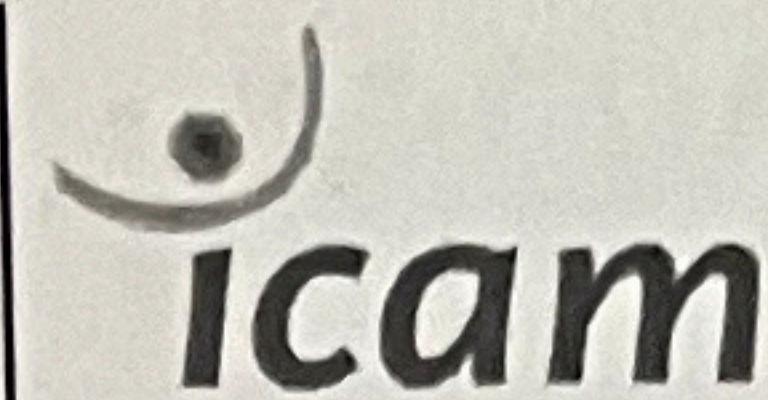


NOM: Albouy Antoine A2 G1

10,5/20

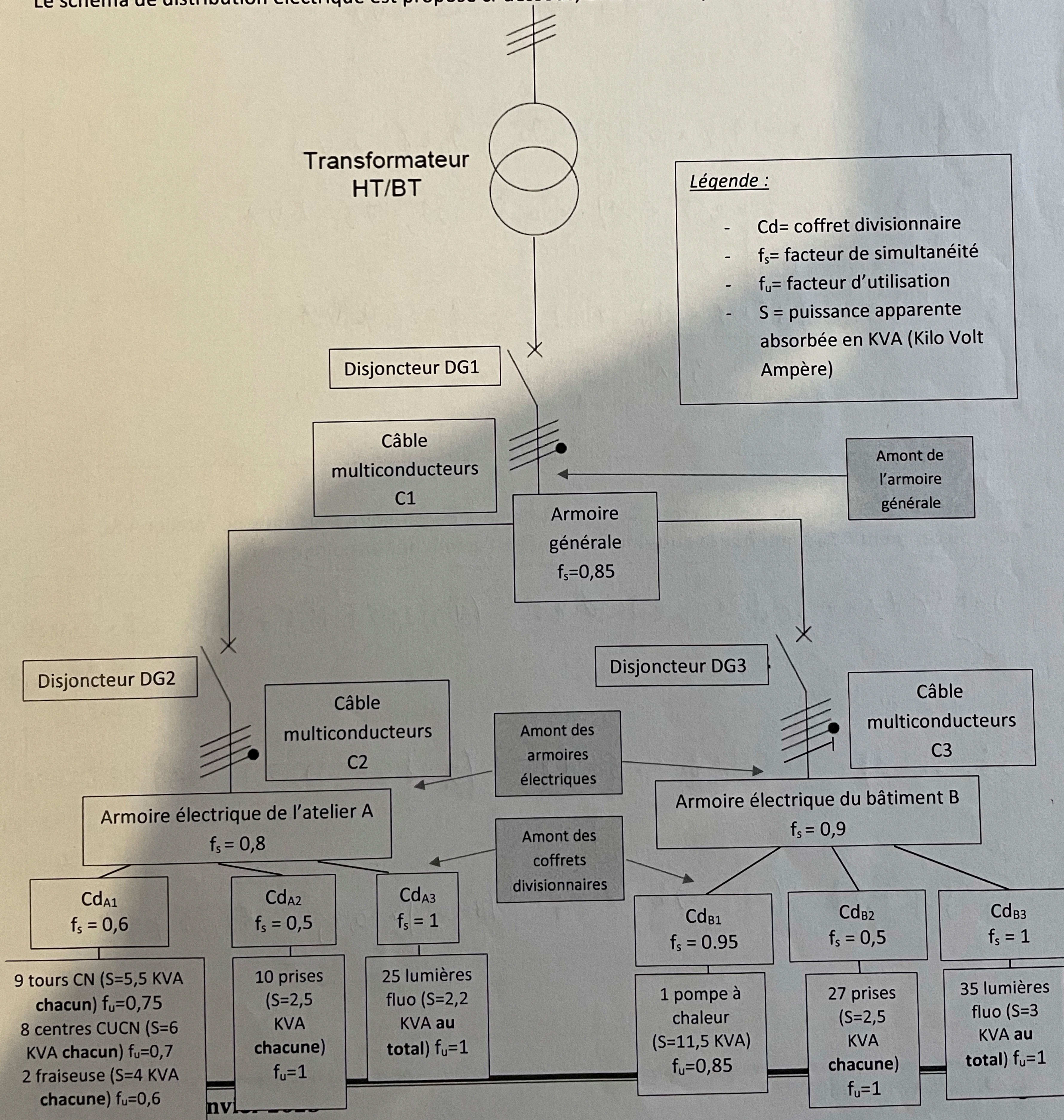


DS CE – 1,5 heures - Aucun document autorisé, calculatrice sans mémoire autorisée (type TI-36X ou équivalent)

Veillez répondre directement sur les feuilles aux questions ci-dessous, la justification de tous les calculs est obligatoire :

PARTIE 1 : Dimensionnement de câbles électriques d'une installation

Une entreprise doit aménager des nouveaux locaux composés d'un atelier A et d'un bâtiment B. Le schéma de distribution électrique est proposé ci-dessous, avec les récepteurs commandés :



Q1 : Calculer ci-dessous (en détaillant les calculs) les puissances absorbées en KVA, à l'amont de chaque coffret divisionnaire S_{CdA1} , S_{CdA2} , S_{CdA3} , S_{CdB1} , S_{CdB2} , S_{CdB3} :

$$S_{CdA1} = (9 \times 5,5 \times 0,75 + 1 \times 6 \times 0,7 + 2 \times 4 \times 0,6) \times 0,6 = 45,315 \text{ KVA}$$

$$S_{CdA2} = (10 \times 2,5 \times 1) \times 0,5 = 12,5 \text{ KVA}$$

$$S_{CdA3} = (25 \times 2,2 \times 1) \times 1 = 55 \text{ KVA}$$

$$2,2 \times 1 = 2,2 \text{ KVA}$$

$$S_{CdB1} = (1 \times 11,5 \times 0,85) \times 0,95 = 9,28 \text{ KVA}$$

$$S_{CdB2} = (27 \times 2,5 \times 1) \times 0,5 = 33,75 \text{ KVA}$$

$$S_{CdB3} = (35 \times 3 \times 1) \times 1 = 105 \text{ KVA}$$

$$3 \times 1 = 3 \text{ KVA}$$

Q2 : Calculer ci-dessous les 2 puissances absorbées à l'amont de l'armoire électrique de l'atelier A S_A , et celle du bâtiment B S_B , ainsi que la puissance absorbée à l'amont de l'armoire générale S

$$S_A = S_{CdA1} + S_{CdA2} + S_{CdA3} = (45,315 + 12,5 + 55) \times 0,8 = 90,252$$

$$\approx 90 \text{ KVA}$$

$$48$$

$$S_B = S_{CdB1} + S_{CdB2} + S_{CdB3} = (9,28 + 33,75 + 105) \times 0,9 = 133,22$$

$$\approx 133 \text{ KVA}$$

$$41,4$$

$$S = S_A + S_B = (90,252 + 133) \times 0,85 = 109,55 \text{ KVA}$$

$$76$$

Q3 : La tension composée entre phase étant de 400V (U), déduire les courants d'emploi I_{B-C1} , I_{B-C2} , I_{B-C3} circulant dans les phases des 3 câbles C1, C2 et C3:

$$I = \frac{S}{U \sqrt{3}}$$

$$\sqrt{3} U I$$

$$I_{B-C1} = \frac{S_1}{400 \sqrt{3}} = \frac{189,5 \times 10^3}{400 \sqrt{3}} = 272,18 \text{ A}$$

$$I_{B-C2} = \frac{S_2}{400 \sqrt{3}} = \frac{90 \times 10^3}{400 \sqrt{3}} = 129,3 \text{ A}$$

$$I_{B-C3} = \frac{S_3}{400 \sqrt{3}} = \frac{137 \times 10^3}{400 \sqrt{3}} = 191,97 \text{ A}$$

Q4 : Pour le choix des disjoncteurs DG1, DG2, DG3, on prend les types DPX 125 ci-dessous :

DPX 125						
Icu sous 400 V		25 kA			36 kA	
Ui (V)		500			500	
Pôles		3 P	3P+N/2	4 P	3 P	3P+N/2 4 P
In (A)	16	250 36		250 44	250 50	250 58
	25	250 37		250 45	250 51	250 59
	40	250 38		250 46	250 52	250 60
	63	250 39		250 47	250 53	250 61
	100	250 40	250 42	250 48	250 54	250 62
	125	250 41	250 43	250 49	250 55	250 63
	160					

Choisir, ci-dessous, les calibres des 3 disjoncteurs nécessaires pour protéger les câbles, I_{n-C1} , I_{n-C2} , I_{n-C3} :

$$I_{n-C1} = 100 \text{ A}$$

$$I_{n-C2} = 63 \text{ A}$$

$$I_{n-C3} = 63 \text{ A}$$

NOM :

icam NOM
Q6 : A l'aide du
55m, celle de C3
d'alimentation
ligne)

Q5 : Sachant qu'on a un facteur de correction $K = K_{C1} \cdot K_{C2} \cdot K_{C3} = 0,8$ pour tous les câbles de phase de C1, C2 et C3, déterminer ci-dessous, les courants admissibles (I'_{z-C1} , I'_{z-C2} , I'_{z-C3}) puis les sections de phase de chaque câble S_{ph-C1} , S_{ph-C2} , S_{ph-C3} à l'aide du tableau de la page suivante (on prendra des isolants en **PVC3**, 3 conducteurs chargés et **E** comme lettre de méthode de référence pour tous les choix de câbles, les phases du **câble C1** sont en aluminium, celles de C2 et C3 en cuivre, on prendra l'ampérage du tableau juste supérieur à I'_z):

$$I'_{z-C1} = 100 \times 0,8 = 80 \text{ A } 156,25 \text{ Par lecture graphique}$$
$$I'_{z-C2} = 63 \div 0,8 = 78,75 \text{ A } 125 \text{ S}_{ph-C1} = 35 \text{ mm}^2 \text{ 95}$$
$$I'_{z-C3} = 63 \div 0,8 = 78,75 \text{ A } 125 \text{ S}_{ph-C2} = 10 \text{ mm}^2 \text{ 35}$$
$$I'_{z-C3} = 63 \div 0,8 = 78,75 \text{ A } 125 \text{ S}_{ph-C3} = 10 \text{ mm}^2 \text{ 16}$$

Courants admissibles dans les canalisations (en A)

Méthode de référence	Isolant et nombre de conducteurs chargés												
	PVC 3	PVC 2		PR 3		PR 2							
B	PVC 3	PVC 2		PR 3		PR 2							
C		PVC 3		PVC 2	PR 3		PR 2						
D										PVC 3	PVC 2	PR 3	PR 2
E			PVC 3		PVC 2	PR 3		PR 2					
F				PVC 3		PVC 2	PR 3		PR 2				
S (mm ²)													
Cuivre													
1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26		26	32	31	37
2,5	21	24	25	27	30	31	33	36		34	42	41	48
4	28	32	34	36	40	42	45	49		44	54	53	63
6	36	41	43	48	51	54	58	63		56	67	66	80
10	50	57	60	63	70	75	80	86		74	90	87	104
16	68	76	80	85	94	100	107	115		96	116	113	136
25	89	96	101	112	119	127	138	149	161	123	148	144	173
35	110	119	126	138	147	158	169	185	200	147	178	174	208
50	134	144	153	168	179	192	207	225	242	174	211	206	247
70	171	184	196	213	229	246	268	289	310	216	261	254	304
95	207	223	238	258	278	298	328	352	377	256	308	301	360
120	239	259	276	299	322	346	382	410	437	290	351	343	410
150		299	319	344	371	395	441	473	504	328	397	387	463
185		341	364	392	424	450	506	542	575	367	445	434	518
240		403	430	461	500	538	599	641	679	424	514	501	598
300		464	497	530	576	621	693	741	783	480	581	565	677
400					656	754	825		940				
500					749	868	946		1083				
630					855	1005	1088		1254				
Aluminium													
2,5	16,5	18,5	19,5	21	23	24	26	28					
4	22	25	26	28	31	32	35	38					
6	28	32	33	36	39	42	45	49					
10	39	44	46	49	54	58	62	67		57	68	67	80
16	53	59	61	66	73	77	84	91		74	88	87	104
25	70	73	78	83	90	97	101	108	121	94	114	111	133
35	86	90	96	103	112	120	126	135	150	114	137	134	160
50	104	110	117	125	136	146	154	164	184	134	161	160	188
70	133	140	150	160	174	187	198	211	237	167	200	197	233
95	161	170	183	195	211	227	241	257	289	197	237	234	275

NOM :



Q6 : A l'aide du tableau ci-dessous, et sachant que la longueur du câble C1 est de 75m, celle de C2 est de 55m, celle de C3 est de 28m, vérifier que les chutes de tensions ne sont pas supérieures à 5 % de la tension d'alimentation (400V), (on prendra un $\cos \phi = 0,85$, et les courants nominaux I_n des récepteurs de chaque ligne) :

Tableau de chute de tension en % pour 100 mètre de câble en 400V/50Hz

cuivre																aluminium												
cos φ = 0,85	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
S (mm²)																												
In (A)																												
1	0,5	0,4															0,4											
2	1,1	0,6	0,4														0,6	0,4										
3	1,5	1	0,6	0,4													1,3	0,8	0,5									
5	2,6	1,6	1	0,6	0,4												2,1	1,3	0,8	0,6								
10	5,2	3,2	2	1,4	0,8	0,5											2,5	1,6	1,1	0,7	0,5							
16	8,4	5	3,2	2,2	1,3	0,8	0,5										3,2	2	1,3	0,9	0,6	0,5						
20		6,3	4	2,6	1,6	1	0,6										4,1	2,6	1,6	1,2	0,9	0,6	0,5					
25		7,9	5	3,3	2	1,3	0,8	0,6									5,1	3,2	2,1	1,5	1,1	0,8	0,6	0,5				
32			6,3	4,2	2,6	1,6	1,1	0,8	0,5								6,4	4,1	2,6	1,9	1,4	1	0,7	0,6	0,5			
40			7,9	5,3	3,2	2,1	1,4	1	0,7	0,5							8	5	3,2	2,3	1,7	1,3	0,9	0,8	0,6			
50				6,7	4,1	2,5	1,6	1,2	0,9	0,6	0,5						5,6	3,6	2,6	1,9	1,4	1,1	0,8	0,7				
63				8,4	5	3,2	2,1	1,5	1,1	0,8	0,6						6,4	4,1	3	2,2	1,5	1,2	1	0,8				
70					5,6	3,5	2,3	1,7	1,3	0,9	0,7	0,5						5,2	3,8	2,7	2	1,5	1,3	1	0,95			
80					6,4	4,1	2,6	1,9	1,4	1	0,8	0,6	0,5					6,5	4,7	3,3	2,4	1,9	1,5	1,3	1,2	0,95		
100					8	5	3,3	2,4	1,7	1,3	1	0,8	0,7	0,65				6	4,3	3,2	2,4	2	1,6	1,52	1,2	1		
125						4,4	4,1	3,1	2,2	1,6	1,3	1	0,9	0,21	0,76					5,6	4	3	2,4	2	1,9	1,53	1,3	
160							5,3	3,9	2,8	2,1	1,6	1,4	1,1	1	0,97	0,77				6,8	5	3,8	3,1	2,5	2,4	1,9	1,6	
200							6,4	4,9	3,5	2,6	2	1,6	1,4	1,3	1,22	0,96					6,3	4,8	3,9	3,2	3	2,5	2,1	
250								6	4,3	3,2	2,5	2,1	1,7	1,6	1,53	1,2						5,9	4,9	4,1	3,8	3	2,6	
320									5,6	4,1	3,2	2,6	2,3	2,1	1,95	1,54												
400									6,9	5,1	4	3,3	2,8	2,6	2,44	1,92												
500										6,5	5	4,1	3,5	3,2	3	2,4												

Chute de tension en % dans 100m de câble - cos φ = 0,85

Chute de tension en % dans 100m de câble - $\cos \phi = 0,85$

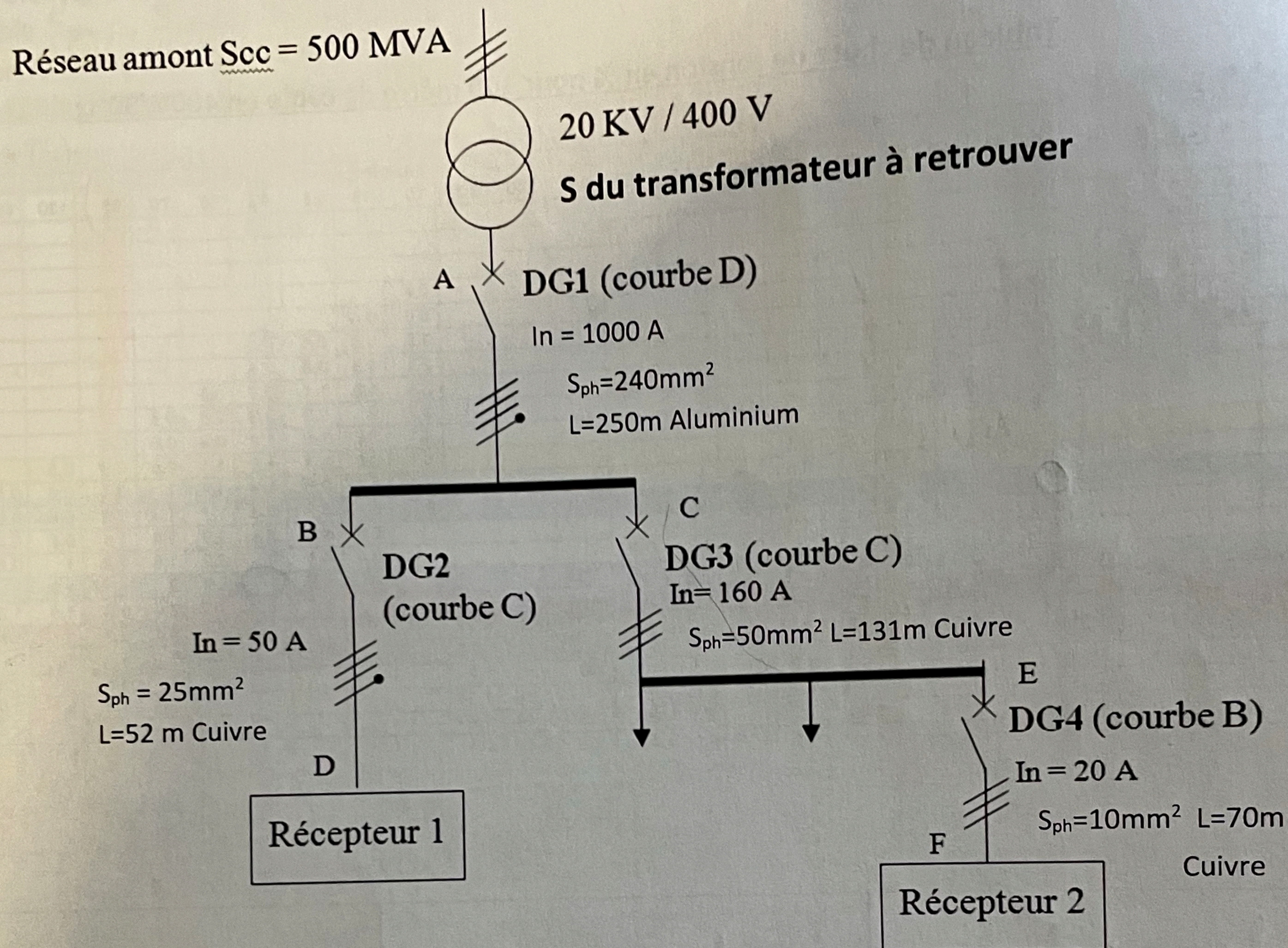
Pour C1.	Pour C2	Pour C3
$I_{mC1} = \frac{3,8}{\frac{400}{75}} = 2,85\%$ $= 1,92$	$I_{mC2} = \frac{5}{\frac{100}{55}} = 2,75\%$ $= 1,32$	$I_{mC3} = \frac{5}{\frac{28}{55}} = 1,97\%$ $= 0,9$

NOM :

icam NOM :

PARTIE 2 : Vérification des dimensionnements de disjoncteurs d'une installation électrique

Le schéma partiel de protection d'une installation électrique est défini ci-dessous :



Puissance S du transformateur

S(kVA)	15	25	40	50	63	80	100	160	250	315	400	500	530	800	1000
U=237V															
$I_n(\text{A})$	39	61	97	122	153	195	244	390	609	767	974	1218	1535	1949	2436
$I_{cc}(\text{A})$	973	1521	2431	3038	3825	4853	6060	9667	15038	18887	23883	29708	37197	41821	42738
U=410V															
$I_n(\text{A})$	23	35	56	70	89	103	141	225	352	444	563	704	887	1127	1408
$I_{cc}(\text{A})$	563	879	1405	1756	2210	2907	3503	5588	8692	10917	13806	17173	21501	24175	27080

A

NOM :

Tableau de courants de court-circuit

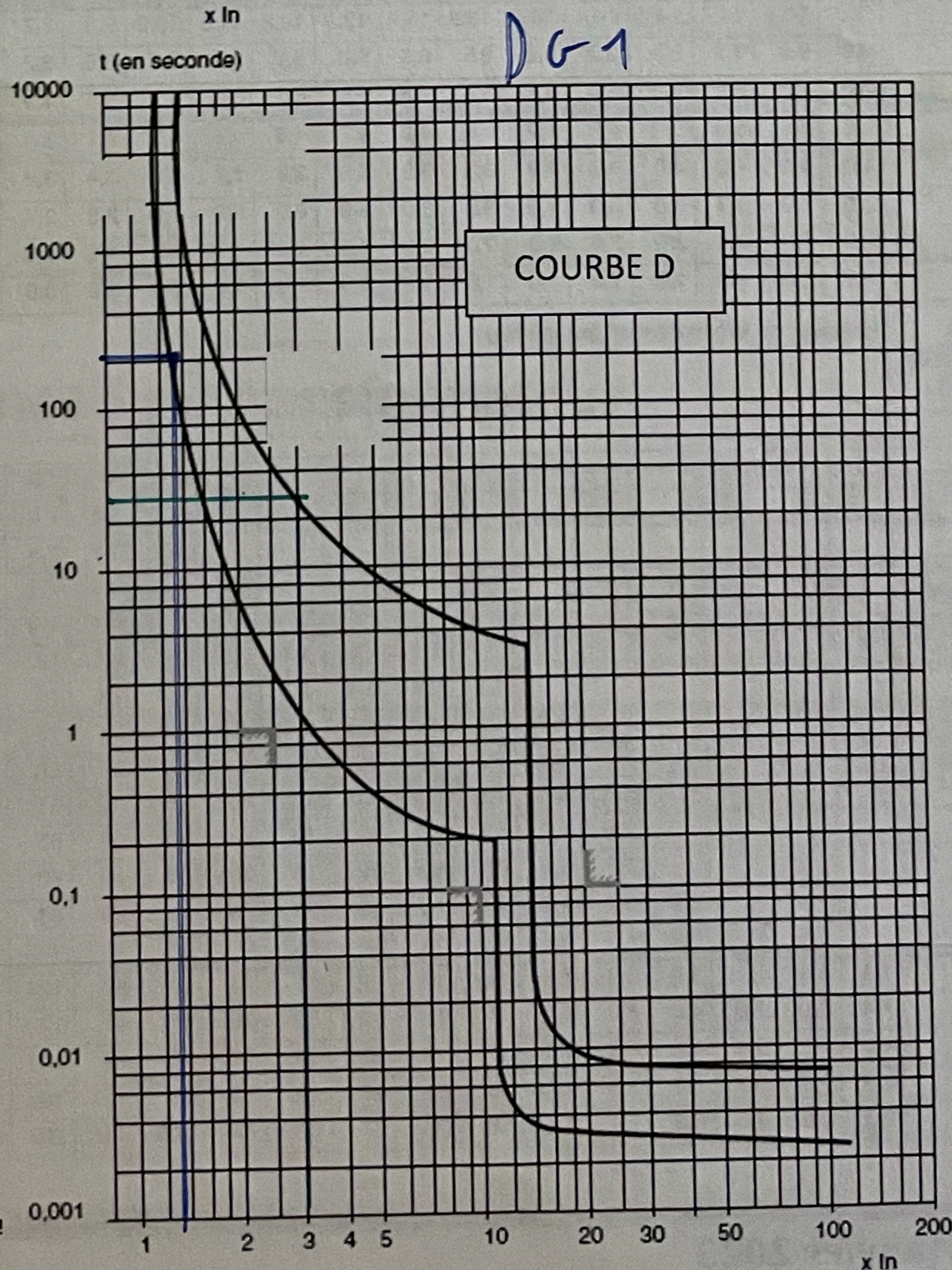
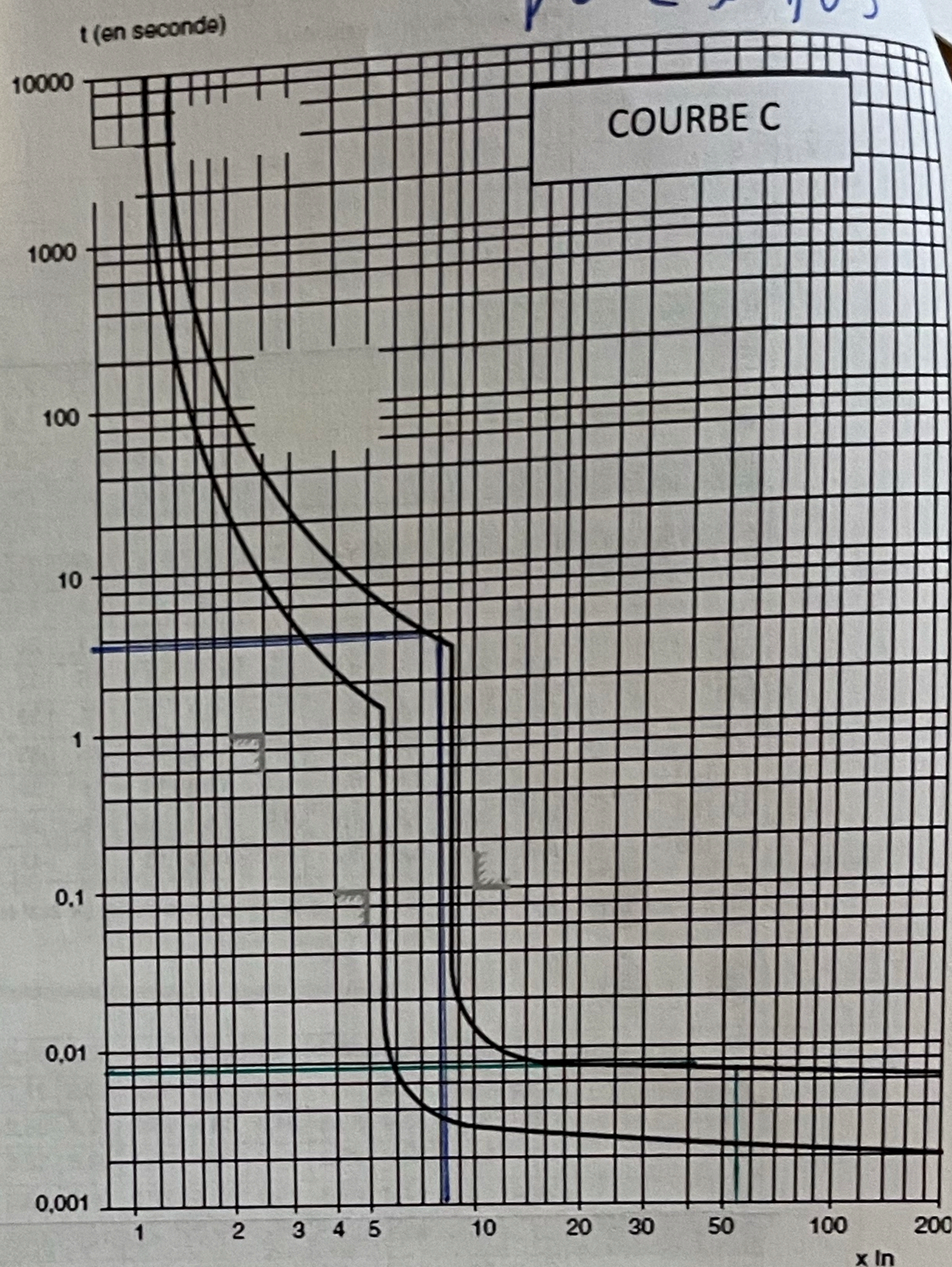
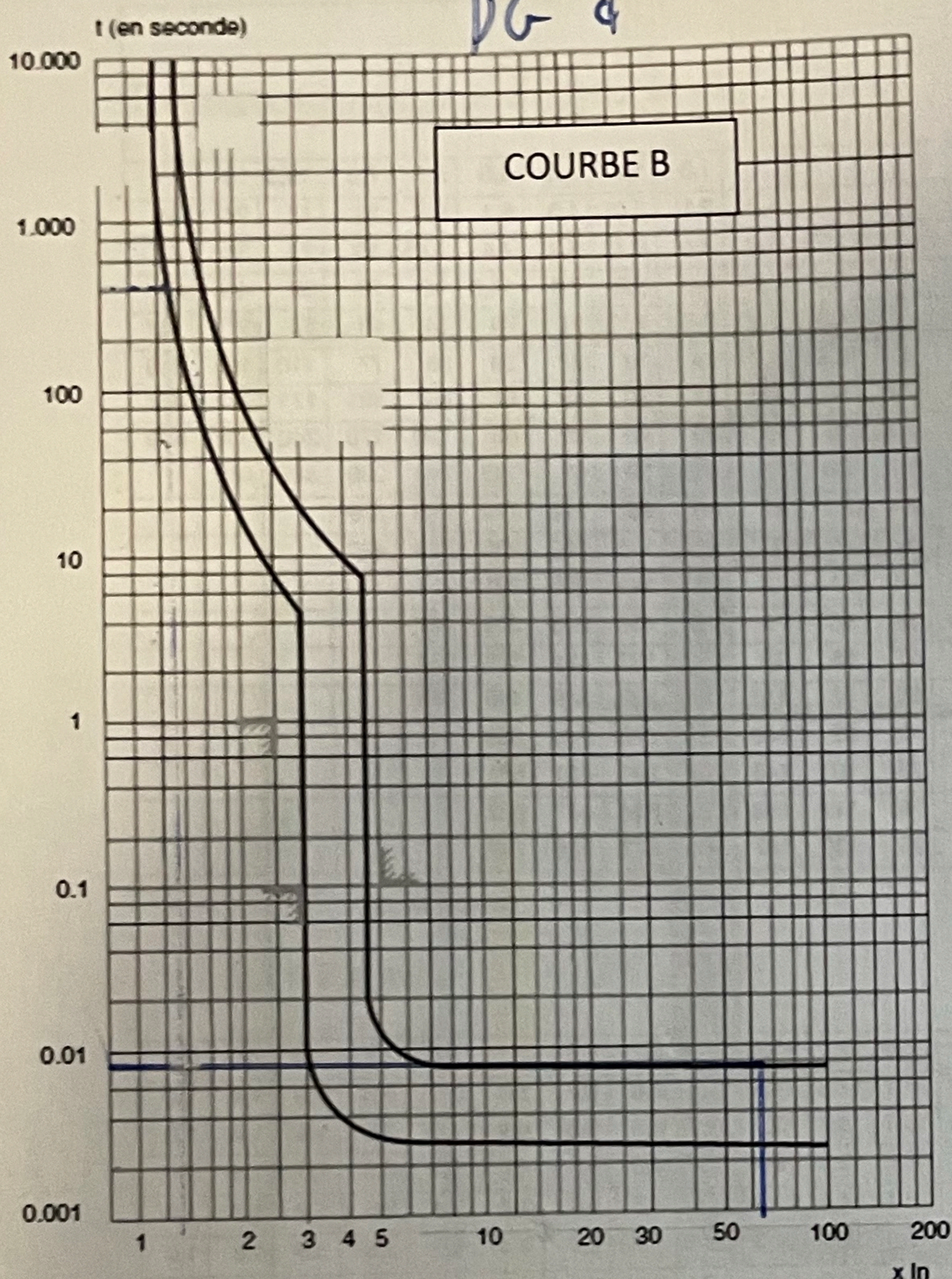
Courants de court-circuit à l'extrémité d'une canalisation d'après les tableaux C3, guide C 15-105 de juin 2003

CA	section des conducteurs de phase (mm ²)	longueur de la canalisation (en mètres)																		
	cuivre																			
230 V 400 V	1,5																	1,3	1,8	2,6
	2,5																	1,3	1,8	2,6
	4																	1,3	1,8	2,6
	6																	1,3	1,8	2,6
	10																	1,3	1,8	2,6
	16																	1,3	1,8	2,6
	25																	1,3	1,8	2,6
	35																	1,3	1,8	2,6
	50																	1,3	1,8	2,6
	70																	1,3	1,8	2,6
	95																	1,3	1,8	2,6
	120																	1,3	1,8	2,6
	150																	1,3	1,8	2,6
	185																	1,3	1,8	2,6
	240																	1,3	1,8	2,6
	300																	1,3	1,8	2,6
	2 x 120																	1,3	1,8	2,6
	2 x 150																	1,3	1,8	2,6
	2 x 185																	1,3	1,8	2,6
																		1,3	1,8	2,6
																		1,3	1,8	2,6
CB	section des conducteurs de phase (mm ²)	longueur de la canalisation (en mètres)																		
	aluminium																			
	2,5																	1,3	1,9	2,7
	4																	1,3	1,9	2,7
	6																	1,3	1,9	2,7
	10																	1,3	1,9	2,7
	16																	1,3	1,9	2,7
	25																	1,3	1,9	2,7
	35																	1,3	1,9	2,7
	50																	1,3	1,9	2,7
	70																	1,3	1,9	2,7
	95																	1,3	1,9	2,7
	120																	1,3	1,9	2,7
	150																	1,3	1,9	2,7
	185																	1,3	1,9	2,7
	240																	1,3	1,9	2,7
	300																	1,3	1,9	2,7
	2 x 120																	1,3	1,9	2,7
	2 x 150																	1,3	1,9	2,7
	2 x 185																	1,3	1,9	2,7
	2 x 240																	1,3	1,9	2,7

NOM :

icam NOM :

Courbes de fonctionnement de disjoncteur



Q7

A l'aide des tableaux de puissance du transformateur et de courants de court-circuit, déterminer les courants de court-circuit présumés en A : I_{CCA} (en choisissant le transformateur dont le courant nominal est supérieur à celui de DG1) puis en B et C : $I_{CCB} = I_{CCC}$ (veuillez justifier vos calculs en effectuant certaines approximations si nécessaire)

D'après la lecture graphique on a
 $I_{CCA} = 24\,175\text{ A}$.

$$I_{CCB} = I_{CCC} = \frac{6,1 + 9,6 + 5,7 + 4,4}{4} = 5,2 = 5200\text{ A}$$

(on utilise le tableau de court-circuit avec les valeurs qui arrivent au niveau de B et C).

Q8)

A l'aide du tableau de courant de court-circuit, déterminer les courants de court-circuit présumés en D : I_{CCD} , en E : I_{CEE} , en F : I_{CCF} (veuillez justifier vos calculs), on prendra $I_{CCB} = I_{CCC} = 5,5\text{ kA}$

D'après la lecture du tableau de courants de court-circuit on a :

$$I_{CCD} = 3,7\text{ kA} \quad (I = 5,5\text{ kA} ; S_{nh} = 25\text{ mm}^2 ; L = 52\text{ m} ; \text{cuivre})$$

$$I_{CEE} = 2,5\text{ kA} \quad (I = 5,5\text{ kA} ; S_{nh} = 50\text{ mm}^2 ; L = 131\text{ m} ; \text{cuivre})$$

$$I_{CCF} = \frac{1,0 + 0,8}{2} = 0,9\text{ kA} \quad (I = \frac{1,6 + 1,2}{2} = 1,4\text{ A} ; S_{nh} = 10\text{ mm}^2 ; L = 70\text{ m} ; \text{cuivre})$$

1,35

Q9)

Si on a un défaut en F (I_{ccF}), vérifier si on a une bonne sélectivité entre les disjoncteurs DG4, DG3 et DG1 (à l'aide des courbes de fonctionnement, on prendra $I_{ccF} = 1300 \text{ A}$) :

On a $I_{ccF} = 1300 \text{ A}$

Pour DG4	Pour DG3	Pour DG1
$I_{ccF} = 1,3 \text{ kVA} = \frac{1300}{20} = 65 \text{ A DG4}$	$\frac{1300}{150} = 8,125 \text{ A DG3}$	$\frac{1300}{1000} = 1,3 \text{ A DG1}$

On remarque que DG4 se déclanche au bout de $0,008 \text{ s}$, DG3 se déclanche au bout de $1,4 \text{ s}$ et DG1 se déclanche au bout de 120 s donc on remarque au final l'ordre de déclenchement des disjoncteurs est bien respecté car DG4: $0,008 < \text{DG3: } 1,4 < \text{DG1: } 120$

Q10)

Si on a un défaut en D (I_{ccD}), vérifier si on a une bonne sélectivité entre les disjoncteurs DG2 et DG1 (à l'aide des courbes de fonctionnement, on prendra $I_{ccD} = 3 \text{ kA}$) :

On a $I_{ccD} = 3 \text{ kA}$

Pour DG1	Pour DG2
$I_{ccD} = 3 \text{ kVA} = \frac{3000}{1000} = 3 \text{ A DG1}$	$\frac{3000}{50} = 60 \text{ A DG2}$

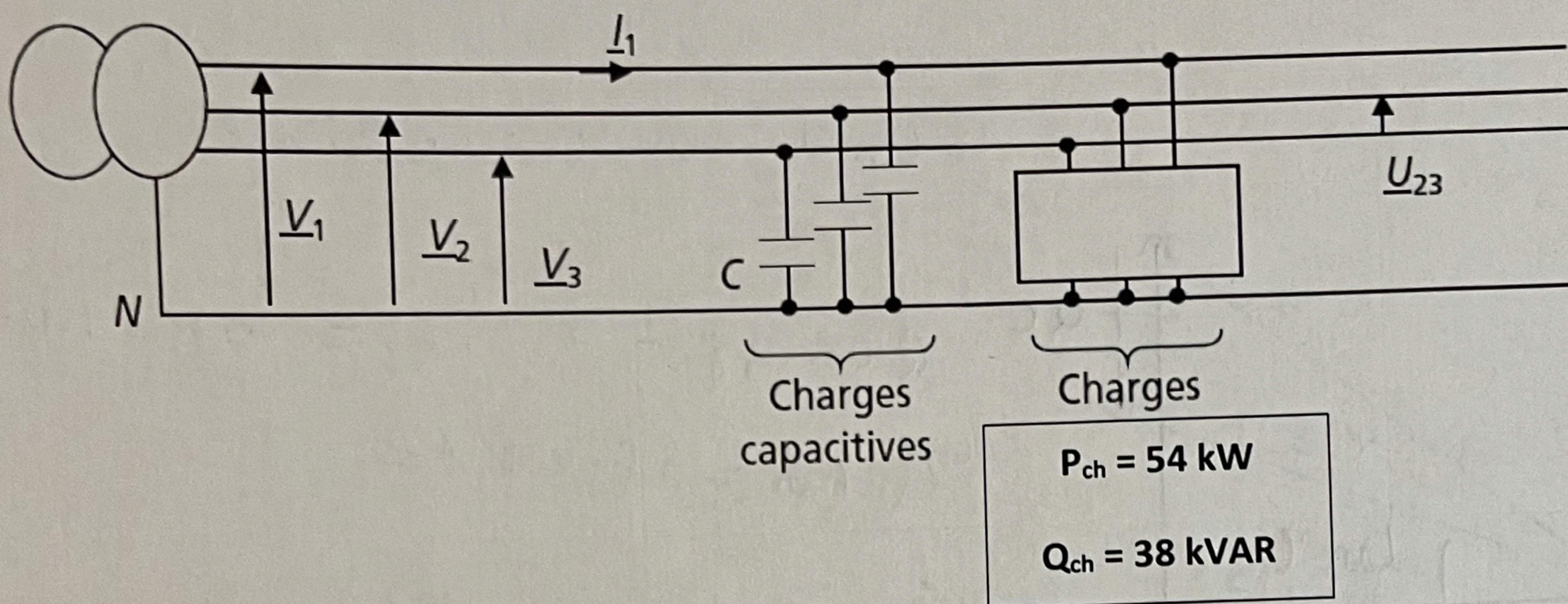
On remarque que DG2 se déclanche au bout de $0,008 \text{ s}$ et DG1 se déclanche au bout de 30 s donc l'ordre de déclenchement des disjoncteurs est bien respecté.

car DG2: $0,008 < \text{DG1: } 30$

PARTIE 3 : Correction de facteur de puissance

On s'intéresse à la caractérisation d'un ensemble de charges triphasées et à la construction d'un schéma équivalent simple.

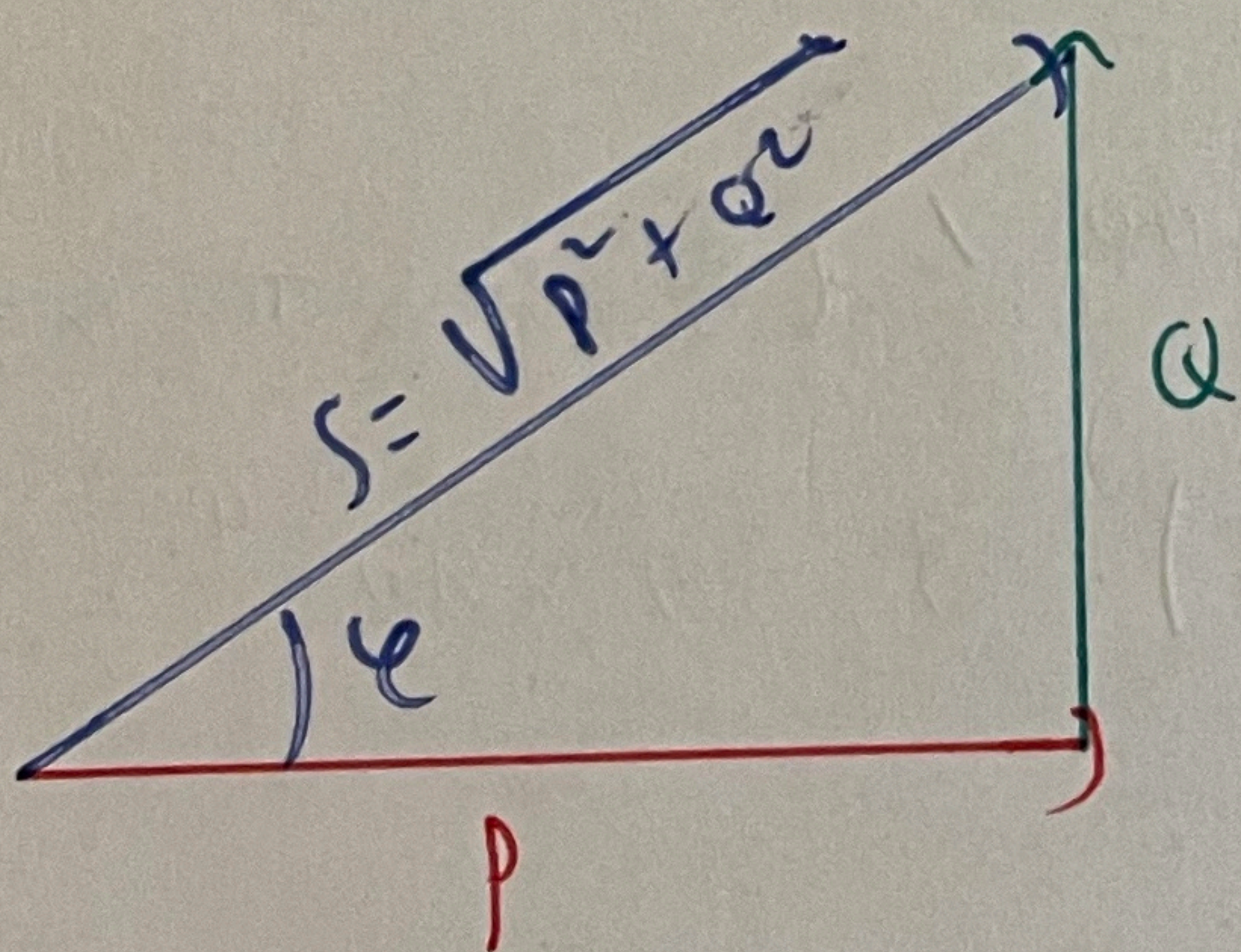
On considère le réseau triphasé 230/400 V en sortie de transformateur représenté sur la figure ci-dessous :



Des charges consomment une puissance active $P_{ch} = 54 \text{ kW}$ et une puissance réactive de $Q_{ch} = 38 \text{ kVAR}$

Q11)

Déterminer le facteur de puissance de ces charges par le calcul et en faisant le triangle des puissances :



$$P = 54 \text{ kW}$$

$$Q = 38 \text{ kVAR}$$

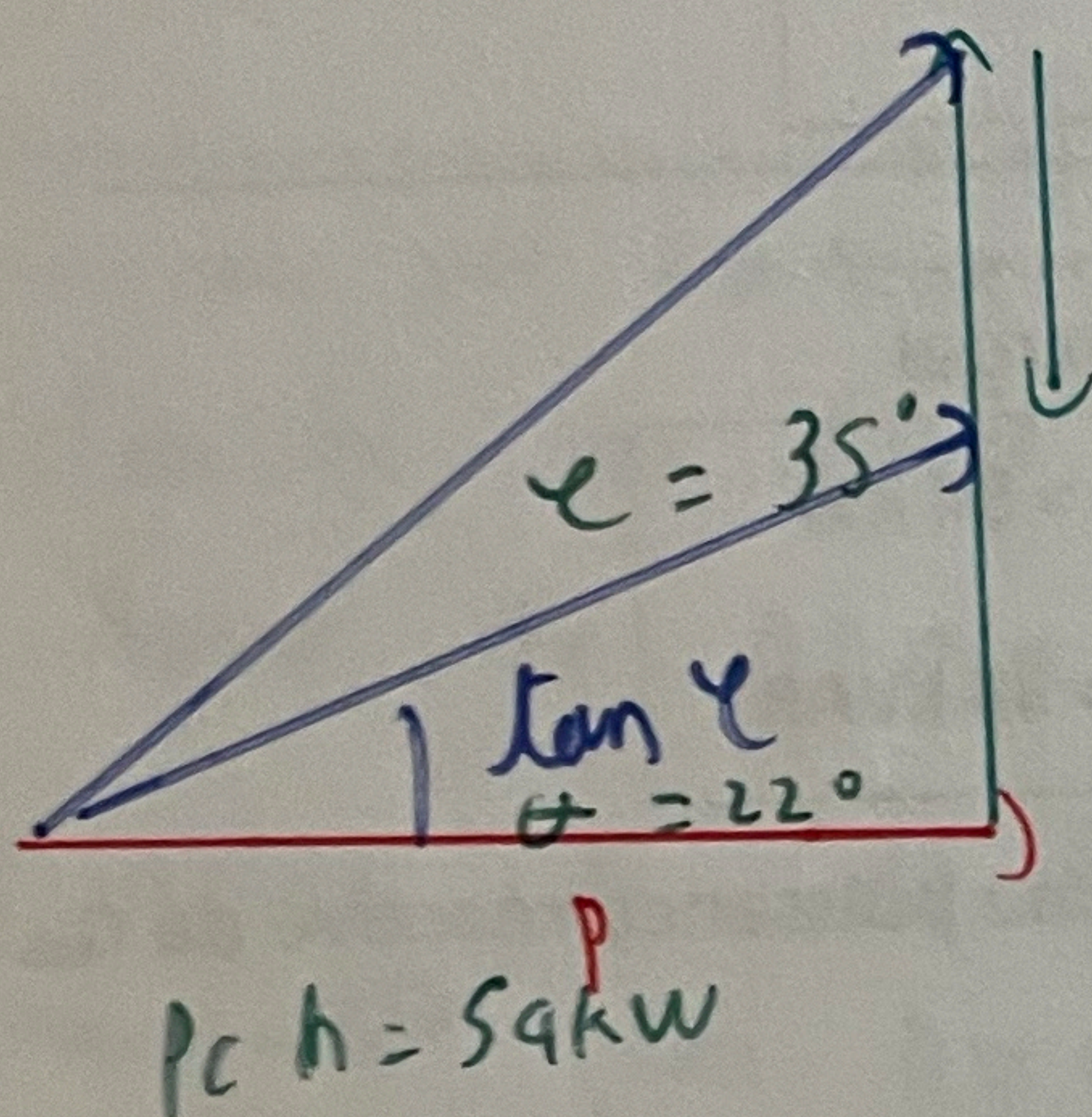
$$S = 66$$

$$\cos \varphi = \frac{\text{adj}}{\text{hyp}} = \frac{54}{66} = 0,81$$

Q12)

On souhaite mettre des charges capacitives comme sur le schéma de la page 11 pour avoir un facteur de charge $\cos \varphi' = 0,93$ AR. Déterminer grâce au triangle des puissances de manière graphique et calcul, la charge capacitive Q_C à mettre en place et la valeur des capacités par ligne ($Q_C = -3 \cdot C \cdot \omega \cdot V^2$) :

$$\cos \varphi' = 0,95 \text{ AR}$$



$$Q_C = 38 - 21,6 = 16,4 \text{ kVAR}$$

$$Q_{ch} = 38 \text{ kVAR}$$

$$Q_{\text{Total}} = P_{ch} \cdot \tan \phi' = 54 \times 0,4 = 21,6 \text{ kVAR}$$

$$P_{ch} = 54 \text{ kW}$$

$$\tan \phi' = \tan 22^\circ = 0,4$$

$$\cos \varphi' = 0,93 \quad \text{donc } \varphi' = 22^\circ \text{ et } \tan \varphi.$$

$$Q_C = -16400 \text{ var} = -3 \cdot C \cdot \omega \cdot V^2$$

$$C = Q_C / (3 \cdot \omega \cdot V^2) = 16400 / (3 \times 2 \times \pi \times 50 \times 230^2)$$

$$= 16400 / (49857075) = 3,39 \times 10^{-4} = 0,000339 \text{ F}$$

$$= 34 \text{ nF}$$