



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

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 2009

EPREUVE E4.2

Equipement d'un forage d'eau potable

CORRIGE

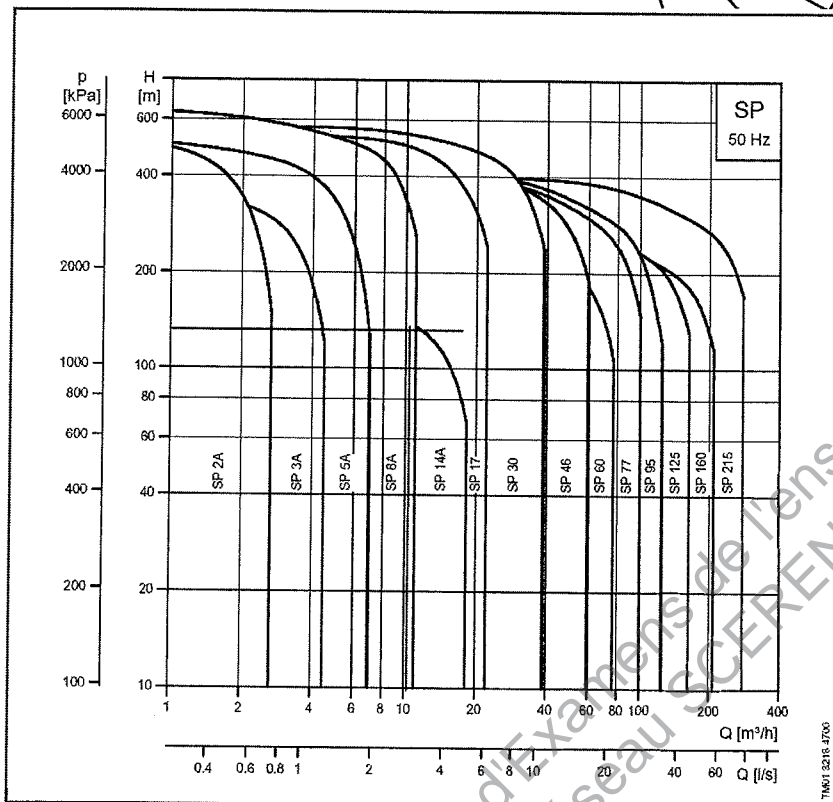
BAREME INDICATIF

Partie	Question	Objet	Barème question	Barème partie
A.	A.1.	Choix de la pompe	3	15
	A.2.	Choix du variateur	3	
	A.3.	Mise en œuvre du variateur	9	
B.	B.1.	Choix de l'afficheur	4	10
	B.2.	Schéma de l'enregistreur	6	
C.	C.1.	Câble d'alimentation	5	25
	C.2.	Réalisation de la tranchée	9	
	C.3.	Calcul des courants de court-circuit	3	
	C.4.	Choix du disjoncteur	2	
	C.5.	Choix du parafoudre	6	
D.	D.1.	Adresse IP	2	10
	D.2.	Validation de la communication	8	
			TOTAL	60

A. Choix de la pompe immergée :

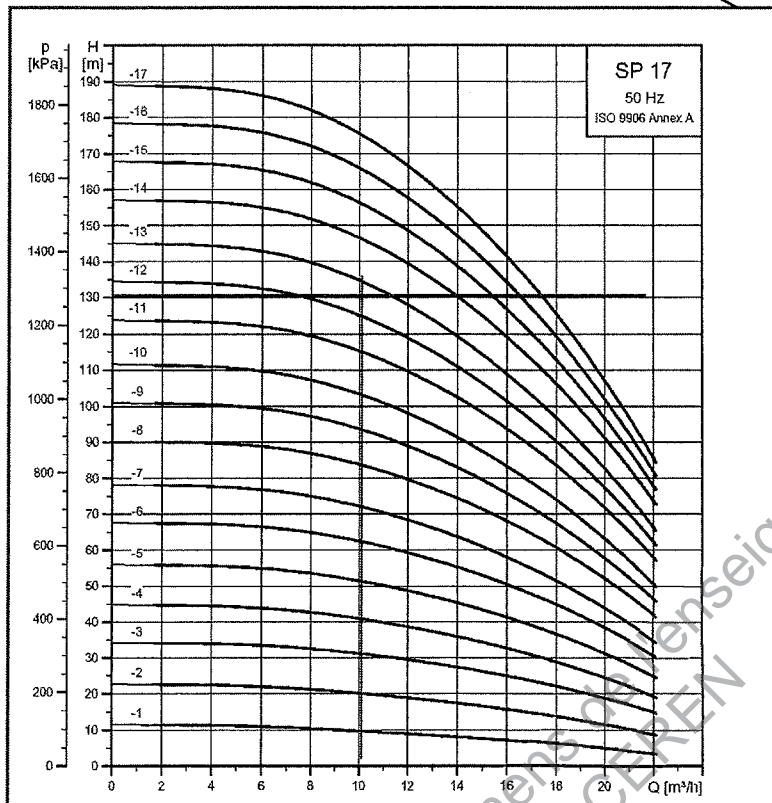
A.1. Choix de la pompe immergée :

A.1.1. Type de pompe :



On trouve la pompe SP8A

La pompe choisie est la pompe SP17 (largement surdimensionnée)

A.1.2. Nombre de roues :

On trouve 13 roues

A.1.3. Caractéristiques du moteur d'entraînement :

$P_u = 7,5 \text{ kW}$; $n_N = 2870 \text{ tr.min}^{-1}$

A.2. Choix du variateur :

Critères déterminants :

$P_u = 7,5 \text{ kW}$; réseau 3x400 V

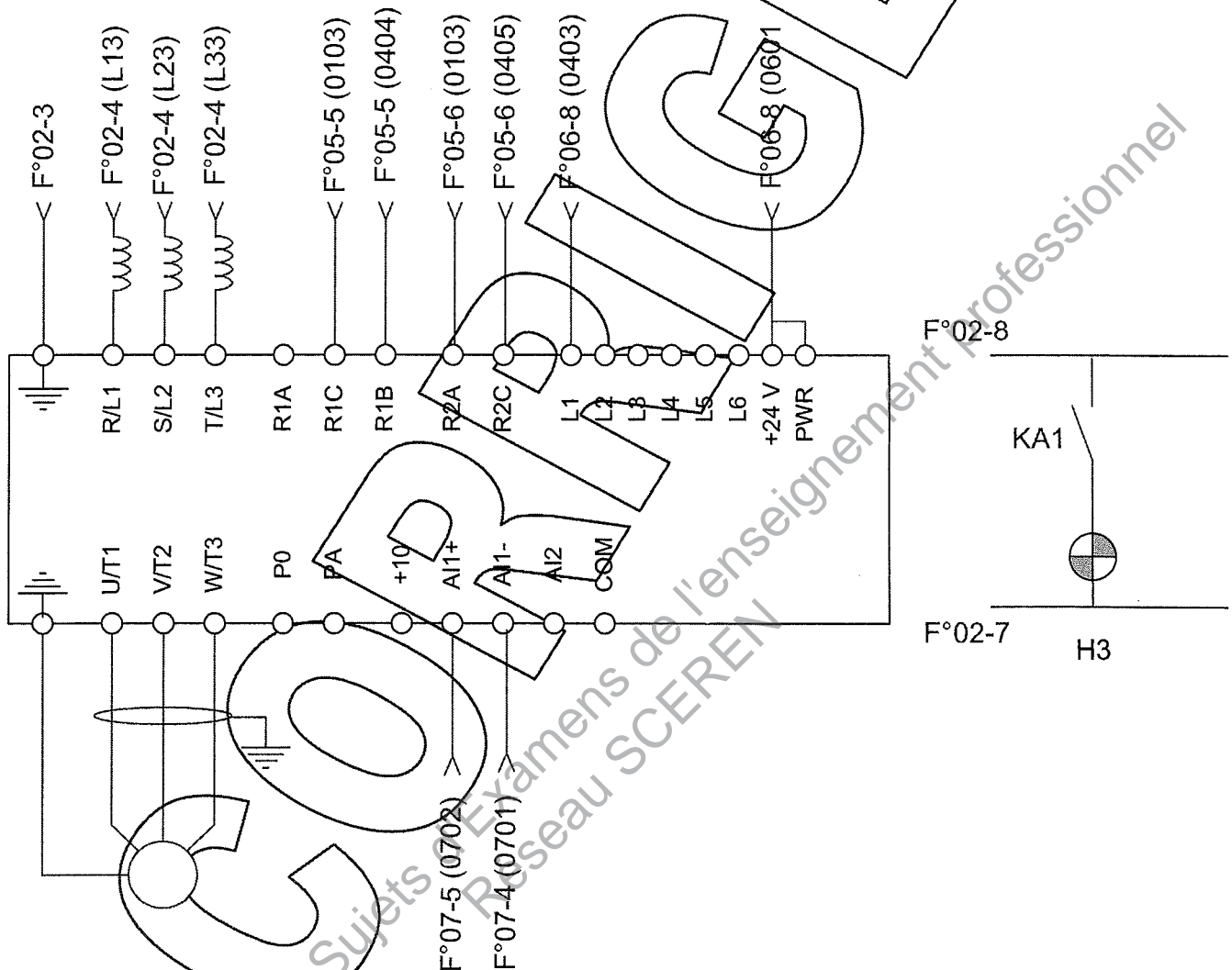
Référence : ATV61HU75N4

A.3. Mise en œuvre du variateur : configuration et schéma de raccordement :

A.3.1. Configuration du variateur :

Repère	Définition	Réglage « usine »	Réglage préconisé	Justification éventuelle
	Macro-configuration	Pompage/ventilation	idem	
FrS	Fréquence moteur	50 Hz	idem	
ACC	Temps d'accélération	3 s	idem	
DEC	Temps de décelération	3 s	idem	
LSP	Petite vitesse	0 Hz	25 Hz	
HSP	Grande vitesse	50 Hz	idem	
Ith	Courant thermique moteur	In variateur	17 A	Voir document ressource A13
	Démarrage automatique après défaut	NON	OUI	
LI1	Affectation entrée logique 1	Marche Avant	idem	
AI1	Affectation entrée analogique 1	Première consigne vitesse 0-10 V	idem	
AI2	Affectation entrée analogique 2	Deuxième consigne vitesse 0-20 mA	Désactivée (ou idem)	
R1	Sortie relais 1	Défaut variateur	idem	
R2	Sortie relais 2	Variateur en marche	idem	

A.3.2. Schéma de raccordement :



B. Instrumentation du puits :

B.1. Choix de l'afficheur enregistreur :

B.1.1. Capacité de la carte mémoire :

Une donnée occupe 32 bits, soit 4 octets. Une mesure de 4 données occupe $4 \times 4 = 16$ octets.

Il y a 1 mesure par minute, soit $60 \times 24 \times 30$ mesures par mois, entre 2 relevés, soit 43 200 mesures, soit $43\,200 \times 16 = 691\,200$ octets (bytes), ce qui ne représente même pas un MB.

L'ensemble configuration+données occupera moins de 6 MB, une carte 64 MB suffit largement.

B.1.2. Référence de l'afficheur enregistreur :

RSG30	B	1	B	2	A	B	A	1	

C. Alimentation en énergie et protection électrique de l'équipement :

Objectif : il s'agit d'alimenter le puits en énergie en toute sécurité en respectant les contraintes normatives.

C.1. Câble d'alimentation en énergie électrique :

C.1.1. Synthèse des chutes de tension :

Liaison	Ib (A)	longueur	section	ΔU (V/A/km)	ΔU (V)	ΔU (%)
C2	45	650	70	0,57	16,7	4,2
C3	30	70	35	1,1	2,3	0,6
Total						4,8 %

La chute de tension admissible vaut 6 % (schéma IT, poste d'abonné, éclairage).

La chute de tension admissible sur le tronçon C4 sera de $6 - 4,8 = 1,2$ %

C.1.2. Section du câble L4 :

La liaison C4 a pour longueur 200 m (0,2 km) et pour courant d'emploi $I = 15$ A.

La chute de tension vaut $1,2 \times 400 = 4,8$ V, soit 1,6 V/A/km.

La section correspondante est $S_{ph} = 25 \text{ mm}^2$

C.2. Réalisation de la tranchée :

C.2.1. Etablissement du devis :

N°	Poste	Coût unitaire	Nombre d'unités	Coût du poste (€)	Remarques
1	Location pelle-araignée	650 €/jour	6 jours	3 900	
2	Location camion	480 €/jour	6 jours	2 880	
3	Location mini-pelle	200 €/jour	6 jours	1 200	
4	Sable	45 €/m ³	50 m ³	2 250	
5	Filet avertisseur	0,60 €/m	200 m	120	
6	Main d'œuvre chef de chantier	35 €/heure	6x8=48 h	1 680	
7	Main d'œuvre aides	28 €/h	2x6x8=96 h	2 688	
8	Divers			1000 €	
9	Sous-total			15 718	(1)+(2)+(3)+(4)+(5)+(6)+(7)+(8)
10	Marge brute			2 358	15 % de (9)
11	TOTAL			18 076	(9)+(10)

Coût au mètre = $18\,076 / 200 = 90,38$ €

C.2.2. Point en cours de chantier :

Le chantier finira-t-il dans les temps ?

Au bout de 2 jours, on est au tiers du temps et on a creusé moins du tiers de la tranchée. Le chantier est en retard.

Dans le cas contraire, quelle sera sa durée totale prévisionnelle ?

Une règle de 3 donne $200/60 \times 2 = 6,67$ jours (arrondi à 7 jours)

N°	Poste	Nombre de jours prévisionnel (C21)	Nombre de jours réel (C22)	Coût prévisionnel du poste (€)	Coût réel du poste (€)	Remarques
12	Postes variables	6	7	12 348	$12\,348 \times 7/6 = 14\,406$	(1)+(2)+(3)+(6)+(7)
13	Postes fixes			3 370	3 370	(4)+(5)+(8)
14	Sous-total				17 776	(12)+(13)
15	Total payé par le client				18 076	(11)
16	Marge effective				300	(14)-(15)

Marge = $300/17\,776 = 1,7\%$

C.3. Calcul des courants de courts-circuits :

Repère	Signification	Indications de valeur ou de calcul	Valeur retenue
C_{\max}	Facteur de tension maximum	1,05	1,05
m	Facteur de charge	1,05	1,05
U_0	Tension nominale entre phase et neutre		230 V
R_Q	Résistance en amont de la source		0,04 mΩ
X_Q	Réactance en amont de la source		0,35 mΩ
R_T	Résistance de la source		2,6 mΩ
X_T	Réactance de la source		8,1 mΩ
R_{Uph}	Résistance d'un conducteur de phase depuis la source jusqu'à l'origine du circuit considéré	Sommer toutes les résistances des conducteurs amont par $\sum \rho_0 \frac{\ell}{S}$ sur liaisons L2 et L3	$\rho_0 \left(\frac{\ell_2}{S_2} + \frac{\ell_3}{S_3} \right) = 18,51 \cdot 10^{-3} \left(\frac{650}{70} + \frac{70}{35} \right) = 0,21 \Omega$
X_{Uph}	Réactance d'un conducteur de phase depuis la source jusqu'à l'origine du circuit considéré	Sommer toutes les réactances des conducteurs amont par $\sum \lambda \ell$ sur liaisons L2 et L3	$\lambda(\ell_2 + \ell_3) = 0,08 \cdot 10^{-3} \cdot 720 = 0,058 \Omega$
ρ_0	Résistivité du conducteur à 20 °C		0,01851 Ωmm ² .m ⁻¹
λ	Réactance linéique des conducteurs		0,08 mΩ.m ⁻¹
ℓ	Longueur de la canalisation (en m)	Sur liaison L4	200 m
S	Section des conducteurs de phase du circuit considéré	Sur liaison L4	25 mm ²
n_{ph}	Nombre de conducteurs en parallèle par phase	Sur liaison L4	1
A.N. Calcul de $I_{k3\max}$:			

$$I_{k3\max} = \frac{254}{\sqrt{\left[2,64 \cdot 10^{-3} + R_{Uph} + 0,01851 \frac{\ell}{S_{nph}}\right]^2 + \left[8,45 \cdot 10^{-3} + X_{Uph} + 0,08 \cdot 10^{-3} \frac{\ell}{S_{nph}}\right]^2}} =$$

$$I_{k3\max} = \frac{254}{\sqrt{\left[2,64 \cdot 10^{-3} + 0,21 + 0,01851 \frac{200}{25}\right]^2 + \left[8,45 \cdot 10^{-3} + 0,058 + 0,08 \cdot 10^{-3} \frac{200}{25}\right]^2}} = 690 \text{ A}$$

C.4. Choix du disjoncteur Q1 :

Ce disjoncteur apparaît sur le schéma unifilaire (Dossier technique, Paragraphe 4) et sur l'extrait du circuit de puissance (Dossier technique, Paragraphe 4.2., Folio 02).

C.4.1. Critères de choix :

Nombre de pôles : 4 (neutre distribué)
 Courant d'emploi : 15 A
 PdC supérieur à 690 A
 Déclenchement instantané sous 290 A

C.4.2. Référence :

Les 3 courbes B, C et D conviennent, on choisit 24228 ou 23698 ou 24617, la courbe B étant la plus indiquée.

C.5. Justification et choix d'un parafoudre :

C.5.1. Analyse du risque (selon UTE C15-443) :

D'après ce tableau, un parafoudre est-il obligatoire ? On justifiera la réponse.

$N_k = 23 < 25$, pas de paratonnerre, ligne souterraine, les personnes ne sont pas en danger : parafoudre non obligatoire

A partir de la méthode d'évaluation des risques présentée en document ressource C41, déterminer en justifiant la réponse si un parafoudre est peu utile, utile, ou obligatoire.

$$F = N_k(1,6 + 2L_{BT} + \delta) = 23(1,6 + 0 + 0) = 37$$

$$L_{BT} = 0$$

$$\delta = 0 \text{ (pas de ligne aérienne)}$$

$$G = M + I + P = 3 + 2 + 0 = 5$$

L'installation d'un parafoudre est UTILE

C.5.2. Choix du parafoudre :

Installation du parafoudre dans un bâtiment sans paratonnerre

Résidentiel					
situation géographique	urbain			rural	
densité de foudroiement (Ng)	0,005			0,005	
Imax (kA) protection de tête	15 (1)			15	
Imax (kA) protection fine si : Up trop élevé et/ou d (2) ≥ 30 m	8			8	
Tertiaire/industriel (3)					
continuité de service de l'exploitation	pas nécessaire			obligatoire	
conséquence (économique) d'un coup de foudre sur les équipements à protéger	faible			très élevée	
densité de foudroiement (Ng)	0,005			0,005	
Imax (kA) protection de tête	15			15	
Imax (kA) protection fine si : Up trop élevé et/ou d ≥ 30 m	8			8	

(1) Constaté.

(2) d = distance entre parafoudre de tête et récepteurs de tête.

(3) En secteur tertiaire/industriel le coût des équipements à protéger étant plus élevé, le préjudice lié à la foudre est plus important.

Choix en fonction des schémas des liaisons à la terre

schémas des liaisons à la terre	TT	TN-S	TN-C	IT neutre distribué	IT neutre non distribué
parafoudres débrochables					
PRD	MC (1) Uc = 440 V		1P 3P		
	MC (1) MD (2) Uc = 440/275 V	1P+N 3P+N	1P+N 3P+N	1P+N 3P+N	3P
parafoudres fixes					
PF 30-65 kA	MC (1) Uc = 440 V	1P+N 3P+N	1P+N 3P+N	1P+N 3P+N	
PF 8-15 kA	MC (1) MD (2) Uc = 440/275 V	1P+N 3P+N	1P+N 3P+N	1P+N 3P+N	
PE	MC (1) Uc = 440 V		1P 3 x 1P		3 x 1P

(1) La protection en mode commun (MC) correspond à la protection des récepteurs entre phase-terre et neutre-terre.

(2) La protection en mode différentiel (MD) correspond à la protection des récepteurs entre phase-neutre.

Tous les parafoudres monophasés et triphasés de la gamme PRD ainsi que les PF8 et PF15 intègrent le mode commun et le mode différentiel.

Leur installation est particulièrement adaptée aux schémas de liaison TT et TN-S.

Parafoudre pour réseaux Basse Tension (230/400 V)

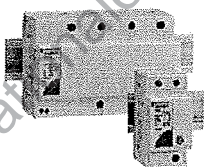
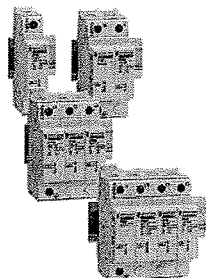
Parafoudres débrochables

protection de tête	protection fine	nombre de pôles	niveau de protection de In Up (V)	courant nominal de charge In (kA) (onde 8/20)	courant maximal de décharge Imax (kA) (onde 8/20)	schéma de liaison à la terre	réf.
PRD65r (1)		1P	2000	20	65	TN-C	15555
		1P+N	1200	20	65	TT, TN-S, IT neutre distribué	15557
		3P	2000	20	65	TN-C, IT neutre non distribué	15558
		3P+N	1200	20	65	TT, TN-S, IT neutre distribué	15559
PRD40r (1)		1P	1800	15	40	TN-C	15560
		1P+N	1200	15	40	TT, TN-S, IT neutre distribué	15562
		3P	1800	15	40	TN-C, IT neutre non distribué	15563
		3P+N	1200	15	40	TT, TN-S, IT neutre distribué	15564
PRD40		1P	1800	15	40	TN-C	15565
		1P+N	1200	15	40	TT, TN-S, IT neutre distribué	15567
		3P	1800	15	40	TN-C, IT neutre non distribué	15568
		3P+N	1200	15	40	TT, TN-S, IT neutre distribué	15569
PRD15		1P	1800	5	15	TN-C	15570
		1P+N	1200	5	15	TT, TN-S, IT neutre distribué	15572
		3P	1800	5	15	TN-C, IT neutre non distribué	15573
		3P+N	1200	5	15	TT, TN-S, IT neutre distribué	15574
PRD8		1P	1800	2	8	TN-C	15575
		1P+N	1200	2	8	TT, TN-S, IT neutre distribué	15577
		3P	1800	2	8	TN-C, IT neutre non distribué	15578
		3P+N	1200	2	8	TT, TN-S, IT neutre distribué	15579

Parafoudres fixes

protection de tête	protection fine	nombre de pôles	niveau de protection de In Up (V)	courant nominal de charge In (kA) (onde 8/20)	courant maximal de décharge Imax (kA) (onde 8/20)	schéma de liaison à la terre	réf.
PF65r (1)		1P+N	2000	20	65	TT, TN-S, IT neutre distribué	15584
		3P+N	2000	20	65	TT, TN-S, IT neutre distribué	15585
PF30r (1)		1P+N	1800	10	30	TT, TN-S, IT neutre distribué	15589
		3P+N	1800	10	30	TT, TN-S, IT neutre distribué	15590
PF30		1P+N	1800	10	30	TT, TN-S, IT neutre distribué	15587
		3P+N	1800	10	30	TT, TN-S, IT neutre distribué	15588
PF15		1P+N	1800	5	15	TT, TN-S, IT neutre distribué	15592
		3P+N	1800	5	15	TT, TN-S, IT neutre distribué	15593
		3P+N	1000	2	8	TT, TN-S, IT neutre distribué	15592
		3P+N	1800	5	15	TT, TN-S, IT neutre distribué	15593
		3P+N	1000	2	8	TT, TN-S, IT neutre distribué	15593
PF8		1P+N	1500	2	8	TT, TN-S, IT neutre distribué	15595
		3P+N	1500	2	8	TT, TN-S, IT neutre distribué	15596
		3P+N	1000	2	8	TT, TN-S, IT neutre distribué	15596
PE65		1P	2000	20	65	TN-C, IT neutre non distribué	15583
PE40		1P	1800	10	40	TN-C, IT neutre non distribué	15586
PE15		1P	1800	5	15	TN-C, IT neutre non distribué	15591
PE8		1P	1500	2	8	TN-C, IT neutre non distribué	15594

Conforme à NF G 61740.95 et CEI 61643-11 class 2 test.



Multipolaires



15696, voir ci-dessus

D. Transmission des données entre puits et cuverie :

D.1. Choix de l'adresse IP du puits L4 :

Toute adresse IP commençant par 192.168.1.x et non utilisée fait l'affaire, par exemple : 192.168.1. 60

D.2. Validation de la communication :

Chronogramme de DEFCOM1 :

DEFCOM1 passe à 1 après 10 s sans front montant

Chronogramme de DEFCOM0 :

DEFCOM1 passe à 1 après 10 s sans front descendant

Chronogramme de DEFCOM :

La fonction logique est un OU : $DEFCOM = DEFCOM1 + DEFCOM0$

