

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2020

ÉPREUVE E4.2

## USINE DE BOURRON



## CORRIGÉ

<b>PARTIE A – Dispositif de surveillance des débits .....</b>	<b>2</b>
<b>PARTIE B – Commande de puissance des pompes .....</b>	<b>6</b>
<b>PARTIE C – Déplacement du transformateur HTA/BT .....</b>	<b>10</b>

## PARTIE A – Dispositif de surveillance des débits

Solution n°1 : L'enregistreur existant est conservé

A.1. Afin de déterminer la consommation journalière à saisir dans le logiciel pour réaliser la simulation :

A.1.1. **Donner** les puissances absorbées par les composants de l'armoire autonome existante.

D'après le document DTEC1 les puissances mises en jeu par les composants de l'armoire autonome existante sont les suivantes :

Convertisseur de tension	Consommation : 5 W
Régulateur de charge solaire	Consommation : 1 W
Enregistreur de donnée JUMO 706510	Consommation : 25 W
Capteur Ultrasons	Consommation : 240 mW

A.1.2. **En déduire** la consommation journalière à saisir pour réaliser la simulation.

La puissance totale consommée est égale à  $5 + 1 + 25 + 4 \times 0,24 = 31,96 \text{ W}$ .

Il est nécessaire de majorer de 30% la puissance totale absorbée afin de s'assurer une réserve pour les extensions futures :  $1,3 \times 31,96 = 41,5 \text{ W}$ . La consommation journalière à saisir est  $41,5 \times 24 = 996 \text{ Wh}$ .

A.2. En vous aidant du document DTEC 2, **confirmer ou infirmer** l'hypothèse faite par votre responsable.

D'après le document DTEC2 la puissance du champ photovoltaïque devrait être de 840Wc alors que la puissance du panneau existant est de 100 Wc.

D'après le document DTEC2 la capacité de la batterie devrait être de 500Ah alors que la capacité de la batterie existante est de 100Ah.

Selon le responsable la perte d'enregistrement est due à un mauvais dimensionnement du panneau photovoltaïque et de la batterie. Cette hypothèse est confirmée car la puissance du panneau existant est insuffisante (100Wc pour 840Wc) ainsi que la capacité de la batterie installée (100Ah pour 500Ah).

A.3. Afin de déterminer le coût total, fourniture et main d'œuvre, de la solution relative au document DTEC2 :

A.3.1. **Donner** les coûts hors taxe (HT) des fournitures. **Consigner** vos résultats sous forme de tableau faisant apparaître la désignation, la quantité, le coût unitaire et le coût total.

Équipement	Modèle	Coût unitaire HT	Quantité	Coût total HT
Panneau	SW 280	307,80	3	923,4
Régulateur	Tristar TS MPPT 60 – 12V	765	1	765
Batterie	Energy 250	690	2	1380
TOTAL HT				3068,4

A.3.2. **Donner** les coûts hors taxe (HT) de la main d'œuvre. **Consigner** vos résultats sous forme de tableau faisant apparaître le taux horaire, le nombre d'heures et le coût total horaire.

<i>Equipement</i>	<i>Taux horaire HT</i>	<i>Durée horaire</i>	<i>Coût total HT</i>
Panneau photovoltaïque	52,40	$3 * 40/60 * 2 = 4h$	209,60
Régulateur		1,5h	78,60
Batterie		$0,5 * 2 = 1h$	52,40
<b>TOTAL HT</b>			<b>340,60</b>

A.3.3. **Calculer** le coût total toutes taxes comprises (TTC), fourniture et main d'œuvre.

Coût des fournitures (HT)	3068
Coût de la main d'œuvre (HT)	340,60
<b>TOTAL HT</b>	<b>3409</b>
TVA	681,80
<b>TOTAL TTC</b>	<b>4090,80</b>

### Solution n°2: l'enregistreur est remplacé

A.4. Afin de vérifier que la référence envisagée peut être retenue :

A.4.1. **Donner**, en vous justifiant, les références d'enregistreurs « Data Taker » pouvant convenir. **Justifier** que la référence DT82E est la mieux adaptée.

Dans le contexte, on précise que l'on souhaite un enregistreur sans batterie interne et sans module 3G. Les deux modules qui correspondent à cette référence sont le DT82E et le DT80G.

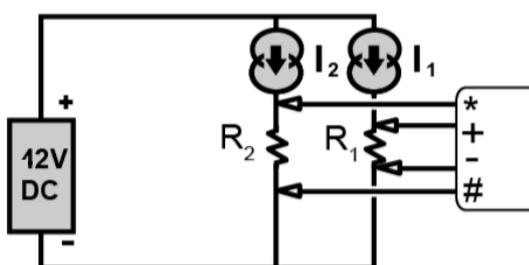
Sachant que dans le contexte on précise que l'on souhaite une mesure toutes les 10 minutes, à partir du DRES2, le candidat doit indiquer que le DT80G consommera en moyenne 63 mW et le DT82E consommera en moyenne 12 mW.

Étant donné que l'on souhaite réaliser une armoire autonome, il faut optimiser la consommation de tous les éléments qui la compose. On choisira donc le DT82E.

A.5. Des résistances shunts sont nécessaires pour la mise en œuvre des capteurs de débits 4-20mA existants :

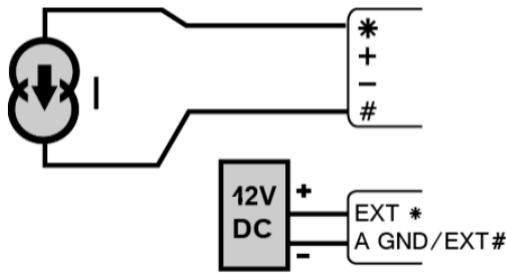
A.5.1. **Donner** en vous justifiant, le nombre de capteurs 4-20mA, 2 fils isolés pouvant être raccordés à l'enregistreur DT82E :

Selon le document DRES3, deux solutions sont possibles pour raccorder des capteurs 4-20mA à l'enregistreur :



- Avec des résistances shunts extérieures à l'enregistreur.

Dans ce cas il est possible de raccorder deux capteurs 4-20mA par voie analogique d'entrée



- Avec les résistances shunt internes de l'enregistreur,

Dans ce cas il n'est possible de raccorder qu'un seul capteur 4-20mA par voie analogique d'entrée

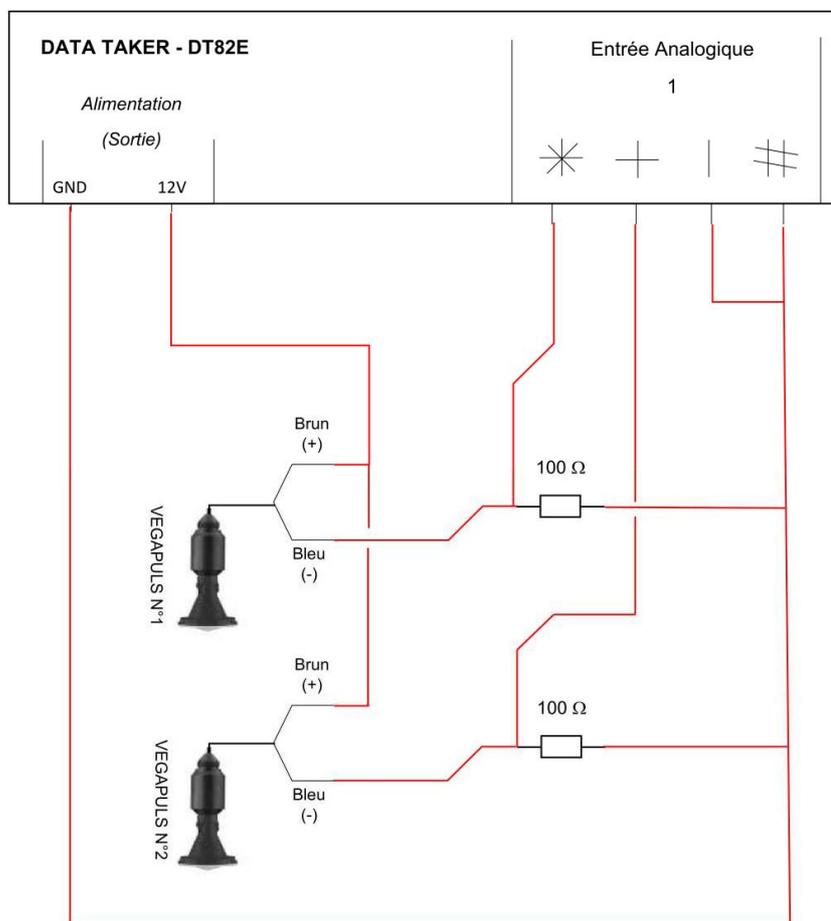
A.5.2. **En déduire** s'il est nécessaire ou non d'utiliser des shunts externes pour raccorder les capteurs de débits à l'enregistreur DT82E.

La référence DT82E ne dispose que de deux voies analogiques et nous devons y raccorder 4 capteurs 4-20mA.

L'emploi des résistances shunts internes ne permettrait de raccorder que deux des quatre capteurs, un par voie analogique. Il est donc nécessaire d'utiliser des résistances shunts extérieures à l'enregistreur pour pouvoir raccorder deux capteurs par voie.

A.5.3. **Justifier** que les capteurs de débits puissent être alimentés avec la sortie 12V DC de l'enregistreur DT82E. **Compléter** le document réponse DREP1 en représentant les liaisons à réaliser pour raccorder deux capteurs sur l'entrée analogique 1 de l'enregistreur.

Le document DRES3 précise que la plage d'alimentation des capteurs va de 9,6V à 35V, ils peuvent donc être alimentés par la sortie 12V DC car cette valeur est incluse dans la plage d'alimentation.



## Choix de l'une des deux solutions

Un logiciel dédié à la conception des systèmes photovoltaïques a permis de choisir des nouvelles références pour le panneau photovoltaïque et pour la batterie. Les coûts de la fourniture et de la main d'œuvre ont été établis :

	<i>Coût total TTC Fournitures et main d'œuvre.</i>	<i>Fournitures à commander</i>
<i>Solution n°1 : l'enregistreur « JUMO » est conservé</i>	<i>4090 €</i>	<i>Voir DTEC 2</i>
<i>Solution n°2 : l'enregistreur « JUMO » est remplacé par un enregistreur « Data Taker » moins énergivore</i>	<i>4320 €</i>	

A.6. **Donner**, en vous justifiant, la solution à retenir.

La solution n°2 aura un impact environnemental moindre :

- Car elle ne nécessite que deux batteries de 195Ah contre deux batteries de 250Ah pour la solution1 ;
- Car elle ne nécessite qu'un seul panneau photovoltaïque de 280Wc contre 3 pour la solution1.

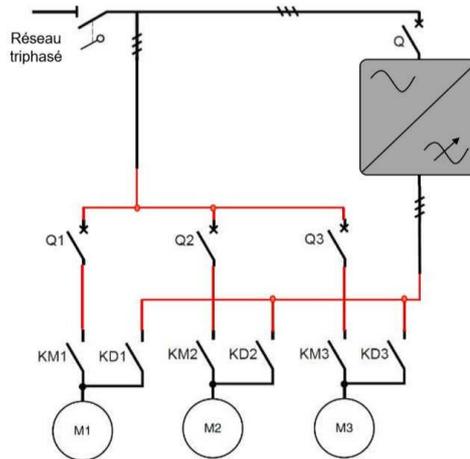
La solution 2 est plus coûteuse que la solution 1 de 230 €, c'est-à-dire que son choix entraînerait un surcoût de 5,6%.

En conclusion la solution 2 est à retenir car elle limitera l'impact environnemental et elle n'entraînera pas un surcoût de plus de 10%.

## PARTIE B – Commande de puissance des pompes

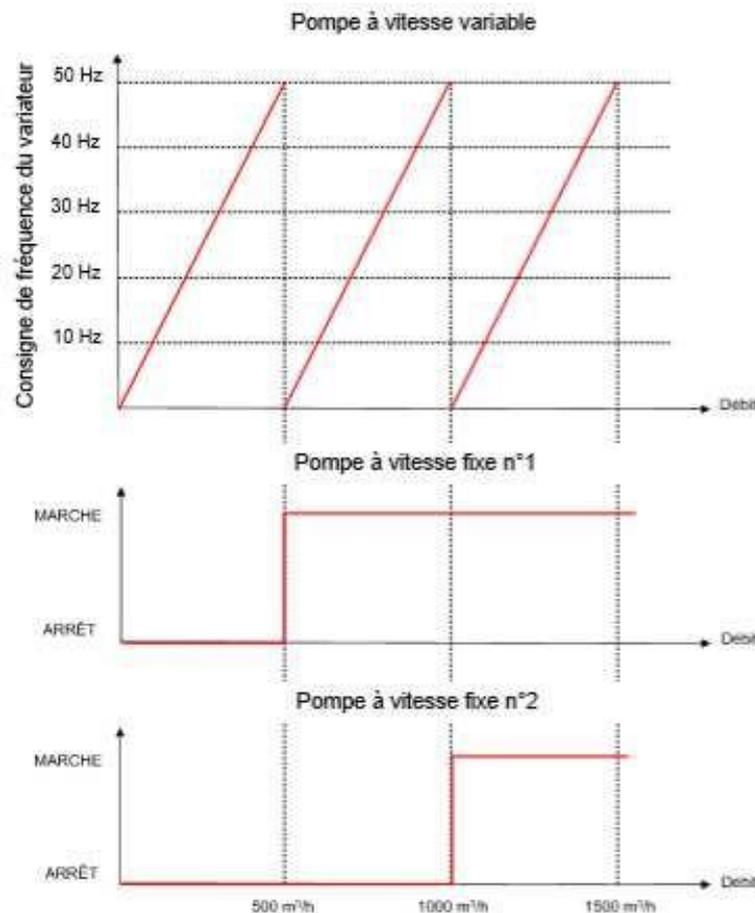
B.1 Pour établir les principes de fonctionnement du dispositif de relevage des eaux de source :

B.1.1. **Compléter** le document DREP2 afin de proposer une architecture pour la commande de puissance des pompes.



Pompes	Vitesse fixe	Vitesse variable
M1	KM1	KD1
M2	KM2	KD2
M3	KM3	KD3

B.1.2. **Compléter** le document DREP3 afin d'établir les commandes des pompes en fonction du débit des sources.



B.1.3. Afin d'équilibrer les temps de fonctionnement des pompes **donner** en vous justifiant, à partir du document DTEC3, le temps cumulé de fonctionnement d'une pompe à vitesse fixe avant permutation.

A partir de l'analyse du DTEC3, on observe qu'à la 11<sup>ème</sup> heure de fonctionnement la pompe 3 prend le relais de la pompe 2 et devient la pompe à vitesse fixe. La durée de fonctionnement cumulée de la pompe 2 avant permutation est de 8 heures :

- 3h de fonctionnement de 2h à 5h
- 5h de fonctionnement de 6h à 11h.

L'écart de durée de fonctionnement relatif entre deux pompes provoquant leur permutation est donc de 8 heures.

B.2 Afin de mettre en œuvre une solution pour le pilotage des trois pompes de relevage :

B.2.1. **Choisir** en vous justifiant, une référence pour le variateur ainsi que pour les composants du départ l'alimentant (disjoncteur et contacteur).

On souhaite un variateur avec un indice IP20. La tension d'alimentation des pompes est de 400V. La puissance nominale des pompes est de 8,8 kW. On choisit donc un variateur de référence ATV61HD11N4 en utilisant le document DRES4.

On nous indique qu'en cas de défaut, le contacteur « doit être en mesure de fonctionner ». On souhaite donc une coordination de type 2 entre le disjoncteur et le contacteur du départ moteur alimentant le variateur. On va donc choisir un disjoncteur de référence GV3L40 et un contacteur de référence LC1D50AB7 ou LC1D50AB5 car on utilise une tension de commande de 24V AC – 50 Hz en utilisant le DRES5.

B.2.2. Le bureau d'étude vous propose de choisir la carte optionnelle de référence VW3A3502 pour assurer la commande des trois pompes. **Justifier** ce choix.

On souhaite piloter 3 pompes avec le variateur. On souhaite équilibrer le temps de fonctionnement des pompes et que ça ne soit pas toujours la même pompe qui soit à vitesse variable. D'après le document DRES7, cela correspond à un fonctionnement multi-joker avec permutation des pompes auxiliaires et limitation de durée de fonctionnement entre pompes. Le choix de la carte multi pompe VW3A3502 est donc judicieux pour notre application.

B.2.3. **Préciser**, en vous aidant du document DTEC4, les réglages à effectuer au niveau du variateur pour utiliser la carte optionnelle VW3A3502 en indiquant pour chaque paramètre :

- le code du paramètre à régler ;
- la fonction du paramètre réglé ;
- la valeur à régler.

Utilisation du DRES8 et du DTEC4

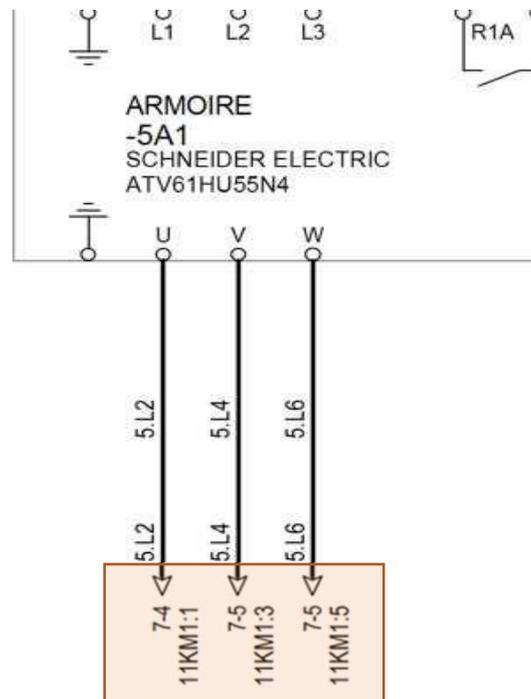
Code	Fonction	Valeur
O 01	Mode de fonctionnement (Multi joker avec permutation des pompes auxiliaires et limitation durée de fonctionnement relative)	8

O 02	Nombre de pompes	3
O 12	Fréquence de mise en service d'une nouvelle pompe auxiliaire. Lecture du DTEC6.	40 Hz
O 13	Fréquence d'arrêt d'une pompe auxiliaire. Lecture du DTEC6.	10 Hz

B.3 Afin de finaliser le schéma de puissance pour la pompe 3 compléter les documents réponse DREP4 et DREP5 :

- DREP4 : **compléter** les renvois du variateur vers le folio n°7 selon la convention utilisée sur le folio n°7.

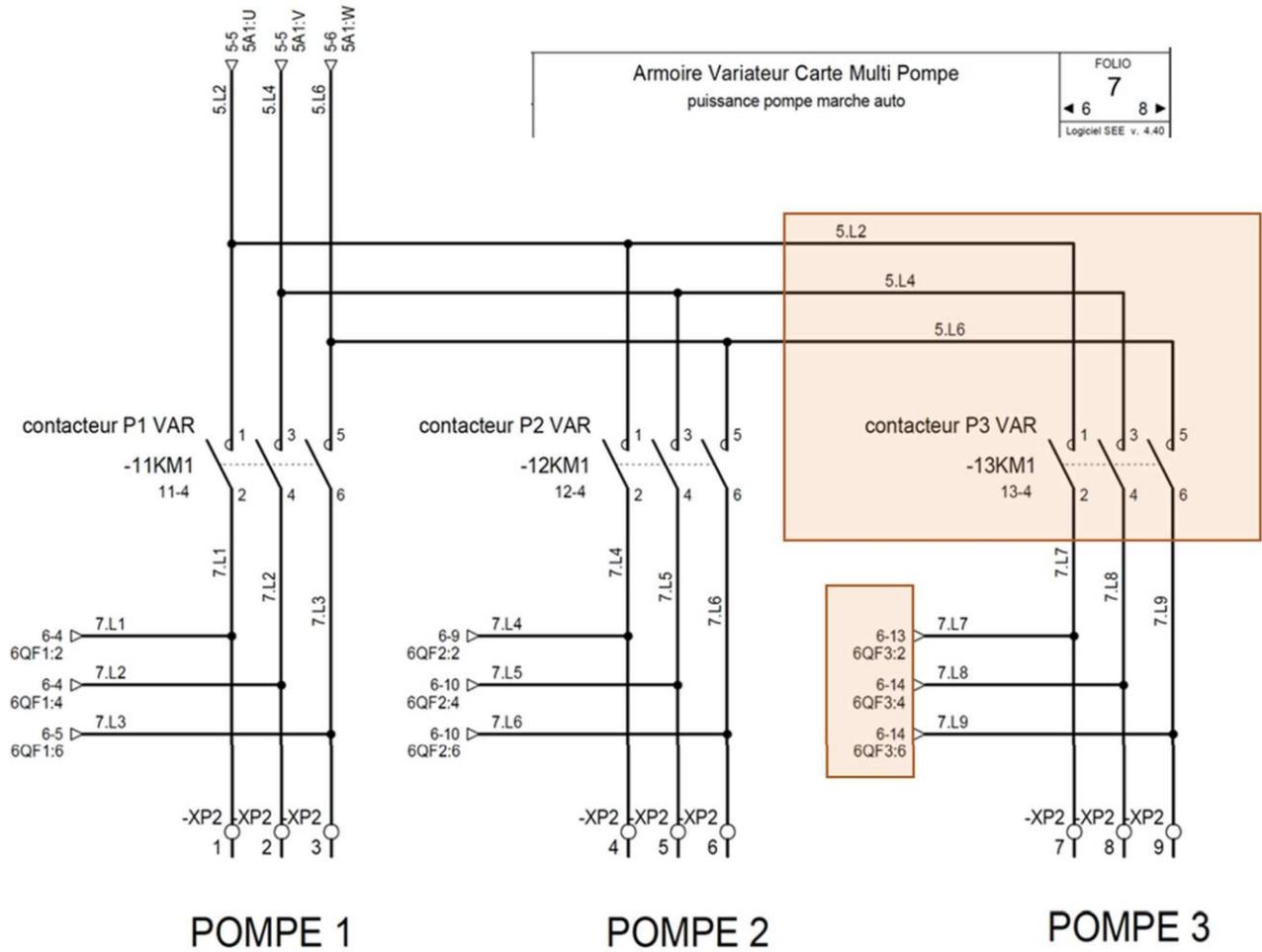
En détaillant le folio 7, on voit que les renvois en aval du variateur sont absents. En regardant le folio 7, on voit que les renvois situés en amont de la distribution de la puissance proviennent du folio 5, et des bornes U, V et W du variateur. Il faut donc insérer les renvois correspondant sur le folio 5.



- DREP5 : **insérer** le symbole du contacteur P3 VAR (13KM1) avec son repère.
- DREP5 : **compléter** les renvois venant du folio 6 (voir DTEC5).

A partir de la documentation de mise en œuvre de la carte multi-pompe, on observe qu'il faut un contacteur entre chaque pompe et le variateur (dénommé KD sur DRES7). Sur le folio 7, il manque le contacteur de la pompe 3 on peut donc compléter le schéma avec le symbole du contacteur et son repère.

Sur le folio 6 (DTEC5), on voit que les renvois vers la pompe 3 vont vers le folio 7. On peut donc compléter les renvois sur le folio 7.



## PARTIE C – Déplacement du transformateur HTA/BT

C.1 **Donner** en vous justifiant, la référence du nouveau transformateur T1. **Montrer** que la référence choisie répond bien aux exigences de la réglementation européenne en matière d'écoconception.

On doit choisir un transformateur avec une puissance de 100 kVA. Deux références sont possibles selon le document DRES 9. La référence du transformateur à retenir est FB4AAAGBA car ses pertes en charge  $P_k$  sont plus faibles (1800W contre 2050W).

$S_R$ [kVA]	Série (Reg548)	Référence	$U_k$ [%]	Tension primaire [kV]	Tension secondaire [V]	$P_0$ [W]	$P_k$ [W] à 120 °C	$I_0$ [%]	LwA- Puissance acoustique [dB (A)]
100	AoAk	FB4AAAGBA	6	20	400	280	1800	1,8	51
	AoBk	FB4ABAGBA	6	20	400	280	2050	1,8	51

Étant donné que nous sommes en 2020, on doit choisir un transformateur conforme aux recommandations de l'étape 1 de la directive éco design avec  $P_k \leq 2050$  W et  $P_0 \leq 280$  W. C'est le cas puisque  $P_k=1800$ W et  $P_0=280$ W.

C.2 **Lister** les critères de choix d'un disjoncteur de distribution. **Justifier** la référence retenue pour le disjoncteur Q1.

Critère	Valeur attendue	Valeur pour la référence retenue : NSX160B 4P
Tension d'emploi	400V au minimum	690V
Courant assigné	144,3 A au minimum	160A
Courant de coupure ultime	3,6 kA au minimum	25kA
Nombre pôles	4	4

La référence retenue est valide car elle répond aux valeurs attendues pour les critères de choix.

Remarque : courant au secondaire du transformateur :  $I_n = \frac{S}{U_n \times \sqrt{3}} = \frac{100 \times 10^3}{400 \times \sqrt{3}} = 144,3$  A

C.3 **Déterminer** en vous justifiant, la section du câble C1.

On calcul  $I_n$  au secondaire du transformateur :  $I_n = \frac{S}{U_n \times \sqrt{3}} = \frac{100 \times 10^3}{400 \times \sqrt{3}} = 144,3$  A

D'après DRES10, on a un câble enterré dans un fourreau. Il s'agit donc du mode de pose D. On doit donc déterminer  $I_z$  à partir du facteur  $K = K_4 \times K_5 \times K_6 \times K_7$ .

$$K_4 = 0,8$$

$$K_5 = 1$$

$$K_6 = 1,13$$

$$K_7 = 1$$

$$I'_z = \frac{I_z}{K} = \frac{144,3}{0,8 \times 1 \times 1,13 \times 1} = 160 \text{ A}$$

D'après le contexte, le câble est en cuivre et isolé au PR.

Fig. Gf21

Cas d'une canalisation enterrée - Détermination de la section minimale en fonction de la lettre de sélection, du type de conducteur et de l'intensité admissible fictive I'z (d'après le tableau 52J de la norme NF C 15-100)

		Isolant et nombre de conducteurs chargés			
		Caoutchouc ou PVC		Butyle ou PR ou éthylène PR	
		3 conducteurs	2 conducteurs	3 conducteurs	2 conducteurs
Sections cuivre (mm <sup>2</sup> )	1,5	26	32	31	37
	2,5	34	42	41	48
	4	44	54	53	63
	6	56	67	66	80
	10	74	90	87	104
	16	96	116	113	136
	25	123	148	144	173
	35	147	178	174	208

On trouve donc S = 35 mm<sup>2</sup>.

C.4 **Calculer** le courant de double défaut d'isolement du circuit protégé par Q1.

Nous sommes en SLT IT. D'après DRES12,

$$I_d = \frac{0,8 \times U_0 \times S_{ph}}{2 \times q \times (1 + N) \times L} = \frac{0,8 \times 230 \times 35}{2 \times 22,5 \times 10^{-3} \times (1 + 1) \times 55} = 1301 \text{ A}$$

C.5 **En déduire** les valeurs de réglage (I<sub>o</sub>, I<sub>r</sub> et I<sub>sd</sub>) du déclencheur du disjoncteur Q1.

D'après DRES11, I<sub>n</sub> = 144,3 A donc on règle I<sub>o</sub> à 150 A et I<sub>r</sub> = 0,97 et on obtient I<sub>r</sub> = 150 x 0,97 = 145,5 A

On a I<sub>d</sub> = 1301 A, il faut donc régler I<sub>sd</sub> à une valeur inférieure à I<sub>d</sub>. on règle donc I<sub>sd</sub> à 145,5 x 8 = 1164 A