

Série 2017
PQ selon OFPi 2006

Procédures de qualification
Planificatrice-électricienne CFC
Planificateur-électricien CFC

Connaissances professionnelles écrites
Pos. 4.2 Technique des systèmes électriques

Dossier des expertes et experts

Temps: 90 minutes pour 19 exercices sur 13 pages

Auxiliaires: Règle, équerre, chablon, recueil de formules sans exemple de calcul et calculatrice de poche, indépendante du réseau (Tablettes, Smartphones etc. ne sont pas autorisés).

Cotation:

- Le nombre de points maximum est donné pour chaque exercice.
- Pour obtenir le maximum de points, les formules et les calculs doivent figurer dans la solution ainsi que les résultats avec leur unité soulignés deux fois.
- Le cheminement de la solution doit être clair et son contrôle doit être aisé.
- Si dans un exercice on demande plusieurs réponses, vous êtes tenu de répondre à chacune d'elles. Les réponses sont évaluées dans l'ordre où elles sont données. Les réponses données en plus ne sont pas évaluées.
- S'il manque de la place, la solution peut être écrite au dos de la feuille et vous devez le mentionner sur l'exercice.
- **Les mauvaises réponses induites par une précédente erreur dans le problème doivent être prises en compte lors de la correction.**

Barème: **Nombres de points maximum: 49,0**

47,0	-	49,0	Points = Note	6,0
42,0	-	46,5	Points = Note	5,5
37,0	-	41,5	Points = Note	5,0
32,0	-	36,5	Points = Note	4,5
27,0	-	31,5	Points = Note	4,0
22,5	-	26,5	Points = Note	3,5
17,5	-	22,0	Points = Note	3,0
12,5	-	17,0	Points = Note	2,5
7,5	-	12,0	Points = Note	2,0
2,5	-	7,0	Points = Note	1,5
0,0	-	2,0	Points = Note	1,0

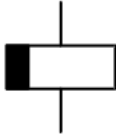
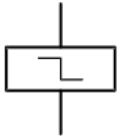
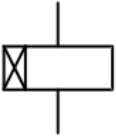
Les solutions ne sont pas données
pour des raisons didactiques

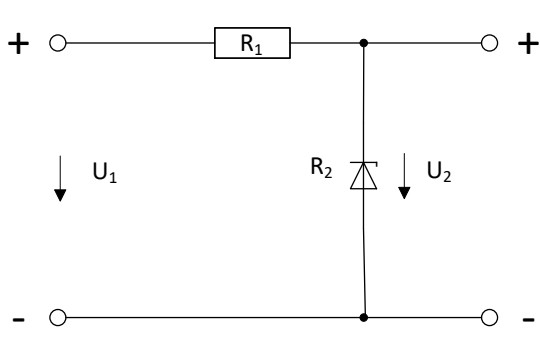
(Décision de la commission des
tâches d'examens du 09.09.2008)

Délai d'attente: **Cette épreuve d'examen ne peut pas être utilisée librement comme exercice avant le 1^{er} septembre 2018.**

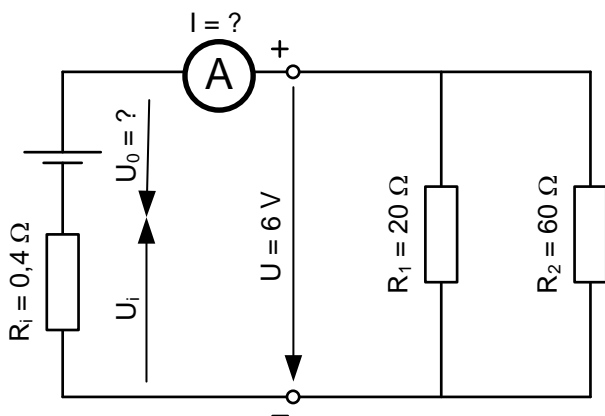
Créé par: Groupe de travail EFA de l'USIE pour la profession de
planificatrice-électricienne CFC / planificateur-électricien CFC

Editeur: CSFO, département procédures de qualification, Berne

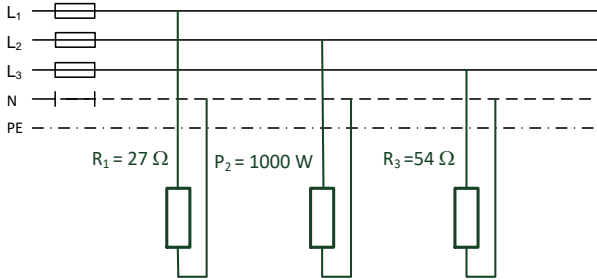
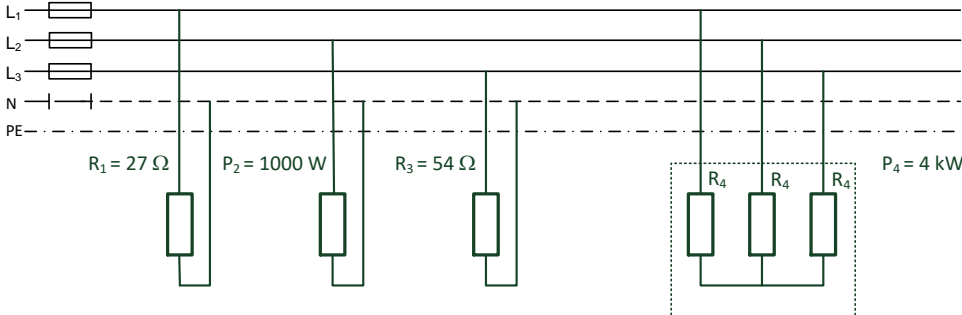
Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
4.	<p>5.2.9</p> <p>Comment nomme-t-on les symboles de relais suivants ?</p> <p>a)</p>  <p>Relais temporisé, retardé à la chute (minuterie)</p> <p>b)</p>  <p>Relais pas à pas, télérupteur</p> <p>c)</p>  <p>Relais temporisé, retardé à l'attraction</p>	3	
		1	
		1	
		1	
5.	<p>5.2.1</p> <p>Calculez l'efficacité lumineuse de l'ampoule fluo compact (ampoule économique).</p> <p>Caractéristiques nominales :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Puissance nominale : 11 W - Tension nominale : 230 V - Flux lumineux : 1200 lm - Durée de vie : 10'000 h - Température de couleur : 4000 K $K = \frac{\Phi}{P} = \frac{1200 \text{ lm}}{11 \text{ W}} = \underline{\underline{109,1 \frac{\text{lm}}{\text{W}}}}$	2	

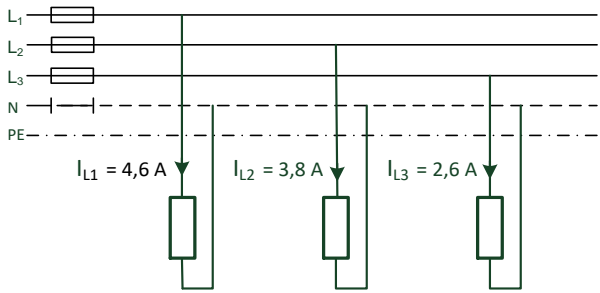
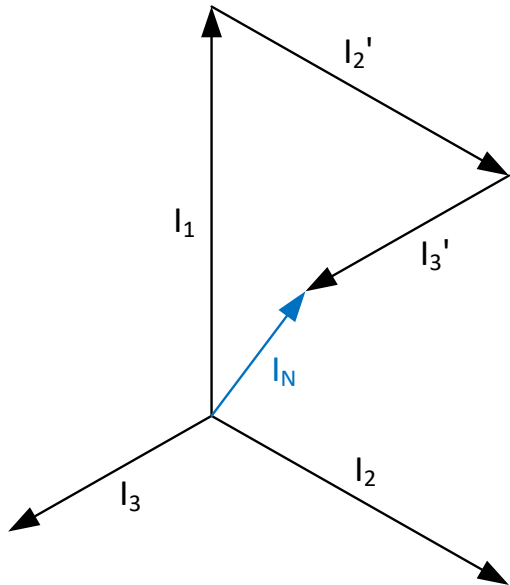
Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
6.	<p>5.3.4</p> <p>Sur un réseau triphasé 3 x 400 V/ 230 V, on relie :</p> <ul style="list-style-type: none"> - un chauffe-eau triphasé $U = 3 \times 400 \text{ V}$, 12 A - l'éclairage d'une halle $U = 230 \text{ V}$ réparti sur les trois phases : <p>$I_{L1} = 8,2 \text{ A}$, $\cos \varphi_1 = 0,7$; $I_{L2} = 7,6 \text{ A}$, $\cos \varphi_2 = 0,85$ $I_{L3} = 9,4 \text{ A}$, $\cos \varphi_3 = 0,9$</p> <p>Calculez :</p> <p>a) la puissance du chauffe-eau.</p> $P_{\text{Chauffe-eau}} = U \cdot I \cdot \sqrt{3} = 400 \text{ V} \cdot 12 \text{ A} \cdot \sqrt{3} = \underline{\underline{8314 \text{ W}}}$ <p>b) la puissance active totale de l'éclairage.</p> $P_{L1} = U_{\text{Réseau}} \cdot I_{L1} \cdot \cos \varphi_1 = 230 \text{ V} \cdot 8,2 \text{ A} \cdot 0,7 = \underline{\underline{1320,2 \text{ W}}}$ $P_{L2} = U_{\text{Réseau}} \cdot I_{L2} \cdot \cos \varphi_2 = 230 \text{ V} \cdot 7,6 \text{ A} \cdot 0,85 = \underline{\underline{1485,8 \text{ W}}}$ $P_{L3} = U_{\text{Réseau}} \cdot I_{L3} \cdot \cos \varphi_3 = 230 \text{ V} \cdot 9,4 \text{ A} \cdot 0,9 = \underline{\underline{1945,8 \text{ W}}}$ $P_{\text{tot/éclairage}} = P_{L1} + P_{L2} + P_{L3} = 1320,2 \text{ W} + 1485,8 \text{ W} + 1945,8 \text{ W} = \underline{\underline{4751,5 \text{ W}}}$ <p>c) la puissance active totale de tous les récepteurs.</p> $P_{\text{Tot}} = P_{\text{Chauffe-eau}} + P_{\text{Eclairage}} = 8314 \text{ W} + 4751,5 \text{ W} = \underline{\underline{13065,5 \text{ W}}}$	4	
7.	<p>5.2.9</p> <p>Quelle est la tension U_2, sachant que $R_1 = 100 \Omega$ et que R_2 est une diode Zener de 7,2 V ?</p>  <p>a) $U_1 = 6 \text{ V}$</p> $U_2 = \underline{\underline{6 \text{ V}}}$ <p>b) $U_1 = 9 \text{ V}$</p> $U_2 = \underline{\underline{7,2 \text{ V}}}$	2	

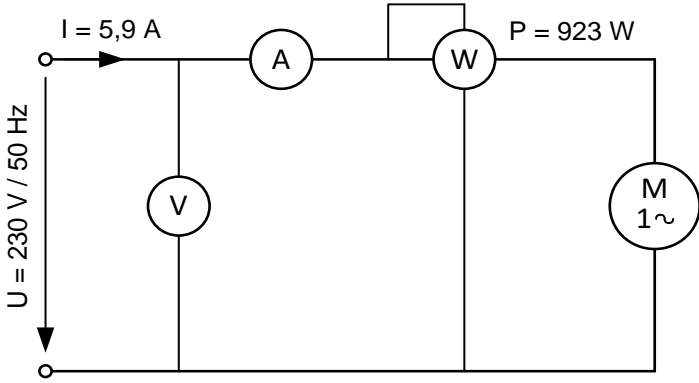
Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
8.	<p>5.1.4</p> <p>Réglage d'un relais thermique pour la protection de moteur. Sur la plaque signalétique du moteur, on trouve les informations suivantes : $P = 6500 \text{ W}$, $\cos \varphi = 0,87$, $\eta = 0,82$, $U = 3 \times 400 \text{ V}$, raccordement en étoile.</p> <p>A quel courant doit-on régler le relais thermique pour protéger le moteur des surcharges ?</p> <p>Règle professionnelle : 2 x la puissance utile = au courant de ligne.</p> <p>$I = 2 \cdot 6,5 \text{ kW} \Rightarrow \underline{\underline{13 \text{ A}}}$</p> <p>ou</p> $I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{6500 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,87 \cdot 0,82} = \underline{\underline{13,15 \text{ A}}}$	2	
9.	<p>5.3.1</p> <p>Une lampe de contrôle 230 V / 5 W / 50 Hz est raccordée en série avec un condensateur, sur le réseau 400 V / 50 Hz.</p> <p>Calculez :</p> <p>a) l'intensité du courant dans ce circuit série.</p> $I = \frac{P}{U} = \frac{5 \text{ W}}{230 \text{ V}} = \underline{\underline{21,74 \text{ mA}}}$ <p>b) la tension aux bornes du condensateur.</p> $U_{bc} = \sqrt{U^2 - U_w^2} = \sqrt{(400 \text{ V})^2 - (230 \text{ V})^2} = \underline{\underline{327,3 \text{ V}}}$ <p>c) la capacité du condensateur. (réponse donnée en nF)</p> $X_c = \frac{U_{bc}}{I} = \frac{327,3 \text{ V}}{21,74 \text{ mA}} = \underline{\underline{15,05 \text{ k}\Omega}} \quad (1)$ $C = \frac{1}{\omega \cdot X_c} = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 15,05 \text{ k}\Omega} = \underline{\underline{212 \text{ nF}}} \quad (1)$	4	

Exercices		Nombre de points							
		maximal	obtenus						
10.	<p>5.2.6</p> <p>Deux résistances, $20\ \Omega$ et $60\ \Omega$, sont connectées en parallèle et alimentées par une batterie. La tension aux bornes de la batterie est de 6 V.</p> <div></div> <p>Calculez :</p> <p>a) le courant I traversant l'ampèremètre.</p> $I = \frac{U}{R_L} = \frac{6\text{ V}}{15\ \Omega} = \underline{\underline{0,4\text{ A}}}$ $R_L = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{20\ \Omega \cdot 60\ \Omega}{20\ \Omega + 60\ \Omega} = \underline{\underline{15\ \Omega}}$ <p>b) la tension à vide U_0 de la batterie.</p> $U_0 = I \cdot R_{\text{Equ}} = 0,4\text{ A} \cdot 15,4\ \Omega = \underline{\underline{6,16\text{ V}}}$ $R_{\text{Equ}} = R_L + R_i = 15\ \Omega + 0,4\ \Omega = \underline{\underline{15,4\ \Omega}}$	2							
		1	(0,5)	(0,5)					
11.	<p>5.5.1</p> <p>Système KNX</p> <p>a) Cochez pour indiquer si l'affirmation suivante est juste ou fausse.</p> <table><tr><th>Affirmation</th><th>Juste</th><th>Faux</th></tr><tr><td>Le système KNX est un système de bus décentralisé avec intelligence distribuée dans les dispositifs connectés.</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr></table> <p>b) Comment nomme-t-on les deux différentes adresses dans un système KNX ?</p> <p>Adresse de groupe</p> <p>Adresse physique</p>	Affirmation	Juste	Faux	Le système KNX est un système de bus décentralisé avec intelligence distribuée dans les dispositifs connectés.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	
	Affirmation	Juste	Faux						
Le système KNX est un système de bus décentralisé avec intelligence distribuée dans les dispositifs connectés.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
	1	(0,5)	(0,5)						

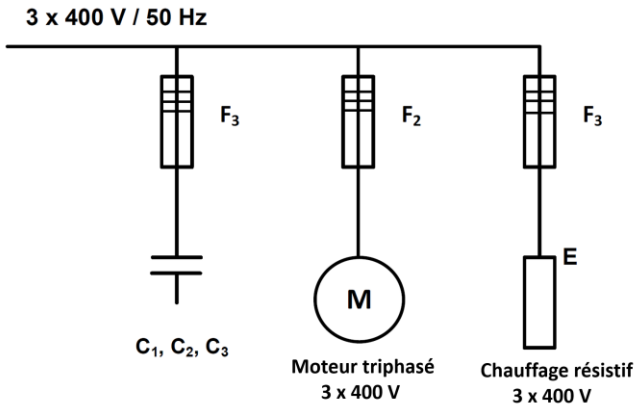
Exercices			Nombre de points	
			maximal	obtenus
12.	5.2.6			
	Pour chacune des affirmations suivantes, cochez afin d'indiquer si elle est juste ou fausse.		2	

Exercices		Nombre de points									
		maximal	obtenus								
14.	<p>5.3.4</p> <p>Consommateurs sur un réseau triphasé 3 x 400 V / 50 Hz</p> <p>a) Calculez les courants de ligne (I_{L1}, I_{L2}, I_{L3}).</p> <p>Tous les consommateurs ont une charge purement résistive.</p>  <p>a) $I_{L1} = \frac{U}{R_1} = \frac{230 \text{ V}}{27 \Omega} = \underline{\underline{8,52 \text{ A}}}$</p> <p>$I_{L2} = \frac{P_2}{U} = \frac{1000 \text{ W}}{230 \text{ V}} = \underline{\underline{4,35 \text{ A}}}$</p> <p>$I_{L3} = \frac{U}{R_3} = \frac{230 \text{ V}}{54 \Omega} = \underline{\underline{4,26 \text{ A}}}$</p> <p>b) Que devient le courant du neutre, si l'on ajoute un récepteur équilibré couplé en étoile de 4kW ?</p>  <p>Cochez l'affirmation correcte.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Affirmation</th><th>Reste le même</th><th>Augmente</th><th>Diminue</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Le courant dans le conducteur de neutre</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </tbody> </table>	Affirmation	Reste le même	Augmente	Diminue	Le courant dans le conducteur de neutre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	
Affirmation	Reste le même	Augmente	Diminue								
Le courant dans le conducteur de neutre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
		1,5									
		(0,5)									
		(0,5)									
		(0,5)									
		0,5									

Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
15.	<p>5.3.4</p> <p>Quel est la valeur du courant dans le conducteur de neutre, lorsque $I_{L1} = 4,6$ A, $I_{L2} = 3,8$ A et $I_{L3} = 2,6$ A ? (solution graphique) 3 x 400 V / 50 Hz</p>  <p>1 A = 10 mm</p>  <p>Solution : $I_N = 1,7$ A (Correcte de 1,5 A à 1,9 A)</p>	2	
			(2)

Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
16.	<p>5.3.2</p> <p>Vous avez mesuré les valeurs suivantes avec les différents appareils de mesure pour un moteur à courant alternatif monophasé.</p>  <p>Calculez :</p> <p>a) la puissance apparente S.</p> $S = U \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 5,9 \text{ A} = \underline{\underline{1357 \text{ VA}}}$ <p>b) le $\cos \varphi$.</p> $\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{923 \text{ W}}{1357 \text{ VA}} = \underline{\underline{0,68}}$ <p>c) la puissance réactive Q.</p> $Q = \sqrt{(S)^2 - (P)^2} = \sqrt{(1357 \text{ VA})^2 - (923 \text{ W})^2} = \underline{\underline{994,7 \text{ var}}}$ <p>d) le courant I lorsque le $\cos \varphi$ passe à 0,9.</p> $I_{\text{Comp.}} = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi_c} = \frac{923 \text{ W}}{230 \text{ V} \cdot 0,9} = \underline{\underline{4,46 \text{ A}}}$ <p>e) la capacité du condensateur, raccordé en parallèle avec le moteur, afin d'améliorer le $\cos \varphi$ à 0,9. (Capacité du condensateur en μF)</p> $Q_c = P (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2) = 923 \text{ W} \cdot (1,078 - 0,484) = \underline{\underline{548,2 \text{ var}}}$ $X_c = \frac{(U)^2}{Q_c} = \frac{(230 \text{ V})^2}{548,2 \text{ var}} = \underline{\underline{96,5 \Omega}}$ $C = \frac{1}{2 \pi \cdot f \cdot X_c} = \frac{1}{2 \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 96,5 \Omega} = \underline{\underline{33 \mu\text{F}}}$	5	
		1	
		1	
		1	
		1	
		1	
		(0,5)	
		(0,5)	

Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
17.	<p>5.4.4</p> <p>Une ligne triphasée 3 x 400 V / 50 Hz en cuivre de section $A = 10 \text{ mm}^2$ alimente un chauffage triphasé équilibré 3 x 400V. La ligne a une longueur de 50 m et elle est parcourue par un courant $I = 35 \text{ A}$.</p> <p>$(\rho_{\text{Cu}} = 0,0175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}})$</p> <p>Calculez :</p> <p>a) la chute de tension en ligne exprimée en volt.</p> $\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot l \cdot \rho}{A} = \frac{\sqrt{3} \cdot 35 \text{ A} \cdot 50 \text{ m} \cdot 0,0175 \Omega \text{ mm}^2}{\text{m} \cdot 10 \text{ mm}^2} = \underline{\underline{5,3 \text{ V}}}$ <p>b) la chute de tension en ligne, exprimée en pourcent.</p> $\Delta U = \frac{\Delta U \cdot 100 \%}{U} = \frac{5,3 \text{ V} \cdot 100 \%}{400 \text{ V}} = \underline{\underline{1,33 \%}}$ <p>c) la puissance perdue en watts.</p> $P_v = \frac{3 \cdot I^2 \cdot l \cdot \rho}{A} = \frac{3 \cdot (35 \text{ A})^2 \cdot 50 \text{ m} \cdot 0,0175 \Omega \text{ mm}^2}{\text{m} \cdot 10 \text{ mm}^2} = \underline{\underline{321,6 \text{ W}}}$ <p>ou</p> $P_v = 3 \cdot I^2 \cdot R_l = 3 \cdot (35)^2 \cdot 0,0875 \Omega = \underline{\underline{321,6 \text{ W}}}$ $R_{\text{Ltg.}} = \frac{\rho \cdot l}{A} = \frac{0,0175 \Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot 50 \text{ m}}{\text{m} \cdot 10 \text{ mm}^2} = \underline{\underline{0,0875 \Omega}}$	3	
		1	
		1	
		1	

Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
18.	<p>5.4.4</p> <p>Une installation se compose d'un moteur triphasé et d'un chauffage résistif. L'installation est compensée selon le schéma suivant.</p>  <p>C_1, C_2, C_3: Trois condensateurs de chacun 1 kvar connectés en triangle, M: Moteur alternatif $U = 3 \times 400 \text{ V}$, $I = 12 \text{ A}$, $\cos \varphi = 0,86$ E: Chauffage résistif $P = 3 \text{ kW}$</p> <p>Quel est le facteur de puissance de l'ensemble du circuit ?</p> <p>$P_{\text{Tot.}} = P_M + P_R = 7150 \text{ W} + 3000 \text{ W} = \underline{10150 \text{ W}}$ (0,5)</p> <p>$P_M = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi_M = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 12 \text{ A} \cdot 0,86 = \underline{7150 \text{ W}}$ (0,5)</p> <p>$P_R = 3000 \text{ W}$</p> <p>$Q_{\text{Tot.}} = Q_M - Q_C = 4240 \text{ var} - 3000 \text{ var} = \underline{1240 \text{ var}}$ (0,5)</p> <p>$Q_M = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi_M = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 12 \text{ A} \cdot 0,51 = \underline{4240 \text{ var}}$ (0,5)</p> <p>$\cos \varphi_M = 0,86 \Rightarrow \varphi_M = 30,68^\circ \Rightarrow \sin \varphi_M = 0,51$</p> <p>$Q_C = 3 \cdot Q_1 = 3 \cdot 1000 \text{ var} = \underline{3000 \text{ var}}$</p> <p>$\tan \varphi = \frac{Q_{\text{Tot.}}}{P_{\text{Tot.}}} = \frac{1240 \text{ var}}{10150 \text{ W}} = \underline{0,122}$</p> <p>$\tan \varphi_{\text{Tot.}} = 0,122 \Rightarrow \varphi_{\text{Tot.}} = 6,956^\circ \Rightarrow \cos \varphi_{\text{Tot.}} = \underline{\underline{0,993}}$ (1)</p>	3	

Exercices		Nombre de points	
		maximal	obtenus
19.	<p>5.2.9</p> <p>Un bureau en open space doit être équipé d'une lampe parabolique à LED de 32 W. L'éclairage doit être de 400 lux</p> <p>Dimension du bureau : Longueur 15 m, Largeur 7 m, Hauteur 3 m Rendement lumineux du local : 0,7</p> <p>Luminaire encastré : Longueur 1,198 m, Largeur 0,151 m Type : Tulux Nr. 28XM8M 32 W, 3279 lm, LED PRIM</p> <p>Rendement du luminaire : $\eta_L = 95 \%$</p> <p>Calculez :</p> <p>a) le nombre de luminaires nécessaire en tenant compte d'un facteur de vieillissement (encrassement) de 0,8.</p> $n = \frac{E_m \cdot A}{\Phi_L \cdot \eta_R \cdot \eta_L \cdot WF} = \frac{400 \text{ lx} \cdot 7 \text{ m} \cdot 15 \text{ m}}{3279 \text{ lm} \cdot 0,70 \cdot 0,95 \cdot 0,8} = \underline{\underline{24 \text{ Luminaires}}}$ <p>b) la puissance par mètre carré du local.</p> $P \text{ par m}^2 = \frac{P_L \cdot n}{A} = \frac{32 \text{ W} \cdot 24}{7 \text{ m} \cdot 15 \text{ m}} = \underline{\underline{7,31 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}}$	3	
		2	
		1	
Total		49	