

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ÉLECTROTECHNIQUE

Session 2023

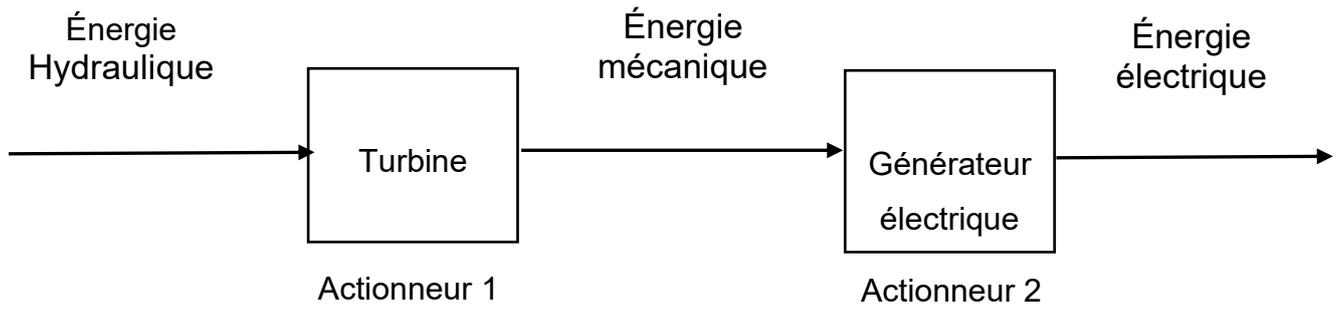
ÉPREUVE E4

Microcentrale des deux Nants

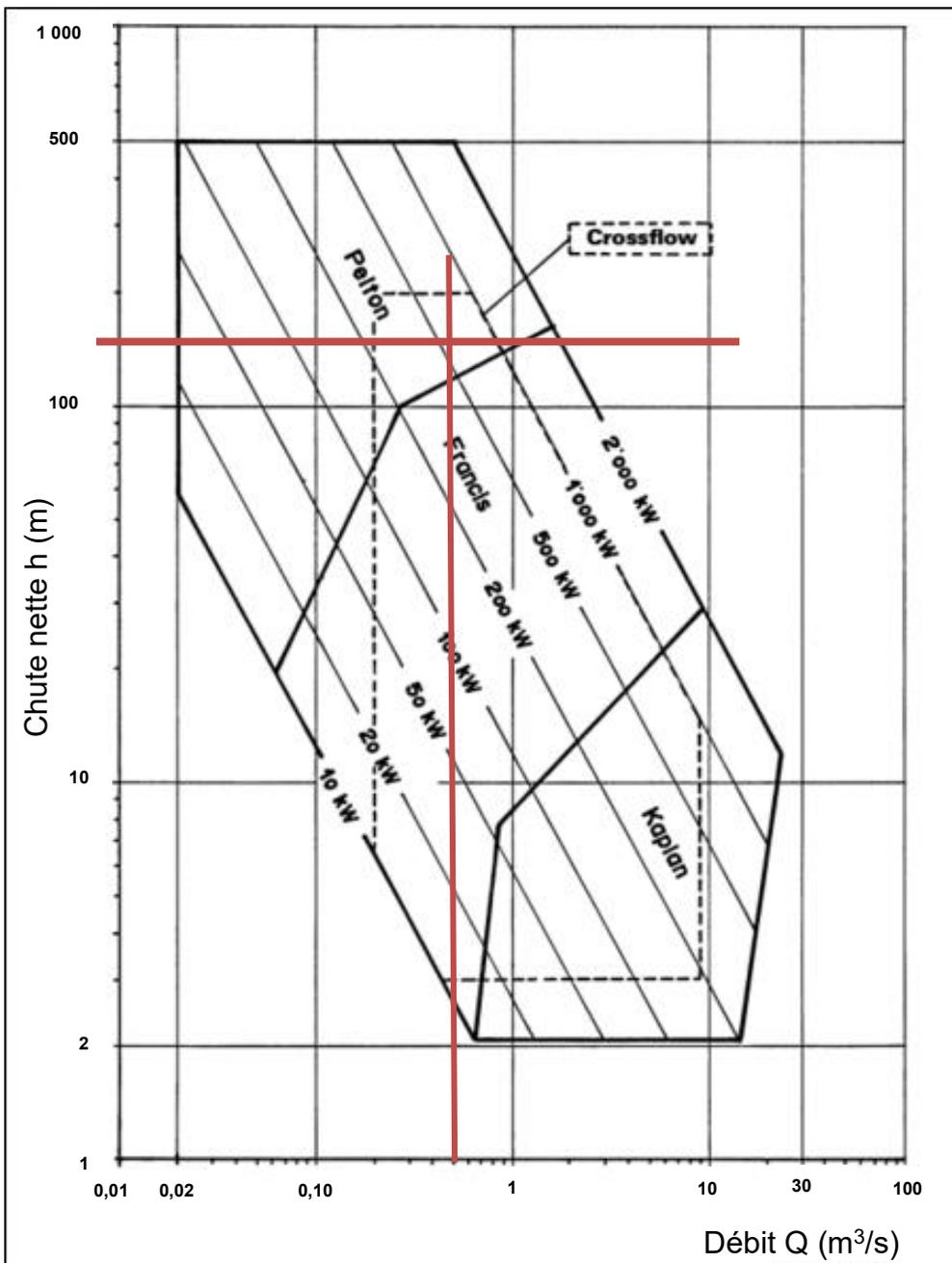


BAREME DE CORRECTION

DREP 1. Document réponse relatif à la question Q1



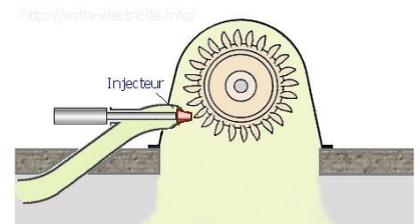
DREP 2. Document réponse relatif à la question Q10



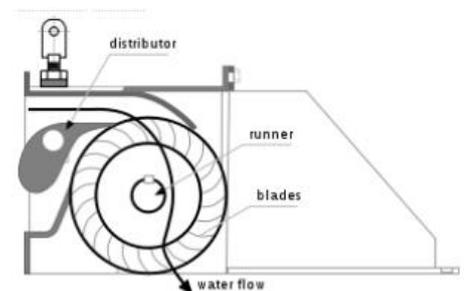
Turbine Francis : Elle est principalement utilisée pour les centrales de moyennes chutes.



Turbine Kaplan : Elle est principalement utilisée pour les centrales électriques de faible chute.



Turbine Pelton : Elle est principalement utilisée pour les centrales électriques de hautes chutes.



Turbine Crossflow ou Banki : Elle est principalement utilisée pour les centrales de moyennes chutes.

U4 : conception - étude préliminaire

Les questions en bleu sont corrigées par le professeur de Physique-Chimie

Les questions en vert sont corrigées par le professeur de STI

Question	Connaissance ou capacité exigible	Éléments de correction / Indicateurs	Compétence non acquise N0	Compétence en cours d'acquisition non stabilisée N1	Compétence partiellement acquise N2	Compétence totalement acquise et transférable N3
Q1	Schématiser une chaîne énergétique ou une conversion d'énergie en distinguant formes d'énergie et convertisseurs	3 formes d'énergie et 2 actionneurs attendus.		2 éléments sont présents	3 éléments sont présents	5 éléments sont présents
Q2	Corréler vitesse de déplacement du fluide, débit volumique et section de la canalisation	<ol style="list-style-type: none"> Exploiter la relation $Q = S v$. Analyser le document technique pour trouver le débit. Convertir les données dans la bonne unité. Appliquer et réaliser le calcul. $(v = Q / s = 0,037 / (1,23 \cdot 10^{-2}) = 3,0 \text{ m/s})$		1 indicateur	3 indicateurs	4 indicateurs
Q3	Appliquer le théorème de Bernoulli sous sa forme énergétique afin de déterminer les grandeurs mécaniques pertinentes au dimensionnement d'une installation	<ol style="list-style-type: none"> Exploiter le DRES. Analyser le document de présentation pour trouver l'altitude du brise charge. Adopter 0 pour la pression. Appliquer et réaliser le calcul. $(E_{BC} = 0,5 \cdot 1000 \cdot 2,9^2 + 1000 \cdot 10 \cdot 1744 + 0 = 174 \cdot 10^5 \text{ J/m}^3)$		1 indicateur	3 indicateurs	4 indicateurs

Question	Connaissance ou capacité exigible	Éléments de correction / Indicateurs	N0	N1	N2	N3
Q4	Appliquer le théorème de Bernoulli sous sa forme énergétique afin de déterminer les grandeurs mécaniques pertinentes au dimensionnement d'une installation	<p>1. Exploiter la loi de conservation de l'énergie ($E_{DN1} = E_{BC}$).</p> <p>2. Appliquer la relation donnée pour calculer p_{DN1}.</p> <p>3. Calculer p_{DN1}.</p> <p>4. Convertir une pression exprimée en Pa en bar.</p> <p>($p_{DN1} = E_{BC} - E_{DN1} = 174 \cdot 10^5 - 157 \cdot 10^5 = 17 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 17 \text{ bar}$)</p>		1 indicateur	3 indicateurs	4 indicateurs
Q5	Appliquer le théorème de Bernoulli sous sa forme énergétique afin de déterminer les grandeurs mécaniques pertinentes au dimensionnement d'une installation	<p>1. Les pertes de charges sont soustraites de la pression théorique.</p> <p>2. Le calcul est juste.</p> <p>($p_{DN1 \text{ réelle}} = p_{DN1} - \Delta p_{\text{pertes}} = 17 - 2,62 = 14,4 \text{ bar}$)</p>		1 indicateur		2 indicateurs
Q6	Calculer un débit	<p>1. Relever les deux débits dans DTEC 2.</p> <p>2. Appliquer la somme des débits.</p> <p>($Q_t = 37 + 12 = 49 \text{ L/s}$)</p>		1 indicateur		2 indicateurs

Question	Connaissance ou capacité exigible	Éléments de correction / Indicateurs	N0	N1	N2	N3
Q7	Calculer une puissance hydraulique	<p>1. Exploiter une la relation donnée pour calculer une puissance.</p> <p>2. Convertir les données dans la bonne unité.</p> <p>3. Faire le calcul juste.</p> <p>$(P_h = 49 \cdot 10^{-3} \cdot 14,4 \cdot 10^5 = 70,6 \text{ kW})$</p>		1 indicateur	2 indicateurs	3 indicateurs
Q8	Dimensionner un générateur hypersynchrone	<p>1. Faire apparaître la notion de rendement : $\eta = P_u / P_a$</p> <p>2. Identifier puissance utile et absorbée.</p> <p>3. Poser le calcul de $P_{élec}$.</p> <p>4. Faire le calcul juste.</p> <p>$(P_{elec} = P_h \cdot \eta_{turbine} \cdot \eta_{mas} = 70,6 \cdot 0,87 \cdot 0,93 = 57,1 \text{ kW})$</p>		1 indicateur	3 indicateurs	4 indicateurs
Q9	Différence entre alternateur et machine hypersynchrone	<p>1. Citer la machine synchrone ou alternateur.</p> <p>2. Donner un avantage.</p> <p>3. Citer un inconvénient.</p> <p><i>(Inconvénient : limitation de la puissance avec une machine hypersynchrone, Avantage : beaucoup moins de maintenance par rapport à un l'alternateur et un coup d'investissement beaucoup moins important)</i></p>		1 indicateur	2 indicateurs	3 indicateurs
Q10	Dimensionner une turbine	<p>1. Convertir $q = 49 \text{ L/s} = 0,049 \text{ m}^3/\text{s}$</p> <p>2. Placer le point de fonctionnement pour $q = 0,049 \text{ m}^3/\text{s}$ et $h = 144 \text{ m}$</p> <p>3. Identifie la zone d'une turbine Pelton</p> <p>4. Le CCTP est bien respecté.</p>		1 indicateur	3 indicateurs	4 indicateurs

Question	Connaissance ou capacité exigible	Éléments de correction / Indicateurs	N0	N1	N2	N3
Q11	Dimensionner une turbine	<p>1. Exploiter la relation $v_{jet} = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$.</p> <p>2. Exploiter la relation $v_{auget} = v_{jet}/2$.</p> <p>2. Exploiter les valeurs de g et h.</p> <p>($v_{augets} = (\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 144})/2 = 26,8 \text{ m/s}$)</p>		1 indicateur	2 indicateurs	3 indicateurs
Q12	Dimensionner une turbine	<p>1. Exploiter la relation $v_{augets} = r \cdot \Omega$.</p> <p>2. Identifier la vitesse de rotation dans l'énoncé.</p> <p>3. Convertir les unités de la vitesse de rotation.</p> <p>4. Poser le calcul de r.</p> <p>5. Exploiter $D=2r$.</p> <p>($r = v_{augets} / \Omega = 26,8 \cdot 60 / (1000 \cdot 2 \cdot \pi) = 0,25 \text{ m}$ donc la roue aura un diamètre de 0,5 m.)</p>		1 indicateur	3 indicateurs	5 indicateurs
Q13	Normes, règlements / Appliquer des normes et règlements	<p>1. La colonne du tarif est celle d'une "installation de haute chute".</p> <p>2. La ligne du tarif est "Tarif à une composante".</p> <p>3. Le tarif est exprimé avec son unité "€/ (MW·h)", hors TVA pas nécessairement attendu.</p> <p>(le tarif est de 120€/MWh)</p>		1 indicateur	2 indicateurs	3 indicateurs (le tarif est correct et justifié)
Q14	Normes, règlements / Appliquer des normes et règlements	<p>1. Exploiter la relation : $E_{plaf} = P_{nom} \times \text{durée (DRES)}$.</p> <p>2. Identification de la durée de 100000h correspondant à une "haute chute".</p> <p>3. Calcul avec unité MWh.</p> <p>($E_{plaf} = P_{nom} \times 10\,000 = 5700 \text{ MWh}$)</p>		1 indicateur	2 indicateurs	3 indicateurs

Question	Connaissance ou capacité exigible	Éléments de correction / Indicateurs	N0	N1	N2	N3
Q15	<i>Normes, règlements / Appliquer des normes et règlements</i>	<p>1. Relever la durée de rachat dans l'article 9 (20 ans).</p> <p>2. Exploiter la relation $\text{Energie} = \text{Puissance} \times \text{durée}$.</p> <p>3. Faire le calcul avec l'unité correspondante.</p> <p>(Eprod = 400 x 20 = 8000 MWh)</p>		1 indicateur	2 indicateurs	3 indicateurs
Q16	<i>Ressources et outils professionnels / Technique de chiffrage d'une installation / Etablir un coût prévisionnel</i>	<p>Pour la solution 1 :</p> <p>1. Poser un calcul : $\text{rémunération} = \text{Energie (en MWh)} \times \text{tarif du MWh}$.</p> <p>2. Faire apparaître le calcul de l'énergie dépassant le plafond (8000-5700 MWh).</p> <p>3. Poser un calcul avec une part plafonnée et une part non plafonnée.</p> <p>Pour la solution 2 :</p> <p>4. Poser un calcul : $\text{rémunération} = \text{Puissance (MW)} \times \text{durée (h)} \times \text{tarif du MWh}$</p> <p>5. Le calcul est posé et juste.</p> <p>(M1Tot = 5700 x 120 + (8000-5700) x 40 = 776000 € M2Tot = 400 x 20 x 45 = 360000 €)</p>		2 indicateurs	3 indicateurs	5 indicateurs

Question	Connaissance ou capacité exigible	Éléments de correction / Indicateurs	N0	N1	N2	N3
Q17	Ressources et outils professionnels / Technique de chiffrage d'une installation / Etablir un retour sur investissement	<p>Pour les deux solutions :</p> <p>1. Poser un calcul : Bénéfice = Rémunération - coût installation.</p> <p>Pour la solution 1 :</p> <p>2. Relever le cout de 500 000€. 3. Faire le calcul juste.</p> <p>Pour la solution 2 :</p> <p>4. Initier un calcul de coût prenant en compte la subvention (30% ou 70% de 500 k€). 5. Faire le calcul juste.</p> <p>Pour l'amortissement :</p> <p>6. Poser un calcul : Durée amortissement = Cout installation / Rémunération annuelle. 7. Calculer la rémunération annuelle. 8. pour la solution 2, tenir compte de la subvention dans le coût.</p> <p>(B1T = M1Tot - 500000 = 276000 € B2T = M2Tot - (0,70x500000) ou M2Tot + (0,30x500000) - 500000 = 10000 € DA1 = 500000/(776000/20)=12,9 ans DA2 = (0,7x500000)/(360000/20)=19,44 soit 19 ans 5 mois</p>		2 bons résultats	6 indicateurs	8 indicateurs
Q18	Ressources et outils professionnels / Technique de chiffrage d'une installation / Suivre le budget d'un projet	Le rachat sans subvention est beaucoup plus intéressant avec un retour sur investissement d'environ 13 ans				Conclusion cohérente

Question	Connaissance ou capacité exigible	Éléments de correction / Indicateurs	N0	N1	N2	N3
Q19	Dimensionner une batterie de condensateurs pour compenser la puissance réactive	<p>1. Exploiter la relation $Q = P \tan \varphi$ ou le calcul de Q en passant par S.</p> <p>2. Mener le calcul juste.</p> <p>$(Q_{nom} = P_{nom} \tan \varphi = 57 * \tan (\cos^{-1} 0,86) = 33,8 \text{ kvar})$</p>		1 indicateur		2 indicateurs
Q20	Dimensionner une batterie de condensateurs pour compenser la puissance réactive	<p>1. Exploiter l'information donnée dans l'introduction de la partie ($Q_{réseau} = 0,4 * P_{nom}$)</p> <p>2. Mener le calcul juste.</p> <p>$(Q_{réseau} = 0,4 * P_{nom} = 0,4 * 57 = 22,8 \text{ kvar})$</p>		1 indicateur		2 indicateurs
Q21	Dimensionner une batterie de condensateurs pour compenser la puissance réactive	<p>1. Interpréter le schéma : $Q_{compensation} = Q_{réseau} + Q_{nom}$</p> <p>2. Faire l'application numérique juste.</p> <p>$(Q_{compensation} = 56,6 \text{ kvar})$</p>		1 indicateur		2 indicateurs
Q22	Chaîne de puissance / Gestion et performance énergétique / Argumenter une solution de gestion, d'optimisation de la consommation	<p>Exploitation de DRES 4</p> <p>1. Calculer le rapport $Q_{compensation} / S_T = 56,6 / 160 = 35\%$</p> <p>2. Conclure en cohérence.</p> <p><i>(Il faut donc choisir un système automatique de compensation)</i></p>		1 indicateur		2 indicateurs
Q23	Charges polluantes et non polluantes/ Exploiter un spectre	<p>1. Citer les 3 harmoniques les plus importants (5,7 et 11).</p> <p>2. Exploiter la valeur efficace du fondamental et les pourcentages.</p> <p>3. Calculer es valeurs efficaces.</p> <p>$(I_5 = 28,1A, I_7 = 54,6A \text{ et } I_{11} = 3,4).$</p>		1 indicateur	2 indicateurs	3 indicateurs

Question	Connaissance ou capacité exigible	Éléments de correction / Indicateurs	N0	N1	N2	N3
Q24	Charges polluantes et non polluantes/ Calculer la valeur efficace d'un courant à partir de celles des harmoniques	<p>1. Le calcul est posé en cohérence avec les résultats précédents.</p> <p>2. L'application est juste en cohérence.</p>		1 indicateur		2 indicateurs
Q25	Chaîne de puissance / Gestion et performance énergétique / Argumenter une solution de gestion, d'optimisation de la consommation	<p>1. Le calcul de SH est initié.</p> <p>2. Le calcul de SH est juste.</p> <p>3. Le rapport SH/ST est calculé (en cohérence).</p> <p>4. La conclusion est donnée.</p> <p>($SH = \sqrt{3} \cdot 429 \cdot 98,9 = 73,5 \text{ kVA}$ $SH / ST = 73,5 / 160 = 46\%$ Il faudra donc choisir un équipement de compensation pour système pollué)</p>		1 indicateur	3 indicateurs	4 indicateurs
Q26	Chaîne de puissance/Dimensionner un ouvrage, une installation électrique	<p>1. La relation de la puissance réactive Q est connue et exploitée.</p> <p>2. L'expression numérique ou littérale de I_{CN} est donnée.</p> <p>3. Le calcul est juste.</p> <p>($I_{CN} = Q / (\sqrt{3} \cdot U) = (56600 / (\sqrt{3} \cdot 429)) = 76,1A$)</p>		1 indicateur	2 indicateurs	3 indicateurs
Q27	Chaîne de puissance/ Dimensionner une installation électrique	<p>1. La relation de I_{max} du DRES5 est exploitée.</p> <p>2. I_{max} est calculé.</p> <p>3. La valeur du courant assigné du disjoncteur est choisie dans la gamme normalisée à une valeur immédiatement supérieur au courant I_{max}.</p> <p>($I_{max} = 1,43 \cdot 76,1 = 109A$. Disjoncteur 125 A)</p>		1 indicateur	2 indicateurs	3 indicateurs

Question	Connaissance ou capacité exigible	Éléments de correction / Indicateurs	N0	N1	N2	N3
Q28	Chaîne de puissance / Distribution du point de livraison / Dimensionner une installation	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identifier $I_Z = I_N = 160 \text{ A}$. 2. Déterminer $K_4 = 0,8 \times 1$. 3. Déterminer $K_5 = 1$. 4. Déterminer $K_6 = 1,05$. 5. Déterminer $K_7 = 0,93$. 6. Déterminer $K = 0,78$. 7. Déterminer $I'Z = IZ/K = 205 \text{ A}$. 8. Déterminer $S = 95 \text{ mm}^2$ pour du PR3. 		2 indicateurs	5 indicateurs	8 indicateurs
Q29	Ligne de distribution / Exploiter le modèle d'une ligne de distribution par un réseau RL série	<ol style="list-style-type: none"> 1. La relation pour de l'aluminium, $R=36/S$ du DRES6 est exploitée. 2. Le calcul est juste en cohérence, avec l'unité. 3. La valeur de X est juste en cohérence avec la section. <p>$(R1 = 36/95 = 0,379 \text{ } \Omega/\text{km} \quad X1 = 0,08 \text{ } \Omega/\text{km})$</p>		1 indicateur	2 indicateurs	3 indicateurs
Q30	Architecture d'un réseau d'acheminement de l'énergie électrique / Reconnaître les éléments qui influencent la qualité de la fourniture	<ol style="list-style-type: none"> 1. La relation de ΔU pour du triphasé du DRES6 est exploitée. 2. Le courant d'emploi I_B est correctement identifié. 3. Le calcul de ΔU est juste avec l'unité. 4. La chute de tension relative est calculée. <p>$(I_B = 100 \text{ A} \quad \cos\varphi = 0,8 \quad \Delta U = 7,3 \text{ V}$ $\Delta U_{1r} = \Delta U / U = 1,82 \text{ } \%)$</p>		1 indicateur	3 indicateurs	4 indicateurs

Question	Connaissance ou capacité exigible	Éléments de correction / Indicateurs	N0	N1	N2	N3
Q31	Architecture d'un réseau d'acheminement de l'énergie électrique / Reconnaître les éléments qui influencent la qualité de la fourniture	<p>1. La chute de tension ΔU en V/(A.km) est relevée pour le bon type de câble</p> <p>2. le calcul de ΔU prend en compte une longueur et une valeur de courant.</p> <p>3. Le calcul de ΔU est juste.</p> <p>4. La chute de tension relative est calculée</p> <p>($\Delta U = 0,31 \text{ V/A.km}$ $L = 0,42 \text{ km}$ $\Delta U = 13 \text{ V}$ $\Delta U_{2r} = \Delta U / U = 3,25 \%$)</p>		1 indicateur	3 indicateurs	4 indicateurs
Q32	Chaîne de puissance / Distribution du point de livraison / Argumenter une solution de distribution	<p>1. La chute de tension totale est calculée en additionnant les deux chutes précédemment calculées</p> <p>2. La conclusion est énoncée en cohérence.</p> <p>($\Delta U_{Tr} = \Delta U / U = 5,07 \%$, la chute de tension maximale est légèrement supérieure au seuil imposé par la norme, mais la précision des calculs ne permet pas d'avoir une réponse tranchée)</p>		1 indicateur		2 indicateurs
Q33	Chaîne de puissance / Distribution du point de livraison / Argumenter une solution de distribution	<p>1. Augmenter la section d'un des câbles</p> <p>2. Utiliser du cuivre pour le tronçon 1 (R plus faible)</p>			1 solution proposée	2 solutions proposées