



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 en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :

[www.formav.co/explorer](http://www.formav.co/explorer)

# 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.**

# BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

## ELECTROTECHNIQUE

SESSION 2010

-----  
EPREUVE E.4.1.

Étude d'un système technique industriel  
Pré étude et modélisation

### Système d'aspiration centralisée

#### CORRIGÉ

#### A. Dimensionnement du moto-ventilateur

##### A.1. Aspiration sur le groupe de perçage Biesse

- 1.1.  $Q_{b1} = S_{b1} \cdot v = 0,126 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  avec  $S_{b1} = \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 = 5,03 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ .
- 1.2.  $Q_{b1} = 0,126 \cdot 3600 = 452 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
- 1.3.  $Q_1 = 28 \cdot Q_{b1} + 2 \cdot Q_{b2}$ , avec  $Q_{b2} = 707 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ , débit des bouches de 100mm.

##### A.2. Pression dans la gaine centrale

- 2.1.  $v_A = v_B$  et  $h_A = h_B$  donc  $p_A = p_B$ .
- 2.2. À l'intersection des droites  $d = 800 \text{ mm}$  et  $v = 29 \text{ m/s}$ , on obtient  $\approx 8,5 \text{ Pa/m}$ , donc  $\Delta p_{ch} = 125 \cdot 8,5 = 1062 \text{ Pa}$ .
- 2.3.  $p_A - p_B = \Delta p_{ch}$  donc  $p_B = p_A - \Delta p_{ch} = 929 \text{ hPa}$ .

##### A.3. Puissance du moto-ventilateur

- 3.1. On veut montrer que  $1 \text{ Pa} \cdot 1 \text{ m}^3/\text{s} = 1 \text{ W}$ , or  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ , donc  $1 \text{ Pa} \cdot 1 \text{ m}^3/\text{s} = 1 \text{ N/m}^2 \times 1 \text{ m}^3/\text{s} = 1 \text{ Nm/s} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ W}$ .
- 3.2.  $P_{vent} = 5280 \cdot 14,58 = 77 \text{ kW}$ .
- 3.3.  $p = \rho_{eau} \cdot g \cdot h$ , avec  $h = 1 \text{ mm}$  on a  $p = 1 \text{ mmCE} = 9,81 \text{ Pa}$ .
- 3.4. Voir abaque.  $\Delta p \approx 540 \text{ mmCE} = 5300 \text{ Pa}$ , proche de celle obtenue précédemment.
- 3.5. On lit  $n_v = 1100 \text{ tr/min}$ .
- 3.6. On lit  $P_u \approx 130 \text{ CV}$ , soit  $P_u \approx 96 \text{ kW}$ .

## B. Amélioration du bilan énergétique

### B.1. Choix de la pression et gain en puissance

- 1.1. Nouveau point de fct avec  $Q_t' = 13,4 \text{ m}^3/\text{s}$ , on a  $\Delta p' = 450 \text{ mmCE} = 4415 \text{ Pa}$ .
- 1.2. L'abaque donne  $P_u' = 102 \text{ CV} = 75 \text{ kW}$ . Alors  $P_E' = P_u' / (\eta_M \cdot \eta_{Var}) = 87 \text{ kW}$ .
- 1.3.  $\Delta P_E = P_E - P_E' = P_u / (\eta_M \cdot \eta_{Var}) - P_E' = 107 - 87 = 20 \text{ kW}$ .

### B.2. Mode d'alimentation du moteur asynchrone

#### Modèle par phase de la machine asynchrone

- 2.1.  $R_F$  est la résistance fictive représentant les pertes fer et  $R$ , résistance rotorique ramenée au stator, représente la puissance  $P_{tr}$  transmise.
- 2.2.  $p_F = 3 \cdot V^2 / R_F = P_0$  donc  $R_F = 3 \cdot V^2 / P_0 = 31,1 \Omega$ .

#### Puissance transmise au rotor

- 2.3.  $P_{tr} = 3 \cdot (r/g) \cdot I'^2$ .
- 2.4. Comme  $p_m = 0$ , on a  $T_p = 0$  et  $T_m = T_u$ . Puisque  $P_{tr} = T_m \cdot \Omega_s$  on a  $P_{tr} = T_u \cdot \Omega_s$ .
- 2.5.  $T_u = P_{tr} / \Omega_s = 3 \cdot (r/g) \cdot I'^2 / \Omega_s = 3 \cdot r \cdot I'^2 / (g \cdot \Omega_s)$ .

#### Couple utile

- 2.6.  $r/g = 0.75 \gg X = 0.167$
- 2.7.  $I' = V/Z = g \cdot V/r$ .
- 2.8. Il vient  $T_u = 3 \cdot (r/g) \cdot (g \cdot V/r)^2 / \Omega_s = 3 \cdot (g/r) \cdot V^2 / \Omega_s = 3 \cdot V^2 (g/r \cdot \Omega_s)$   
Avec  $g = (\Omega_s - \Omega) / \Omega_s$ , on a  $T_u = \frac{3V^2}{r \cdot \Omega_s^2} \cdot (\Omega_s - \Omega)$ , puis  $T_u = \frac{3V^2}{r \cdot \Omega_s^2} \cdot \frac{2\pi}{60} (n_s - n)$ .
- 2.9. Comme  $r = \text{Cste}$ , il faut  $V^2 / \Omega_s^2 = \text{Cste}$ , soit  $V / \Omega_s = \text{Cste}$  et donc  $V/f = \text{Cste}$ .
- 2.10. Avec  $V = 230 \text{ V}$  et  $f = 50 \text{ Hz}$ , on a  $K = 44,9 \text{ N.m.min}$

#### Point de fonctionnement

- 2.11.  $f = 50 \text{ Hz}$  donne  $n_s = 1500 \text{ tr/min}$  et  $T_u = 44,9 \cdot (n_s - n)$  donne pour  $T_u = 900 \text{ N.m}$  (par exemple)  $n = 1480 \text{ tr/min}$ . Voir document réponse 2.
- 2.12. Si  $f$  diminue avec  $V/f = \text{cste}$ , alors  $n_s$  diminue d'autant mais la pente reste -44,9. La droite se déplace parallèlement à elle-même, vers la gauche.
- 2.13. Le débit diminue car la vitesse du ventilateur diminue.
- 2.14. Avec  $T_u = 510 \text{ N.m}$ , on a  $n \approx 1350 \text{ tr/min}$  et  $n_s \approx 1360 \text{ tr/min} \approx 22,7 \text{ tr/s}$ .  
Donc  $f_1 \approx 45,5 \text{ Hz}$ .

## C. Conséquences de l'utilisation du variateur de vitesse

### Analyse des courants absorbés par le variateur

1. L'écran 1 donne  $I = 196 \text{ A}$  et un facteur de crête de 3, donc  $I_{\text{Max}} = 196 \cdot 3 = 588 \text{ A}$ . La lecture directe confirme  $I_{\text{Max}}$ .
2. Le curseur de l'écran 3 est positionné sur le fondamental et indique  $I_1 = 140 \text{ A}$ .

3. Harmoniques les plus polluants :  
 $I_5$ , avec  $f_5 = 5.f = 250\text{Hz}$  ;  $I_7$ , de fréquence  $f_7 = 350\text{Hz}$  ;  $I_{11}$  avec  $f_{11} = 550\text{Hz}$  et  $I_{13}$  avec  $f_{13} = 650\text{Hz}$ .  
Valeurs efficaces en % de  $I_1$  :  $I_5 = 65\%$  ;  $I_7 = 55\%$  ;  $I_{11} = 33\%$  ;  $I_{13} = 24\%$ .  
Ce qui donne  $I_5 = 91\text{ A}$  ;  $I_7 = 77\text{ A}$  ;  $I_{11} = 46\text{ A}$  ;  $I_{13} = 34\text{ A}$ .
4.  $\text{TDHi} = 94,4\%$  en ne tenant compte que de ces quatre rangs. Avec l'ensemble de harmoniques l'appareil fournit  $\text{TDHi} = 98\%$ .  
Les quatre rangs étudiés sont vraiment prépondérants.
5. Inductance série, filtres passifs RLC, filtre actif ...

### Conséquences sur les puissances

6. L'écran 2 donne  $\cos\varphi_1 = 0,99 \approx 1$ .  
Onde du fondamental de  $i_a(t)$  sur le document réponse 4.
7. Les tensions réseau sont sinusoïdales donc  $P_E = 3.VI_1\cos\varphi_1 = 96,3\text{ kW}$ .  
Avec  $\cos\varphi_1 = 0,99$ , on a  $Q = 3.VI_1\sin\varphi_1 = 13,7\text{ kVAR}$  et  $S = 3.V.I = 136\text{ kVA}$ .  
Si on prend  $\cos\varphi_1 = 1$ , alors  $Q = 0\text{ VAR}$ .
8. Avec  $\cos\varphi_1 = 0,99$ , on a  $D = \sqrt{S^2 - P^2 - Q^2} = 96\text{ kVA}$  (95 kVA avec  $\cos\varphi_1 = 1$ ).
9. On vérifie bien  $f_P = P/S = 96,3/136 \approx 0,7$ .  
Ce facteur de puissance est médiocre ( $\ll 0,93$ ), conséquence de la richesse harmonique des courants de lignes.

## D. Mise en parallèle d'un deuxième transformateur

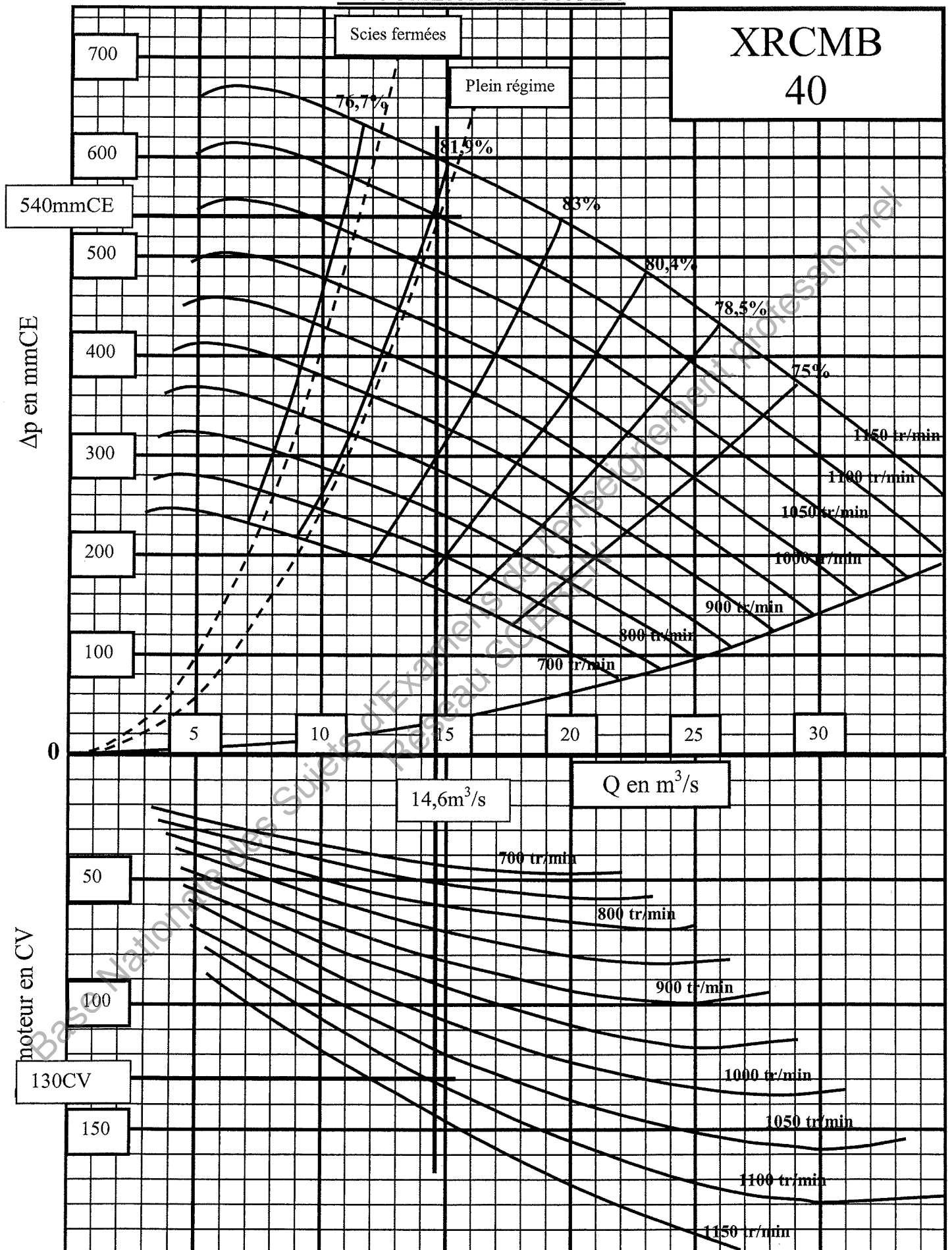
### D.1. Caractéristiques du transformateur existant

- 1.1.  $I_{1n} = S_n/(3.V_{1n}) = 11,5\text{ A}$  et  $I_{2n} = S_n/(3.V_{2n}) = 577\text{ A}$ .
- 1.2.  $m = U_{20}/U_1 = 20,65.10^{-3}$ .
- 1.3.  $I_{2cc} = I_{2n}$  donc  $P_{1cc} = p_{jn} = 3.R_s.I_{2cc}^2$ , soit  $R_s = 4,6\text{ m}\Omega$ .
- 1.4. Le schéma de la figure 5 indique que  $u_{AB}$  est en phase avec  $v_a$ .  
Comme  $u_{ab}$  est en avance de  $30^\circ$  sur  $v_a$ , elle est en avance de  $30^\circ$  par rapport à  $u_{AB}$ .  
L'indice horaire  $h$  est donc  $h = 11$ .

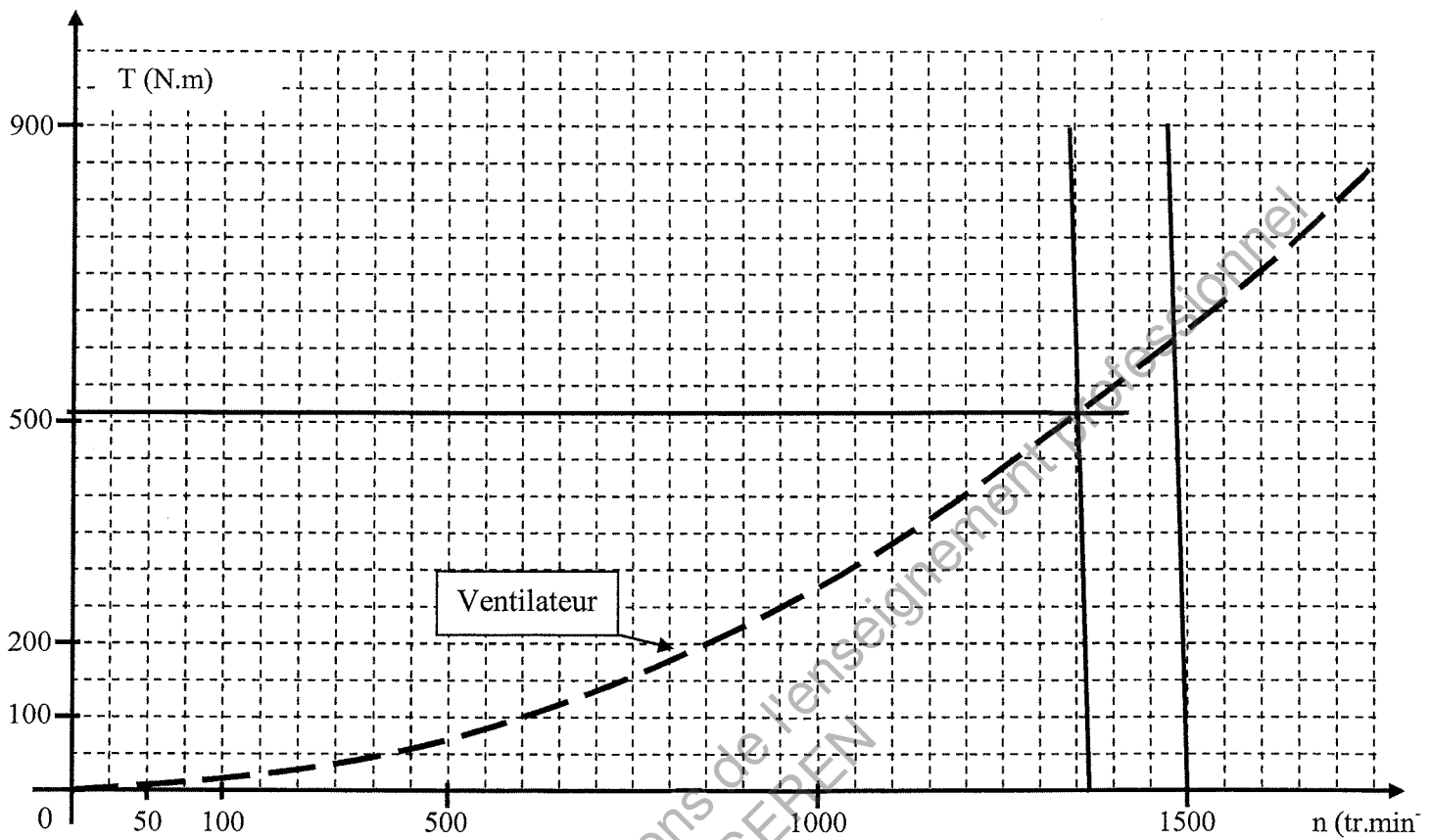
### D.2. Mise en parallèle du deuxième transformateur

- 2.1. La tension BT simple  $v'_a(t)$  est en avance de  $30^\circ$  sur la tension HT simple  $v'_A(t)$  donc  $h' = 11$ .
- 2.2. Les indices horaires sont les mêmes ainsi que les rapports de transformation (mêmes tensions à vide de 413V).

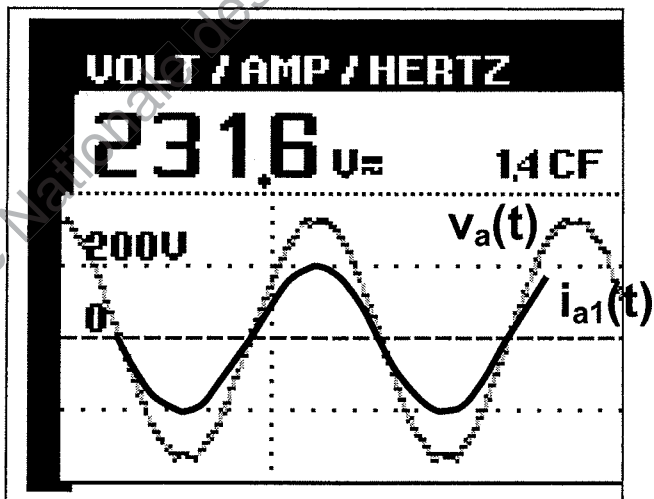
# DOCUMENT REPONSE 1



## DOCUMENT REPONSE 2



## DOCUMENT REPONSE 3



# BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

## ELECTROTECHNIQUE

SESSION 2010

-----  
EPREUVE E.4.1.

Étude d'un système technique industriel  
Pré étude et modélisation

<b>Système d'aspiration centralisée</b>
---

**BARÈME PROPOSÉ (60 points)**

A. Dimensionnement du moto-ventilateur (≈ 15 points)

A.1. Aspiration sur le groupe de perçage Biesse

- 1.1. 1
- 1.2. 1
- 1.3. 1,5

A.2. Pression dans la gaine centrale

- 2.1. 1
- 2.2. 1,5
- 2.3. 1

A.3. Puissance du moto-ventilateur

- 3.1. 1,5
- 3.2. 1,5
- 3.3. 1,5
- 3.4. 1,5
- 3.5. 1
- 3.6. 1

B. Amélioration du bilan énergétique (≈ 23 points)

B.1. Choix de la pression et gain en puissance

- 1.1. 1
- 1.2. 1,5
- 1.3. 1,5

B.2. Mode d'alimentation du moteur asynchrone

Modèle par phase de la machine asynchrone

- 2.1. 1 + 1
- 2.2. 1

Puissance transmise au rotor

- 2.3. 1
- 2.4. 1,5
- 2.5. 1,5



Couple utile

2.6.	1,5
2.7.	1,5
2.8.	2
2.9.	1
2.10.	1

Point de fonctionnement

2.11.	1,5
2.12.	1
2.13.	1
2.14.	1,5

C. Conséquences de l'utilisation du variateur de vitesse (≈ 12 points)

Analyse des courants absorbés par le variateur

1.	2
2.	1
3.	1,5
4.	1,5
5.	1

Conséquences sur les puissances

6.	1,5
7.	1,5
8.	1
9.	1

D. Mise en parallèle d'un deuxième transformateur (≈ 10 points)

D.1. Caractéristiques du transformateur existant

1.1.	2
1.2.	1,5
1.3.	1,5
1.4.	2

D.2. Mise en parallèle du deuxième transformateur

2.1.	2
2.2.	1

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.

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.