNAMIQUE		
2-a	/10	13/13
2-b	/10	8/13
2-c	/2	8/13
2-d	/2	9/13
2-e	/2	9/13
2-f	/2	9/13
2-g	/2	9/13
2-h	/2	9/13
2-i	/2	9/13
2-j	/2	10/13
2-k	/2	10/13
2-l	/2	10/13
TOTAL	**/40**	
	TOTAL /60	

COMPOSITION DU CORRIGE

Partie n°1 : PSYCHROMETRIE	**DC 3/13 à 5/13**
Partie n°2 : THERMODYNAMIQUE	**DC 6/13 à 10/13**
FORMULAIRE	**DC 11/13**
DIAGRAMMES	**DC 12/13 et 13/13**

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel Réseau Canopé

Partie N°1 PSYCHROMETRIE Etude de l'évaporateur de la chambre froide positive	sur 20 points

Contexte : vous êtes chargé(e) de contrôler les performances de l'évaporateur de la chambre froide positive et d'évaluer la déshumidification dans cette chambre. Il s'agit d'un évaporateur à air ventilé équipé d'ailettes.

Vous disposez :	**Document**
- du formulaire pour les calculs	dossier sujet - réponse 11/13
- du diagramme psychrométrique	dossier sujet – réponse 12/13

Vous devez :	**Document**
a : placer les points 1, 2 et 3 sur le diagramme psychrométrique et tracer l'évolution ……..	dossier sujet - réponse 12/13
b : compléter le tableau de relevés……	dossier sujet - réponse 4/13
c : déterminer le débit massique q_{mas} de l'air traversant l'évaporateur ……	dossier sujet – réponse 4/13
d : calculer la puissance réelle P_0 de l'évaporateur……	dossier sujet – réponse 5/13
e : calculer la puissance maximum théorique de l'évaporateur P_{max}……..	dossier sujet – réponse 5/13
f : calculer l'efficacité Σ de l'évaporateur…….....	dossier sujet - réponse 5/13
g : calculer la quantité de condensat évacué chaque heure …….....	dossier sujet – réponse 5/13 dossier sujet - réponse 5/13

Critères d'évaluation :

a. Les points et le tracé sont justes, propres et précis. Une flèche indique le sens de l'évolution de l'air. [sur 3 points]
b. Les relevés sont justes et précis : un chiffre après la virgule pour les températures, les enthalpies et les humidités absolues, à l'unité pour l'humidité relative [sur 7 points].
c. Le résultat et son unité sont justes (2 chiffres après la virgule) [sur 2 points].
d. Le résultat et son unité sont justes (2 chiffres après la virgule) [sur 2 points].
e. Le résultat et son unité sont justes (2 chiffres après la virgule) [sur 2 points].
f. Le résultat et son unité sont justes (résultat exprimé en pourcentage, 1 chiffre après la virgule) [sur 2 points].
g. Le résultat et son unité sont justes (2 chiffres après la virgule) [sur 2 points].

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel Réseau Canopé

Conditions de fonctionnement de l'évaporateur

On a mesuré les paramètres suivants :
•Point 1 : entrée d'air à l'évaporateur
- température de la chambre froide : θ (chambre froide) = 2°C.
- hygrométrie de l'air à l'entrée de l'évaporateur : φ = 80%.
•Point 2 : sortie d'air de l'évaporateur.
- température de l'air de soufflage : θ (soufflage) = –3,5°C
- température humide de l'air de soufflage : θ_h (soufflage) = – 3,6°C
•Point 3 : température de surface de l'évaporateur. On considère que la température d'évaporation θ_0 est égale à la température de surface de l'évaporateur. On a : θ_0 = –5°C.

•Les ventilateurs permettent le soufflage de l'air dans la chambre froide. Le débit volumique global de soufflage est q_v = 1129 m^3/h.

Travail demandé

a. Placer les points 1, 2 et 3 sur le diagramme psychrométrique et tracer l'évolution de l'air traversant l'évaporateur.

b. Compléter le tableau de relevés suivant :

Désignation des points	Température sèche θ (°C)	Enthalpie h $kJ/kg_{air\ sec}$	Température humide θ_h (°C)	Température de rosée θ_r (°C)	Humidité absolue w $g_{eau}/kg_{air\ sec}$	Humidité relative φ (%)
Point n° 1 : air entrée évaporateur	2	10.5/11.5	0.6/0,9	-1	3.5/3,6	80 %
Point n° 2 : air sortie évaporateur (soufflage)	–3,5	3/3,5	-3,6	-4	2.6/2,7	95%
Point n° 3 : surface de l'évaporateur	-5	1/1,2	-5	-5	2,4/2.5	100%

c. Déterminer le débit massique q_{mas} de l'air traversant l'évaporateur en kg/s.
On prendra le volume massique de l'air au soufflage (point2).
v=0,767m3/kg
$q_{mas} = (q_v \times \rho) \div 3600 = (1/0.767 \times 1129) \div 3600 = 0,41$ kg/s

q_{mas} = 0,41 kg/s

Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

En cas de difficultés à la **question c,** vous prendrez le q_{mas} = 1500 kg/h.

d. Calculer la puissance réelle P_0 de l'évaporateur en Watt.

$P_o = q_{mas} \times (h_{entrée} - h_{sortie}) = 0{,}41 \times (11-3{,}5) = 3{,}08$ W

P_0 = 3,08 W

e. Calculer la puissance théorique de l'évaporateur P_{max} pour une efficacité de 100 %

$P_{max} = q_{mas} \times (h_{entrée} - h_b) = 0{,}41 \times (11-1{,}2) = 4{,}02$ W

P_{max} = 4,02W

f. Calculer l'efficacité Σ de l'évaporateur en pourcentage.

$\Sigma = (P_{réelle\ échangeur} \div P_{théoriqiue\ max}) \times 100 = (3{,}08 \div 4{,}02) \times 100 = 76{,}6\%$

Σ = 76,6%

g. Calculer la quantité d'eau piégée sur l'évaporateur q_{eau} en gramme d'eau par heure.

$q_{eau} = (q_{mas} \times 3600) \times \Delta W = (0{,}41 \times 3600) \times (3{,}6 - 2{,}7) = 1328{,}40\ g_{eau}/h$

q_{eau} = 1328,40 g_{eau}/h

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Partie N°2 THERMODYNAMIQUE | sur 40 points

Contexte : il s'agit dans le cadre de cette étude de substituer deux installations frigorifiques distinctes au R22 comportant deux compresseurs de faibles puissances pour deux chambres froides, l'une positive à 2°C et l'autre négative à –3°C par une installation frigorifique à simple étage raccordé à un seul compresseur mécanique destinée à la réfrigération des deux chambres froides et fonctionnant au R404A.
On vous demande de tracer le cycle frigorifique de l'installation, de déterminer les puissances des évaporateurs et du compresseur et au final le coefficient de performance de l'installation.

Vous disposez :	Document
- de la fiche des caractéristiques de l'installation	dossier sujet – réponse 7/13
- du formulaire de calculs	dossier sujet – réponse 11/13
- du diagramme enthalpique du R404A	dossier sujet – réponse 13/13

Vous devez :	Document
a : tracer le cycle frigorifique de l'installation	dossier sujet – réponse 13/13
b : compléter le tableau de relevés ……..……	dossier sujet - réponse 8/13
c : calculer le taux de compression τ …….....	dossier sujet – réponse 8/13
d : calculer le rendement volumétrique η_V ……..…	dossier sujet – réponse 9 /13
e : calculer le volume balayé V_b ……	dossier sujet – réponse 9/13
f : calculer le volume aspiré V_a ……	dossier sujet – réponse 9/13
g : calculer le débit massique q_m ……..	dossier sujet – réponse 9/13
h : calculer la puissance frigorifique disponible à l'évaporateur de la chambre froide positive……..	dossier sujet – réponse 9/13
i : calculer la puissance frigorifique disponible à l'évaporateur de la chambre froide négative…….	dossier sujet – réponse 9/13 dossier sujet – réponse 10/13
j : calculer la puissance mécanique théorique P_{th} du compresseur……...	dossier sujet – réponse 10/13 dossier sujet – réponse 10/13
k : calculer la puissance mécanique réelle P_r à fournir sur l'arbre du compresseur…….	dossier sujet - réponse 10/13
l : calculer le coefficient de performance frigorifique de l'installation……..	dossier sujet – réponse 10/13

Critères d'évaluation :

a. Le tracé est juste [sur 5 pts], propre[sur 2 pts] et précis [sur 1pt]. Les points sont repérés [sur 2 pts].
b. Les relevés sont justes et précis. [sur 10 points -0.5 par erreur].
c. Le résultat et son unité sont justes (3 chiffres après la virgule) [sur 2 points].
d. Le résultat et son unité sont justes (3 chiffres après la virgule) [sur 2 points].
e. Le résultat et son unité sont justes (3 chiffres après la virgule) [sur 2 points].
f. Le résultat et son unité sont justes (3 chiffres après la virgule) [sur 2 points].
g. Le résultat et son unité sont justes (2 chiffres après la virgule) [sur 2 points].
h. Le résultat et son unité sont justes (2 chiffres après la virgule) [sur 2 points].
i. Le résultat et son unité sont justes (2 chiffres après la virgule) [sur 2 points].
j. Le résultat et son unité sont justes (2 chiffres après la virgule) [sur 2 points].
k. Le résultat et son unité sont justes (2 chiffres après la virgule) [sur 2 points].
l. Le résultat et son unité sont justes (2 chiffres après la virgule) [sur 2 points].

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel Réseau Canopé

CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

La compression est considérée comme isentropique.
La détente s'effectue de manière isenthalpique.
Les pertes de charge dans les tuyauteries sont négligeables.

1. COMPRESSEUR

Les caractéristiques techniques du compresseur sont :
La cylindrée du compresseur est de 200 cm^3
La vitesse de rotation du compresseur en régime nominal est de 857 tr/min.
Rendement mécanique $\eta_m = 0,9$.
On considère que le rendement indiqué η_i est égal au rendement volumétrique η_v.

2. CONDENSEUR

L'installation intègre un unique condenseur à air.
La température de condensation du fluide est de 40°C.
Le sous-refroidissement du liquide avant détente est de 3K.

3. DETENDEUR

Les détendeurs sont de type thermostatique pour les deux chambres froides.

4. EVAPORATEUR DE LA CHAMBRE FROIDE NEGATIVE (-3°C)

Les conditions de fonctionnement de l'évaporateur de la chambre froide négative sont :
Température d'évaporation : –10°C (θ bulle)
Surchauffe utile: 10 °K
Surchauffe totale (à l'aspiration par le compresseur) : 20K

☞**Clapet anti-retour**

En aval de l'évaporateur de la chambre froide négative est installé un clapet anti-retour pour éviter les migrations de fluide intempestives vers cet évaporateur.

5. EVAPORATEUR DE LA CHAMBRE FROIDE POSITIVE (+2°C)

Les conditions de fonctionnement de l'évaporateur de la chambre froide positive sont :
Température d'évaporation : –5°C (θ bulle)
Surchauffe utile : 10 K

☞ **Régulateur de pression d'évaporation (vanne à pression constante)**

Un régulateur de pression d'évaporation est placé à la sortie de l'évaporateur de la chambre froide positive. Il permet de maintenir une pression d'évaporation constante et crée une chute de pression du fluide qui subit une évolution isenthalpique lors de son passage dans le régulateur.

-Température du fluide en amont du régulateur : 10°C

6. AUTRES ELEMENTS

Pour les fonctions de régulation et de sécurité :
-Pressostat combiné Basse Pression-Haute Pression.
-électrovannes

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel Réseau Canopé

Travail demandé

a. Tracer le cycle frigorifique de l'installation au R404 sur le diagramme enthalpique du R404A (DR 13/ 13)

b. Compléter le tableau des relevés des points caractéristiques du cycle frigorifique.

Points	Pression Absolue P (bar)	Température θ (°C)	Enthalpie h (kJ/kg)	Volume massique (dm^3/kg)
1 : Début de la compression	4,5	10	380	51,5
2 : Fin de la compression	18,6	40	411	
3 : Début de la détente	18,6	37	258	
4 : Entrée évaporateur chambre froide positive	5,2	-5	258	
5 : Entrée évaporateur chambre froide négative	4,5	-10	258	
6 : Sortie évaporateur chambre froide positive	5,2	5	374	
7 : Sortie évaporateur chambre froide négative	4,5	0	371	
8 : entrée régulateur de pression d'évaporation	5,2	10	378	
9 : sortie régulateur de pression d'évaporation	4,5	8	378	

c. Calculer le taux de compression τ du compresseur dans cette installation frigorifique.

$\tau = P_{refoulement} / P_{aspiration} = \frac{18,6}{4,5} = 4,133$

$\tau = 4,133$

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

d. Calculer le rendement volumétrique η_V du compresseur dans cette installation frigorifique.
$\eta_V = 1 - 0{,}05\ \tau = 1 - 0{,}05 \times 4{,}13 = 0{,}793$

$\eta_V = 0{,}793$

e. Calculer le volume balayé V_b en m^3/h par le compresseur dans cette installation frigorifique compte tenu de sa vitesse de rotation et de sa cylindrée.
$V_b = (60 \times C \times N) \div 1000000 = 200 \times 60 \times 857 \times 10^{-6} = 10{,}284\ m^3/h$

$V_b = 10{,}284\ m^3/h$

f. Calculer le volume aspiré V_a en m^3/h par le compresseur dans cette installation frigorifique.
$V_a = V_b \times \eta_V = 0{,}793 \times 10{,}284 = 8{,}155\ m^3/h$

$V_a = 8{,}155\ m^3/h$

g. Calculer le débit massique q_m en kg/s du fluide frigorigène aspiré par le compresseur dans cette installation frigorifique.
$q_m = V_a \div v = \frac{8{,}155}{0{,}0515} / 3600 = 0{,}044$ kg/s

$q_m = 0{,}044$ kg/s

Données : on admettra que le débit massique à l'évaporateur de la chambre froide positive est de $q_{mp} = 62{,}75\ kg/h$ et le débit massique à l'évaporateur de la chambre froide négative est de $q_{mn} = 95{,}60\ kg/h$.

h. Calculer la puissance frigorifique disponible à l'évaporateur de la chambre froide positive ϕ_{0p} en kW.
$\phi_{0p} = q_m \times \Delta h_{évaporateur} = (62{,}75 \div 3600) \times (371 - 258) = 1{,}97$ kW

$\phi_{0p} = 1{,}97$ kW

i. Calculer la puissance frigorifique disponible à l'évaporateur de la chambre froide négative ϕ_{0n} en kW.
$\phi_{0n} = = q_m \times \Delta h_{évaporateur} = (95{,}60 \div 3600) \times (374 - 258) = 3{,}08$ kW

$\phi_{0n} = 3{,}08$ kW

j. Calculer la puissance mécanique théorique P_{th} en kW du compresseur.
$P_{th} = q_m \times \Delta h_{compresseur} = (158{,}35 \div 3600) \times (411 - 380) = 1{,}36$ kW

$P_{th} = 1{,}36$ kW

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

k. Calculer la puissance mécanique réelle P_r en kW à fournir sur l'arbre du compresseur.

$P_r = P_{th} \div (\eta_i \times \eta_m) = 1,36 \div (0,793 \times 0,9) = 1,91$ kW

$P_r = 1,91$ kW

l. Calculer le coefficient de performance frigorifique COP de l'installation frigorifique.

$COP = \phi_{0total} \div P_r = (1,97+3,08) \div 1,91 = 2,64$

COP = 2,64

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

FORMULAIRE

PSYCHROMETRIE

Débit massique d'air q_{mas} :

$q_{mas} = q_v \times \rho$

avec :

-q_{mas} en [kg /s]

-q_v : débit volumique en [m^3/s]

-ρ masse volumique en [$kg_{air\ sec}/m^3$]

Puissance évaporateur P :

$P = q_{mas} \times (h_{entrée} - h_{sortie})$

avec :

-P : en [kW]

-q_{mas} : débit massique d'air en [kg/s]

-h en [kJ/kg]

Efficacité d'une batterie $\sum$ en pourcentage

$\sum = (P_{réelle\ échangeur} \div P_{théoriqiue\ max}) \times 100$

$\sum = ((h_e - h_S) \div (h_e - h_b)) \times 100$

avec :

- h_e : enthalpie entrée batterie [kJ/kg]
- h_s : enthalpie sortie batterie [kJ/kg]
- h_b : enthalpie surface batterie [kJ/kg]

Débit d'eau condensé q_{eau}

$q_{eau} = q_{mas} \times \Delta W$

avec :

q_{eau} : débit d'eau condensé en [g_{eau}/h]

q_{mas} : débit massique d'air en [kg/h]

ΔW : différence de teneur en humidité de l'air entre l'entrée et la sortie du condenseur en [$g_{eau}/kg_{air\ sec}$]

THERMODYNAMIQUE

Taux de compression τ

$\tau = P_{refoulement} / P_{aspiration}$

$P_{refoulement}$ et $P_{aspiration}$ en bar

Rendement volumétrique η_V

$\eta_V = 1 - 0{,}05\ \tau$

Volume balayé compresseur V_b en [m^3/h]

$V_b = 60 \times C \times N$ avec :

-C : cylindrée [m^3]

-N : vitesse de rotation N [tr/min]

Volume aspiré compresseur V_a en [m^3/h]

$V_a = V_b \times \eta_V$ avec :

-V_b : volume balayé en[m^3/h]

- η_V : rendement volumétrique

Débit massique fluide frigorigène q_m en [kg/h]

$q_m = V_a \div v$ avec :

V_a : volume aspiré en [m^3/h]

v : volume massique entrée compresseur en [m^3/kg]

Puissance frigorifique évaporateur ϕ_0 en [kW]

$\phi_0 = q_m \times \Delta h_{évaporateur}$ avec

q_m en [kg/s]

$\Delta h_{évaporateur}$: différence d'enthalpie entre la sortie et l' entrée de l'évaporateur en [kJ/kg]

Puissance mécanique compresseur P_{th} en[kW]

$P_{th} = q_m \times \Delta h_{compresseur}$ avec

q_m en [kg/s]

$\Delta h_{compresseur}$: variation d'enthalpie entre la sortie et l'entrée du compresseur en [kJ/kg]

Puissance mécanique réelle compresseur P_r

$P_r = P_{th} \div (\eta_i \times \eta_m)$ avec

η_i : rendement indiqué ; η_m : rendement mécanique

Coefficient de Performance COP

$COP = \phi_{0total} \div P_r$ avec

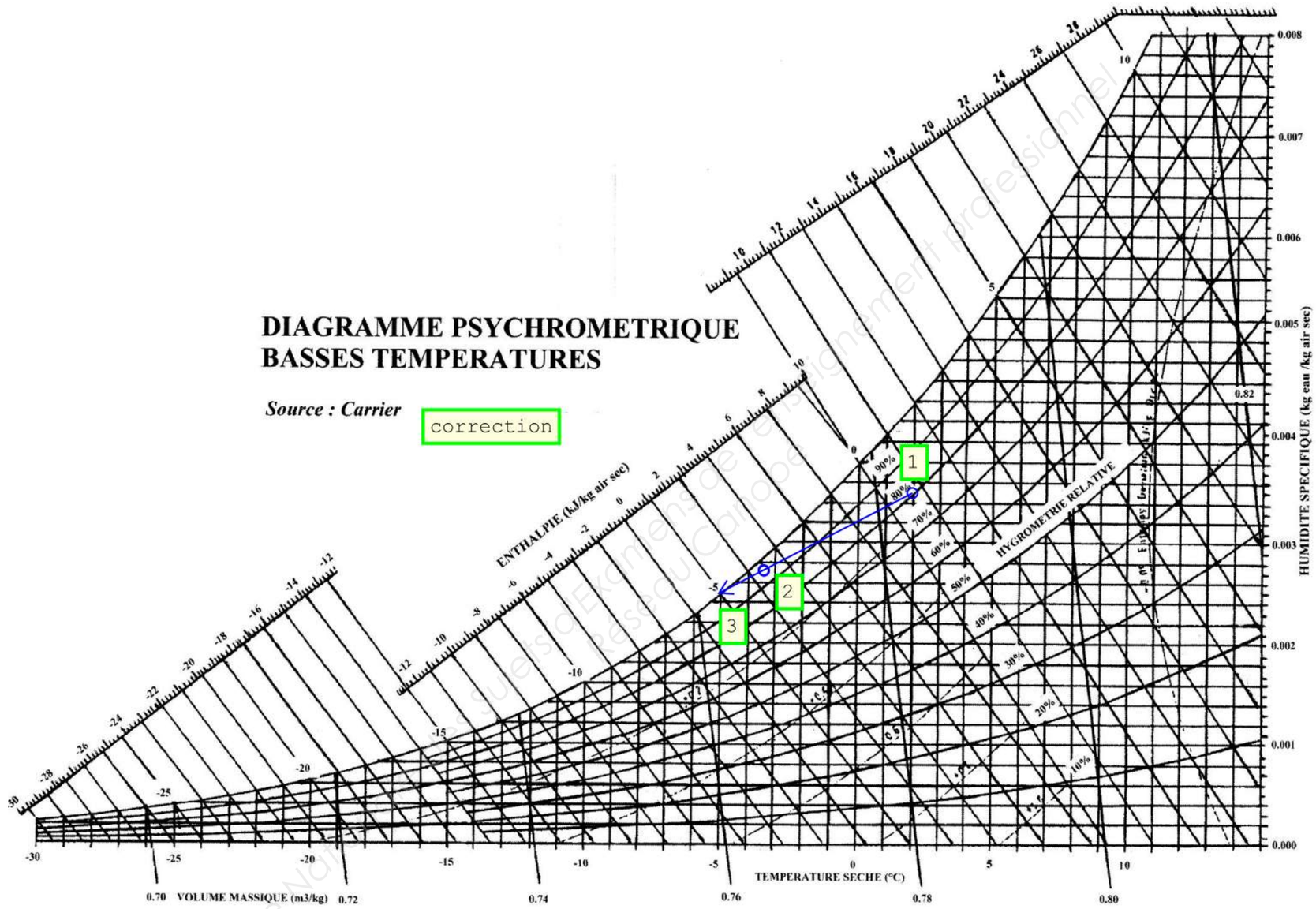
ϕ_{0total} : somme des puissances frigorifiques des évaporateurs de l'installation.

Base Nationale des Sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

DIAGRAMME PSYCHROMETRIQUE
BASSES TEMPERATURES

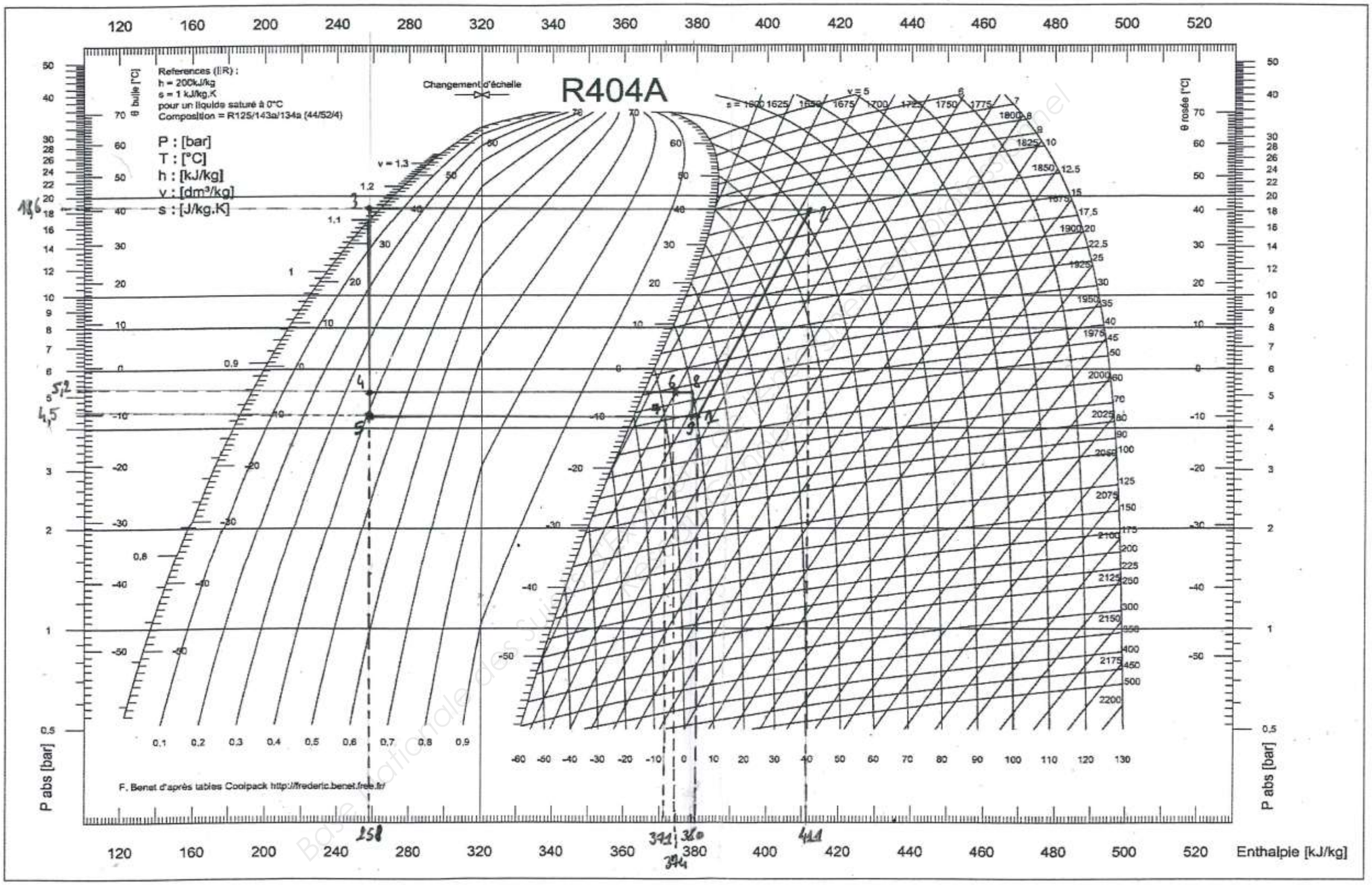
Source : Carrier

correction



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

BP MONTEUR DEPANNEUR EN FROID ET CLIMATISATION		DOSSIER CORRIGE Session 2014
E.1-A : Physique appliquée (épreuve écrite)		
Durée de l'épreuve : 2h	Coef : 3	DC 12 /13



BP MONTEUR DEPANNEUR EN FROID ET CLIMATISATION		DOSSIER CORRIGE
		Session 2014
E.1-A : Physique appliquée (épreuve écrite)		
Durée de l'épreuve : 2h	Coef : 3	DC 13 /13

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.