

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**  
**ÉLECTROTECHNIQUE**

Session 2022

ÉPREUVE E4



**Éléments de correction**

**Avertissement : la correction sur Santorin est une correction partagée.**

**Chaque enseignant doit corriger uniquement les questions qui concernent sa matière.**

**Vous trouverez sur ces éléments de correction, un code couleur pour distinguer les matières des questions :**

- Vert : Sciences industrielles de l'ingénieur
- Bleu : Physique-Chimie

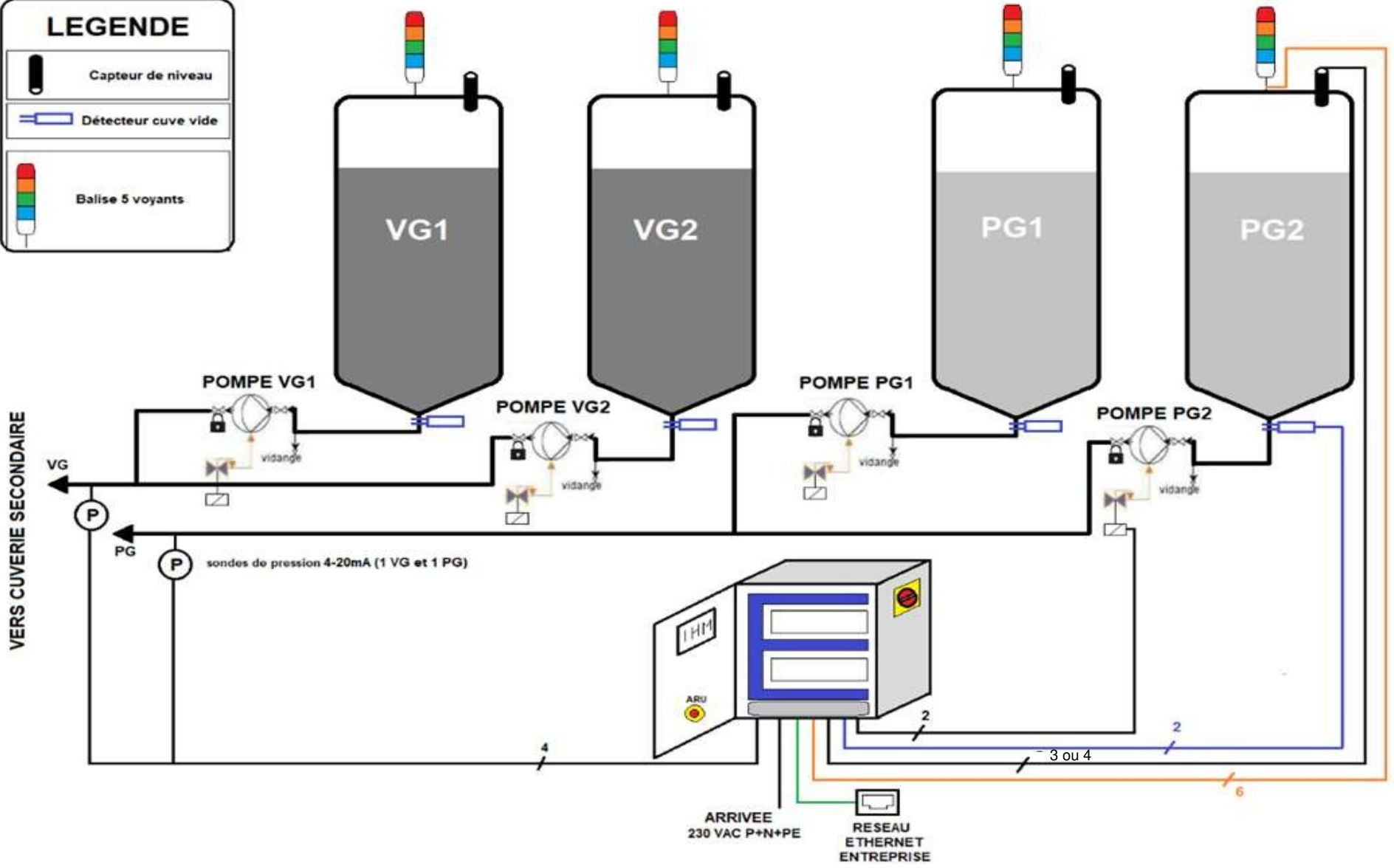
Question	Connaissance ou capacité exigible	Éléments de correction / Indicateurs	Compétence non acquise	0%	Compétence en cours d'acquisition non stabilisée	40%	Compétence partiellement acquise	75%	Compétence totalement acquise et transférable	100%
A1	Ressources et outils professionnels / Ressources documentaires & Caractéristiques des infrastructures	<ul style="list-style-type: none"> <li>calcul <math>V_m = \text{nbre flacons} \times \text{volume}</math></li> <li>conversion de mL en L</li> <li>Autonomie : <math>V = V_m \times \text{durée}</math></li> <li>Applications numériques : <math>V_m = 20\,000\text{ L}</math> ; <math>V = 50000\text{L}</math></li> </ul>			1 indicateur observable		3 indicateurs sont présents		les 4 indicateurs sont présents	
A2	Chaîne d'informations / Acquisition des informations	<b>Technologie du capteur :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Flotteur : NON plage de mesure de 1m maxi</li> <li>Capteur hydrostatique : NON car maintenance régulière</li> <li>Capteur radar : OUI mais assez chère</li> <li>Capteur ultrason : OUI</li> </ul>			1 indicateur est correct		3 indicateurs sont corrects		4 indicateurs sont corrects	
A3	Chaîne d'informations / Traitement de l'information	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>10 entrées TOR</b> : 7 entrées TOR (module sécu alimenté, module sécu OK, ARU, 4 détecteurs cuve vide) + 30% de réserve</li> <li><b>34 sorties TOR</b> : 26 sorties TOR (4 EV, 5 x 4 = 20 voyants, réarm module sécu, voyant ARU) + 30% de réserve</li> <li><b>6 entrées Ana 4-20mA</b> (4 niveau cuve + 1 pression VG + 1 pression PG)</li> </ul>			1 indicateur est correct		2 indicateurs sont corrects		3 indicateurs sont corrects	
A4	Chaîne d'informations / Traitement de l'information	<ul style="list-style-type: none"> <li>alim 24VDC</li> <li>com Ethernet</li> </ul>			1 indicateur est correct				2 indicateurs sont corrects	
A5	Chaîne d'informations / Acquisition des informations	<b>Avantage de ce format :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>pas d'erreur d'information (chute de tension sur 0-10V à éviter sur longues distances)</li> <li>détection d'un défaut si 0 mA</li> <li>moins sensible aux perturbations électromagnétiques</li> </ul>			1 indicateur est correct				2 indicateurs sont corrects	
A6	Ressources et outils professionnels / Ressources documentaires & Caractéristiques des infrastructures	<ul style="list-style-type: none"> <li>les capteurs sont correctement positionnés</li> <li>les détecteurs sont correctement positionnés</li> <li>les balises sont correctement positionnées (en haut pour être visibles de loin)</li> </ul>			1 des éléments est correctement appliqué		2 éléments sont correctement appliqués		les 3 éléments sont correctement appliqués	
A7	Ressources et outils professionnels / Ressources documentaires & Caractéristiques des infrastructures	<ul style="list-style-type: none"> <li>6 fils viennent de la balise</li> <li>3 ou 4 fils viennent du capteur de niveau 4-20mA</li> <li>2 fils viennent du détecteur cuve vide</li> </ul>			1 des éléments est correctement appliqué		2 éléments sont correctement appliqués		les 3 éléments sont correctement appliqués	
B1	Mécanique des fluides / Statique des fluides / Énoncer et appliquer l'équation fondamentale de la statique des fluides.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Appliquer l'équation fondamentale de la statique des fluides : <math>p_{Ah} = \rho g h</math></li> <li>La pression atmosphérique n'est pas prise en compte, car la pression est relative.</li> <li>AN : <math>P_{Ah} = 1260 \times 9,81 \times 5 = 61\,800\text{ Pa}</math></li> </ul>			1 indicateur observable		2 indicateurs observables		Les 3 indicateurs observables	
B2	Mécanique des fluides / Statique des fluides / Définir la pression au sein d'un fluide et l'exprimer dans les unités usuelles.	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>p_{Ab}</math> est à la pression atmosphérique ou <math>p_{Ab} = 0</math></li> </ul>			$p_{Ab}$ est à la pression atmosphérique mais exprimée en absolu ( $p_{Ab} = 1\text{ bar}$ ou $10^5\text{ Pa}$ )				Réponse juste	
B3	Mécanique des fluides / Installations hydrauliques / Dimensionner une pompe ou une turbine dans une installation hydraulique.	Le cas le plus défavorable correspond à la pression la plus basse en entrée de pompe, donc cuve vide					La réponse est juste mais pas justifiée		La réponse est juste et justifiée	

B4	Ressources et outils professionnels / Caractéristiques des bâtiments, des infrastructures / Collecter les informations nécessaires à la réalisation d'une activité	<ul style="list-style-type: none"> <li>A partir de DTEC2 : la cuverie secondaire est au R+1 d'où zB-zA = 6 m</li> </ul>					zB-zA = 6m justifié	
B5	Ressources et outils professionnels / Caractéristiques des bâtiments, des infrastructures / Collecter les informations nécessaires à la réalisation d'une activité	<ul style="list-style-type: none"> <li>A partir de DTEC2 et DRES 2 : tuyauterie DN80= diamètre intérieur de 80 mm</li> <li>Calcul de la section du tuyau à partir du diamètre : <math>S = 5.10^{-3} \text{ m}^2 = 50 \text{ cm}^2</math></li> </ul>		DN80 exploité		DN80 exploité calcul de S posé mais faux	DN80 exploité Calcul de S juste	
B6	Mécanique des fluides / Généralités / Corréler vitesse de déplacement du fluide, débit volumique et section de la canalisation.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exploiter la relation de débit : <math>Q_v = S \cdot V_B</math></li> <li>Identifier les bonnes valeurs de débit et section.</li> <li>Faire les conversion en <math>\text{m}^2</math> (pour S) et <math>\text{m}^3/\text{s}</math> (pour <math>Q_v</math>)</li> <li>AN juste : <math>V_B = Q_v / S = 0,55 \text{ m/s}</math></li> </ul>		1 indicateur observable		Au moins 2 indicateurs sont observables	Les 4 indicateurs sont observables	
B7	Mécanique des fluides / Dynamique des fluides incompressibles / Appliquer le théorème de Bernoulli sous sa forme énergétique afin de déterminer les grandeurs mécaniques pertinentes au dimensionnement d'une installation.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les simplifications sont faites : <math>p_A = p_B</math> et <math>v_A = 0</math></li> <li>Le calcul est posé ; <math>D_{ppompe} = 1/2 \cdot r \cdot v_B^2 + r \cdot g \cdot (z_B - z_A)</math></li> <li>Le calcul est juste en cohérence avec la réponse à B4 : <math>0,7 \cdot 10^5 \text{ Pa}</math></li> </ul>		1 indicateur observable		2 indicateurs sont observables	Les 3 indicateurs sont observables	
B8	Mécanique des fluides / Installations hydrauliques / Dimensionner une pompe ou une turbine dans une installation hydraulique.	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>D_{ppompe}' = D_{ppompe} + D_{ppertes} = 8.10^5 \text{ Pa}</math></li> <li>Dans cette application ce sont les pertes de charges qui sont de loin les plus importantes : <math>7,3 \gg 0,7</math></li> </ul>		Conclusion correcte malgré un calcul faux		Calcul juste (en utilisant le résultat trouvé précédemment) mais les valeurs ne sont pas comparées	Calcul juste (en utilisant le résultat trouvé précédemment) et conclusion correcte	
B9	Mécanique des fluides / Généralités / Calculer une puissance hydraulique et une densité d'énergie volumique.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utiliser les bonnes valeurs de Q et Dp (en cohérence avec la réponse à la B8)</li> <li>Faire les conversion en <math>\text{m}^3/\text{s}</math></li> <li>Faire le calcul juste avec la bonne unité <math>Phyd = Q_v \cdot D_p = 2,2 \text{ kW}</math></li> </ul>		1 indicateur observable		2 indicateurs sont observables	Les 3 indicateurs sont observables	
C1	Les convertisseurs électromécaniques / Grandeurs nominales / Extraire des informations d'une plaque signalétique.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Poser la relation : <math>P_{aM1} = P_u/h</math></li> <li>Faire le calcul juste : <math>P_{aM1} = 2,2/0,73 = 3,0 \text{ kW}</math></li> <li>Poser la relation : <math>P_{aM1} = \square 3U I_{bM1} \cos \phi</math></li> <li>Poser la relation (littérale ou numérique) : <math>I_{bM1} = 3000 / (\square 3 \times 400 \times 0,8)</math></li> <li>faire le calcul juste <math>I_{bM1} = 5,4 \text{ A}</math></li> </ul>		1 indicateur observable		Au moins 3 indicateurs sont observables	Les 5 indicateurs sont observables	
C2	Chaîne de puissance / Distribution	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>Ku1 = 0,9</math></li> <li><math>Ku2 = 0,77</math></li> <li><math>P_{installée} = Ku2 \times PaM17 + Ku1 \times Ks \times 16 \times PaM1 = 0,77 \times 5 + 0,9 \times 0,8 \times 16 \times 3 = 38,4 \text{ kW}</math></li> </ul>		1 indicateur est juste		2 indicateurs sont présents	3 indicateurs présents et résultats justes	
C3	Chaîne de puissance / Distribution	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>S_{installée} = P_{installée} / 0,8 = 48 \text{ kVA}</math></li> <li><math>I_{installée} = S_{installée} / \square 3U = 69,3 \text{ A}</math></li> </ul>		une formule juste et son résultat correcte ou deux formules justes		deux formules justes et un résultat correct	deux formules justes et tous les résultats corrects	
C4	Chaîne de puissance / Distribution	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>S = \square 3 \times U \times I = \square 3 \times 400 \times 1100 = 762 \text{ kVA}</math>,</li> </ul>		1 indicateur est présent		2 indicateurs sont présents	3 indicateurs présents et résultats justes	
C5	Chaîne de puissance / Distribution	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transfo immergé huile minérale</li> <li>Tension primaire 15-20kV</li> <li>S supérieure normalisée = 800 Kva</li> <li>AoCk donc Po maxi 650W et Pk maxi 8400W</li> </ul>		1 indicateur présent et juste		3 indicateurs présents et justes	4 indicateurs présents et justes	

C6	La modulation de l'énergie électrique / Transformateurs monophasés et triphasés / Définir le rapport de transformation comme le rapport des valeurs efficaces secondaire à vide et primaire.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Poser la relation : <math>m = U_{20} / U_{1N}</math></li> <li>Faire l'application numérique ; <math>m = 27,3.10^{-3}</math></li> <li>Poser la relation <math>Z_2 = \sqrt{(R_2^2 + X_2^2)}</math> avec les bonnes valeurs de <math>R_2</math> et <math>Z_2</math></li> <li>Faire l'application numérique : <math>Z_2 = 12,6 \text{ m}\Omega</math></li> </ul>		1 indicateur observable	Au moins 3 indicateurs sont observables	Les 4 indicateurs sont observables	
C7	Lois des mailles et nœuds / Connaître et appliquer la loi des mailles	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifier que la tension aux bornes de <math>Z_2</math> est <math>mV_1</math> (loi des mailles)</li> <li>Citer la loi d'Ohm</li> <li>L'appliquer : <math>mV_1 = Z_2 \cdot I_{k3}</math></li> </ul>			Au moins 1 indicateur est observable	Les 3 indicateurs sont observables	
C8	Régime sinusoïdal monophasé et triphasé équilibré / Définir le réseau triphasé équilibré	<ul style="list-style-type: none"> <li>Poser la relation de la tension simple <math>V_{1N} = U_{1N} / \sqrt{3}</math></li> <li>Poser l'expression de <math>I_{k3 \text{ TRANSFO}}</math> en cohérence avec de la relation précédente donnée en C7) : <math>I_{k3 \text{ TRANSFO}} = mV_{1N} / Z_2</math></li> <li>Faire le calcul juste = 18,8 kA</li> </ul>		1 indicateur observable	2 indicateurs sont observables	Les 3 indicateurs sont observables	
C9	Dipôles passifs / Calculer la résistance équivalente de deux résistances en série ou en parallèle. Savoir que les inductances des bobines s'ajoutent dans une association en série.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exploiter la relation <math>Z = \sqrt{(R^2 + X^2)}</math>.</li> <li>Poser <math>R_T = R_2 + R_3</math></li> <li>Poser <math>X_T = X_2 + X_3</math></li> <li>Faire l'application numérique juste : <math>Z_T = 16,4 \text{ m}\Omega</math></li> </ul>		1 indicateur observable	Au moins 3 indicateurs sont observables	Les 4 indicateurs sont observables	
C10	Lignes de distribution d'énergie / Exploiter le modèle d'une ligne de distribution par un réseau RL série.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réinvestir la même méthode qu'à la question C8 (même si erronée)</li> <li>Faire le calcul juste : <math>I_{k3 \text{ TGBT}} = mV_{1N} / Z_T = 14,4 \text{ kA}</math></li> </ul>		1 indicateur observable		Les 2 indicateurs sont observables	
C11	Chaîne de puissance / Distribution	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>L = 120 \text{ m}</math>, <math>S = 35 \text{ mm}^2</math>, Aluminium</li> <li><math>I_{k3} = 2,4 \text{ kA}</math> pour 107 m et 1,8 kA pour 151m donc <math>1,8 \text{ kA} &lt; I_{k3 \text{ TGBT}} &lt; 2,4 \text{ kA}</math> pour 120m</li> </ul>		le relevé de L, S et matériau est juste	le calcul de $I_{k3 \text{ AVAL}}$ est cohérent avec le relevé	le calcul de $I_{k3 \text{ AVAL}}$ est juste	
C12	Chaîne de puissance / Distribution	DREP2		6 éléments sont justes	10 éléments sont justes	les 15 éléments sont justes	
D1	Les lois de l'électricité / Charges polluantes et non-polluantes / Définir, calculer et interpréter le taux de distorsion harmonique.	<ul style="list-style-type: none"> <li>qualité de u : THDu</li> <li>pollution harmonique : THDi</li> </ul>		1 indicateur	2 indicateurs	2 indicateurs clairement exprimés	
D2	Modes de transfert d'énergie / Les conversions et le stockage de l'énergie / Évaluer ou mesurer une quantité d'énergie transférée, convertie ou stockée.	<ul style="list-style-type: none"> <li>E en Wh exprimer la relation de l'énergie : <math>E = P \cdot t</math></li> <li>Identifier dans DTEC3 : <math>t = 10 \text{ min}</math></li> <li>Identifier dans DTEC3 : <math>P = 18 \text{ kW}</math></li> <li>Faire l'application juste avec la conversion d'unité : <math>E = 3,0 \text{ kW}\cdot\text{h}</math></li> </ul>		1 indicateur	Au moins 3 indicateurs sont observables	Les 4 indicateurs sont observables	
D3	Modes de transfert d'énergie / Les conversions et le stockage de l'énergie / Évaluer ou mesurer une quantité d'énergie transférée, convertie ou stockée.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Raisonnement sur les unités : <math>[W] \cdot [h] = [A] \cdot [V] \cdot [h] = [A] \cdot [h] \cdot [V]</math></li> <li>Relation établie : <math>E = Q \cdot U</math></li> </ul>			1 indicateur	2 indicateurs	
D4	Modes de transfert d'énergie / Les conversions et le stockage de l'énergie / Évaluer l'autonomie d'un système autonome.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exploiter la relation : <math>Q_u = E / U</math></li> <li>Reprendre la valeur de E trouvée à la question D2.</li> <li>Faire le calcul juste : <math>Q_u = 3000/480 = 6,25 \text{ A}\cdot\text{h}</math></li> <li>Appliquer le taux de décharge de 70% : <math>Q_n = 0,7 \cdot Q_u</math></li> <li>Faire l'application numérique : <math>Q_n = 6,25 \cdot 0,7 = 9 \text{ A}\cdot\text{h}</math></li> </ul>		1 indicateur	Au moins 3 indicateurs sont observables	Les 5 indicateurs sont observables	
D5	Ressources et outils professionnels / Ressources documentaires & Caractéristiques des infrastructures	<ul style="list-style-type: none"> <li>pas article 23 de RT 2012 (maison individuelle)</li> <li>Article 31 de la RT 2012</li> <li>Décret 2019-771 car tertiaire supérieure à 1 000m<sup>2</sup></li> </ul>		1 indicateur est présent	2 indicateurs sont présents et corrects	3 indicateurs présents et corrects	

D6	Ressources et outils professionnels / Ressources documentaires & Caractéristiques des infrastructures	<ul style="list-style-type: none"> <li>• n°1 : Centrale de mesure</li> <li>• n°2 : compteur éclairage</li> <li>• n°3 : compteur PC</li> <li>• n°4 : compteur chauffage</li> <li>• n°5 : compteur ventilation</li> <li>• n°6 : compteur TD ATELIER</li> <li>• n°7 : compteur TD STOCK PRODUITS FINIS</li> <li>• n°8 : compteur TD NICOTINE</li> <li>• n°9 : compteur TD LABO PRODUCTION</li> <li>• n°10 : compteur TD DIRECTION</li> <li>• n°11 : compteur TD BUREAUX</li> <li>• n°12 : compteur TD LABO R+2</li> <li>• n°13 : compteur TD CUVES</li> <li>• n°14 : compteur STD ONDULEUR</li> </ul>		5 éléments sont listés	10 éléments sont listés	les 13 compteurs et la centrale de mesure sont listés	
D7	Ressources et outils professionnels / Techniques de chiffrage d'un équipement électrique	2 610 €		une ou deux erreurs et les calculs ne sont pas assez détaillés	Une erreur et les calculs sont détaillés	le résultat final est exact et les calculs sont détaillés	
D8	Chaîne de puissance / Gestion et performance énergétique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actions concernant les modalités d'exploitation des équipements de mesure (meilleure suivi en affectant une personne par exemple)</li> <li>• Actions contribuant au changement du comportement des occupants (information des occupants, conseils sur les bonnes pratiques...)</li> <li>• automatisation du bâtiment</li> <li>• autres actions pertinentes</li> </ul>			1 indicateur est présent	2 indicateurs sont présents	

# Questions A6 - A7



## Question C 1 2

Caractéristiques des éléments à protéger			Caractéristiques des disjoncteurs					
Élément	Courant d'emploi $I_b$ ou courant installé $I_{installé}$	Courant de court-circuit $I_{k3}$	Localisation / Repère	Calibre $I_n$	Pouvoir de coupure $I_{cu}$	Nombre de pôles	Modulaire ou à boîtier moulé ? (2.11.8 du CCTP)	Type de courbe si modulaire
Départ vers TGBT	1100 A	18,8 kA	Poste de livraison / Q0	1250 A	25 kA	3 (4.2 du CCTP – SLT TNC)	A boîtier moulé (2.11.8 du CCTP)	-
Départ vers TD CUVES	69,3 A	15 kA	TGBT / Q8	80 A	16 kA	3 (4.2 du CCTP – SLT TNC)	Modulaire (2.11.8 du CCTP)	C (2.11.8 du CCTP)
Départ vers moteur M1	5,4 A	2,3 kA	TD CUVES / QM1	6 A	3 kA	4 (2.11.3.1 du CCTP)	Modulaire (2.11.8 du CCTP)	D (départ moteur)

## Question D 7

Implantation / pose / raccordement						
	durée	quantité	total horaire	taux horaire HT	coût HT	coût TTC
centrale de mesure	30 min	1	0,5	40 €	20 €	24 €
compteurs	30 min	13	6,5	40 €	260 €	312 €
bus	5h	1	5	40 €	200 €	240 €
logiciel	0					
					<b>TOTAL 1</b>	<b>576 €</b>
Paramétrage et mise en service						
	durée	quantité	total horaire	taux horaire HT	coût HT	coût TTC
centrale de mesure	1h	1	1	60 €	60 €	72 €
compteurs	15 min	13	3,25	60 €	195 €	234 €
bus	0					
logiciel	24h	1	24	60 €	1 440 €	1 728 €
					<b>TOTAL 2</b>	<b>2 034 €</b>
					<b>TOTAL 1 + TOTAL 2</b>	<b>2 610 €</b>