


<b>Département Energie Environnement</b>	<b>MEDIAN</b> CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES RESEAUX ELECTRIQUES INDUSTRIELS	Lionel COMTET
		 université de technologie Belfort-Montbéliard
<b>Semestre Printemps 2014</b>		<b>UV ER40</b>

**NOM :**

**Prénom :**

**TOTAL : \_\_\_\_\_ / 60 pts**

**NOTE : \_\_\_\_\_ / 20 pts**

**Aucuns documents autorisés.**

**Calculatrice autorisée.**

***Une lecture attentive et complète est conseillée avant de traiter les différentes parties.***

Partie 1 : QCM et questions de cours. 6 pts

Partie 2 : Espace nautique. 20 pts

Partie 3 : Salle de spectacle l'Axone. 23 pts

Partie 4 : Schéma de puissance et de commande d'un moteur asynchrone. 4 pts

Partie 5 : Eclairage par gradateur à angle de phase. 7 pts

***Tous les documents, énoncé compris, sont à rendre en fin d'épreuve.***

***Les enseignants surveillants ne répondront à aucune question. Si vous pensez qu'une erreur ou qu'un malentendu s'est glissé dans le sujet, vous formulerez des hypothèses.***


### **Partie 1 : questions de cours : QCM. ( \_\_\_\_\_ / 6 pts)**

 Chez vous, à la maison, le schéma des liaisons à la terre employé est le : (0,5 pt)


- TT     
  IT     
  TN-C     
  TN-S

 Dans le SLT de type TT, la protection contre les contacts indirects est assurée par : (0,5 pt)

- A : Les fusibles  
 B : Les disjoncteurs magnéto-thermiques  
 C : Les déclencheurs différentiels  
 D : Les contacteurs

 Pour assurer une bonne continuité de service, il est préférable d'employer le schéma des liaisons à la terre : (0,5 pt)

- TT     
  IT     
  TN-C     
  TN-S

 On peut utiliser un régime de neutre TN-S en aval d'un régime de neutre TN-C : (0,5 pt)

- Vrai     
  Faux

- ☞ Quel est le dispositif qui permet de protéger un circuit contre les surcharges ? (0,5 pt)
- A : le magnétique du disjoncteur
  - B : le thermique du disjoncteur
  - C : le différentiel du disjoncteur ou de l'interrupteur
  - D : le percuteur du fusible

- ☞ La sensibilité d'un disjoncteur différentiel dépend : : (0,5 pt)
- A : Du courant nominal des récepteurs
  - B : De la section de la ligne
  - C : De la tension du réseau
  - D : De la valeur de la résistance de terre.

- ☞ Le conducteur PEN est-il installé dans un schéma de liaison à la terre en TNS ? (0,5 pt)
- Vrai       Faux

☞ **Donner** le nom de l'ASI, utilisée pour réaliser cette fonction de secours, dont le schéma est fourni ci-dessous. **Citer** les avantages de cette topologie. ( / 1,25 pts)

---



---



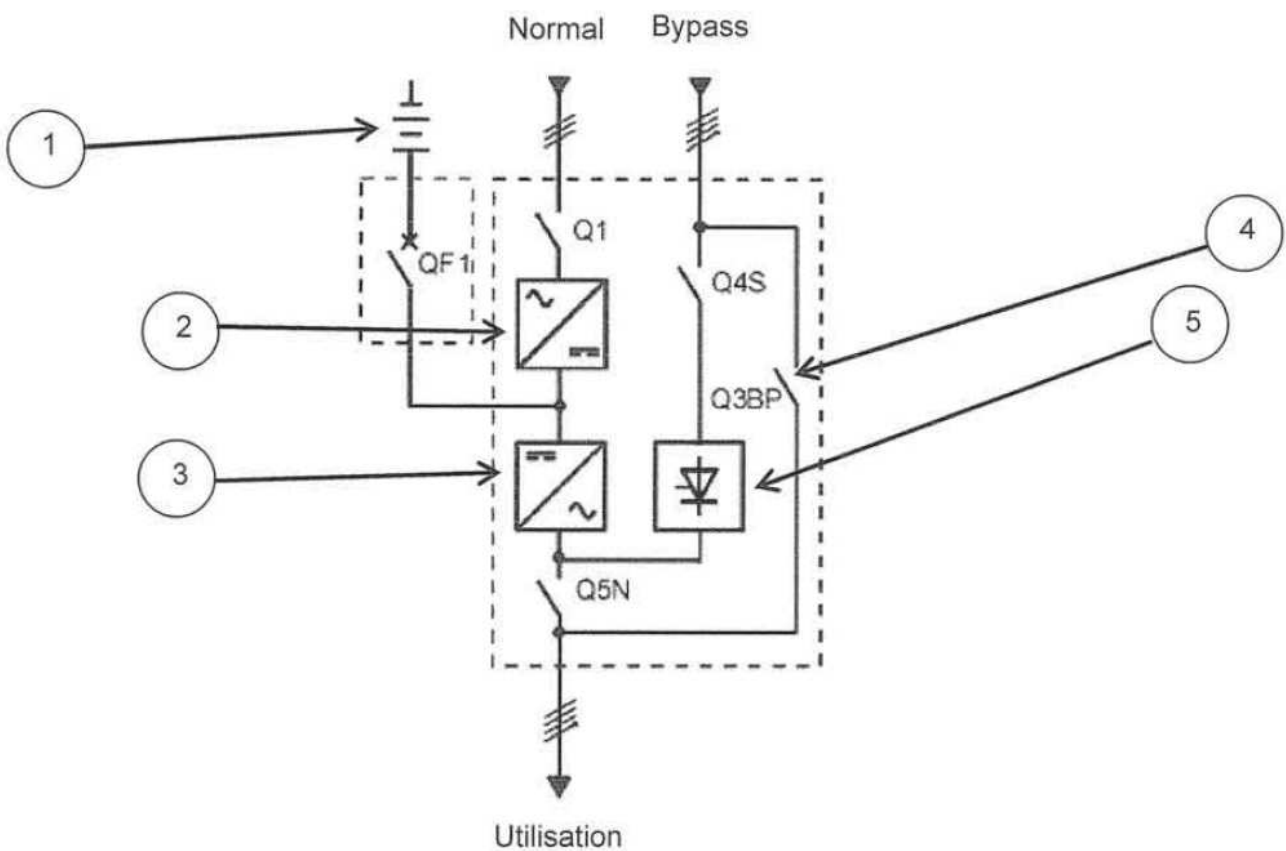
---



---



---





Donner la désignation et la fonction des éléments repérés de 1 à 5 sur le schéma ci-dessus. (1,25 pts)

Repère	Nom	Fonctions
1		
2		
3		
4		
5		

## Partie 2 : espace nautique. ( / 20 pts)

Ouvert en juillet 2001, l'Espace Nautique Jean-Vauchère a été conçu pour faire découvrir au public un espace multisports aquatiques de loisirs et de détente. Premier du genre sur l'agglomération toulousaine, sa situation géographique répond à un souci d'intégration et d'animation du centre ville de Colomiers.

La capacité d'accueil de l'espace nautique est de 1000 personnes simultanément. Les multiples équipements offrent des activités diverses et polyvalentes :

- un bassin sportif intérieur,
- un bassin d'apprentissage intérieur
- ...

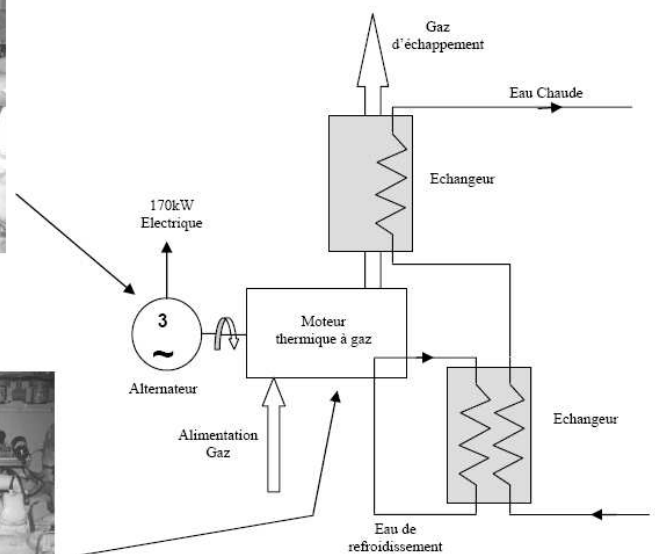


Dans un esprit novateur, la piscine de Colomiers s'est dotée d'un module de cogénération avec moteur gaz dimensionné pour produire **170kW électrique**, ce qui constitue le besoin minimal en énergie électrique de l'installation.

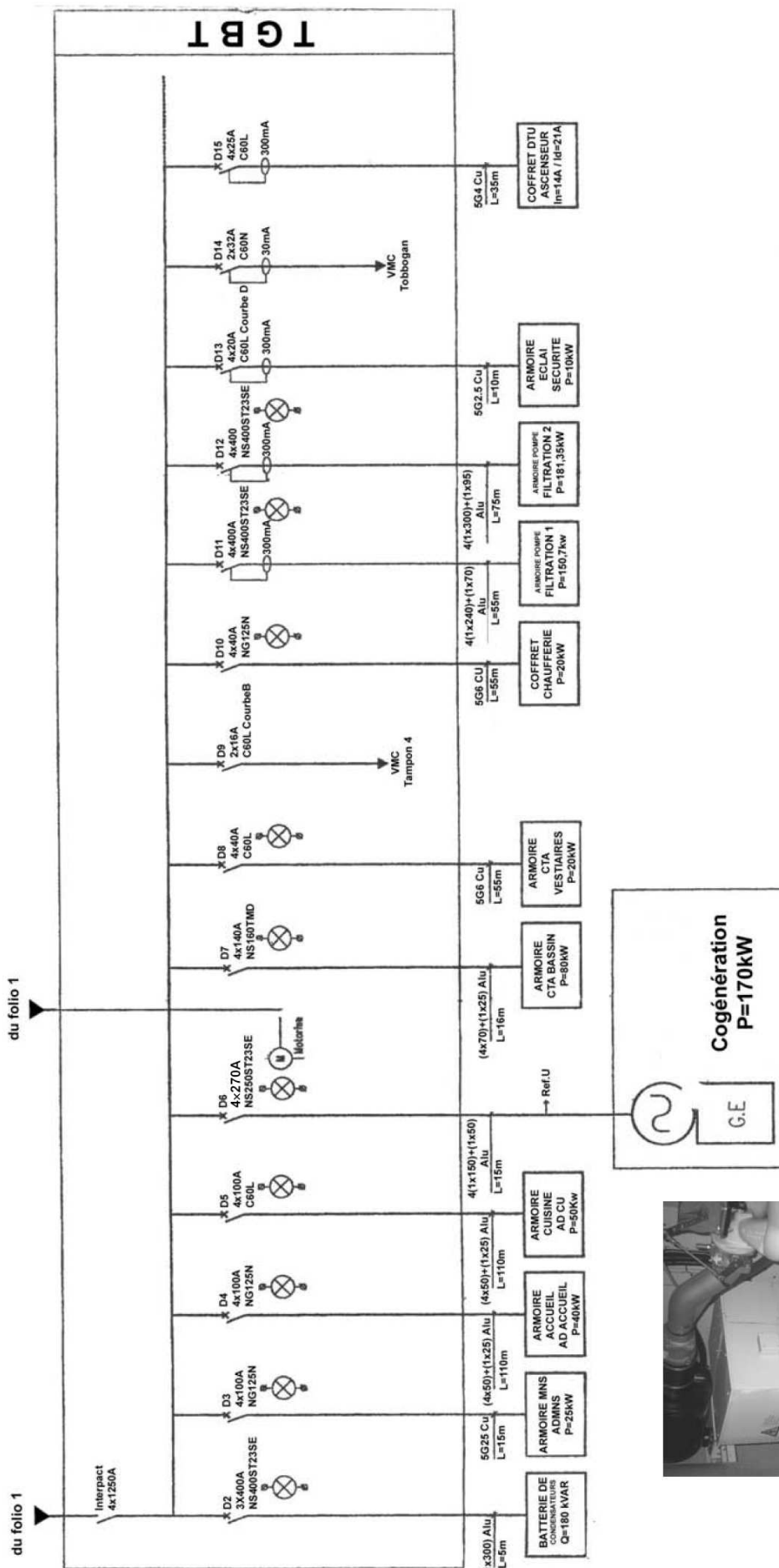
L'énergie thermique récupérée est utilisée pour contribuer au chauffage des bassins. Cette énergie étant inutile pendant les moins chauds de l'année, la cogénération n'est utilisée que pendant la période du 1er novembre au 31 mars.



Synoptique de fonctionnement



# Synoptique de l'installation électrique



**1. Etude du module de cogénération. ( / 2 pts)**

*Le facteur de puissance de l'alternateur sera maintenu à 0,93 suivant les directives du distributeur d'énergie.*

*L'alternateur est de marque Stamford et du type HCI 434C. Son rendement est de 94,8 %. Il fournit une tension triphasée de 400V sous 50Hz.*

**1.1 Calculer**, la puissance apparente de l'alternateur. (1 pt)

**1.2 Calculer** la puissance mécanique (notée Pm) à fournir par le moteur. (1 pt)

**2. Bilan de puissance de l'installation. ( / 6 pts)**

*Le cahier des charges impose que la compensation de l'énergie réactive se fasse uniquement par rapport au départ CTA Bassin, CTA Vestiaires, Pompe filtration 1 et Pompe filtration 2 (dans le TGBT).*

*Tension réseau 400V.*

*La puissance des récepteurs générant des harmoniques est de 150KW.*

**2.1 Calculer** la puissance apparente nécessaire totale  $S_{tot}$  et le facteur de puissance global  $\cos\varphi_{tot}$  de l'ensemble de ces 4 départs. **Faire apparaître** les formules utilisées. Le  $\cos\varphi$  est donné pour chaque départ. (4 pts)

Armoires	Puissance active consommée	$\cos\varphi$
CTA Bassin	80 kW	0,75
CTA Vestiaire	20 kW	0,8
Pompe filtration 1	150,7 kW	0,76
Pompe filtration 2	181,35	0,8

**2.2 Tracer** le diagramme de Fresnel des puissances totales. **Calculer** la valeur du courant en ligne  $I_{tot}$  et  $\tan\varphi_{tot}$ . (2 pts)

### **3. Détermination de la puissance réactive à compenser. (     / 6 pts)**

*Le contrat EDF impose  $\cos\varphi=0,93$ . Pour améliorer le  $\cos\varphi$  de notre installation à cette valeur, des batteries de condensateurs ont été installées.*

**3.1 Calculer** la valeur de la puissance réactive  $Q_c$  que devront fournir ces batteries. (3 pts)

---

---

---

---

**3.2 Calculer** les nouvelles valeurs (après compensation) de la puissance apparente  $S_{tot'}$  et du courant en ligne  $I_{tot'}$ . **Conclure.** (3 pts)

---

---

---

---

---

### **4. Choix de l'armoire de compensation. (     / 6 pts)**

**4.1 Donner** la référence des batteries de compensation (Rectimat 2 de chez Schneider Electric) ainsi que le disjoncteur préconisé pour ce départ à l'aide des documents constructeur sachant que le transformateur de distribution possède une puissance nominale  $S_n = 800$  kVA. **Justifier** votre réponse pour le choix des différentes étapes. (4 pts)

---

---

---

---

---

---

---

---

**4.2 Le groupe cogénération** (alternateur) en fonctionnement, peut fournir au réseau, suivant son réglage, de la puissance réactive (compensateur synchrone). Sa puissance est de 170 kW sous un  $\cos\varphi=0,93$ . Quelle est la puissance réactive que le groupe fournit au réseau. Dans ces conditions, à combien de pourcentage de leur capacité maximum, fonctionneront les batteries de compensation ? (2 pts)

---

---

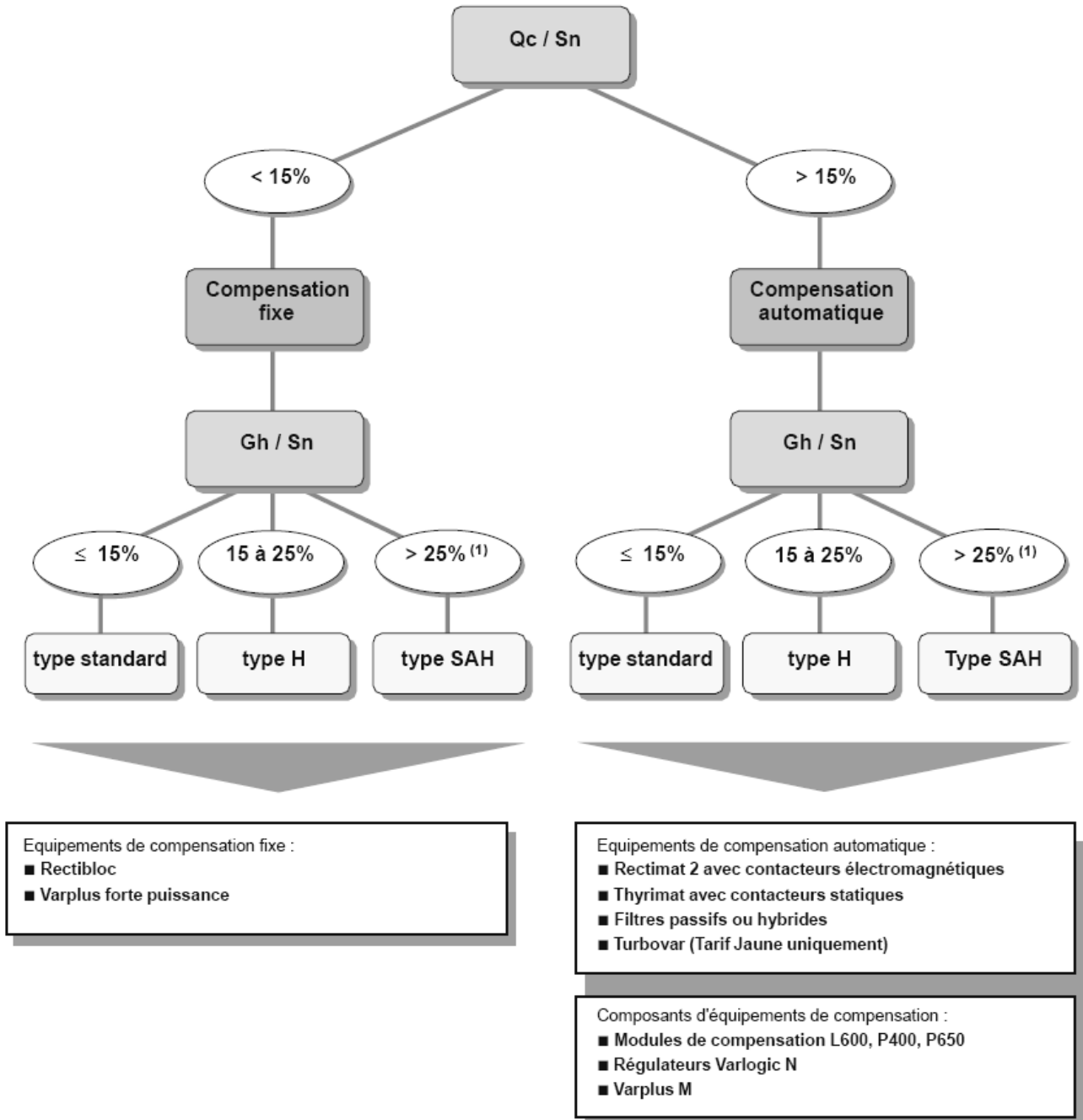
---

---

---

# Guide de choix des équipements de compensation

Réseau 400 V, 50 Hz, triphasé



Légende :

Sn : puissance apparente du transformateur.

Gh : puissance apparente des récepteurs produisant des harmoniques (moteurs à vitesse variable, convertisseurs statiques, électronique de puissance...).

Qc : puissance de l'équipement de compensation.

(1) Au delà de Gh/Sn > 50% l'installation de filtres est recommandée, consulter votre agence.

## Condensateurs BT

Compensation de l'énergie réactive  
et filtrage d'harmoniques

# Rectimat 2

## Compensation automatique



Rectimat 2, coffret 2



Rectimat 2, armoire 1



Rectimat 2, armoire 3

### Rectimat 2, type H

#### Présentation :

Les batteries Rectimat 2 sont des équipements de compensation automatique qui se présentent sous la forme de coffret ou d'armoire selon la puissance.

Les batteries Rectimat 2 type H conviennent pour les réseaux pollués (15 % < Gh/Sn ≤ 25 %).

Rectimat 2 existe également avec disjoncteur de tête intégré (consulter votre agence).

#### Options (sur demande, consulter votre agence) :

- talon de compensation fixe
- extension
- délestage (EJP, normal-secours)
- raccordement par le haut
- autres options sur demande.

#### Caractéristiques :

- tension assignée : 400/415 V
- tension de dimensionnement des condensateurs : 470 V, triphasée 50 Hz
- tolérance sur valeur de capacité : -5 %, +10%
- classe d'isolement :
  - 0,69 kV
  - tenue 50 Hz 1 min. : 2,5 kV
- courant maximal admissible : 1,5 In (400 V).
- tension maximale admissible (8 h sur 24 h selon IEC 60831) : 517 V
- air ambiant autour de l'équipement :
  - température maximale : 40 °C
  - température moyenne sur 24 h : 35 °C
  - température moyenne annuelle : 25 °C
  - température minimale : -5 °C
- degré de protection : IP 21D (excepté IP 00 sur face inférieure côté sol)
- transformateur 400/230 V intégré
- protection contre les contacts directs (porte ouverte)
- couleur :
  - tôle : RAL 9002
  - bandeau : RAL 7021
- normes : IEC 60439-1, EN 60439-1.

#### Installation :

- fixation :
  - coffret : fixation murale ou au sol sur socle (accessoire)
  - armoire : fixation au sol ou sur réhausse (accessoire)
- raccordement des câbles de puissance par le bas sur plages
- le TI (5 VA sec. 5 A), non fourni, est à placer en amont de la batterie et des récepteurs
- il n'est pas nécessaire de prévoir une alimentation 230 V/50 Hz pour alimenter les bobines des contacteurs.

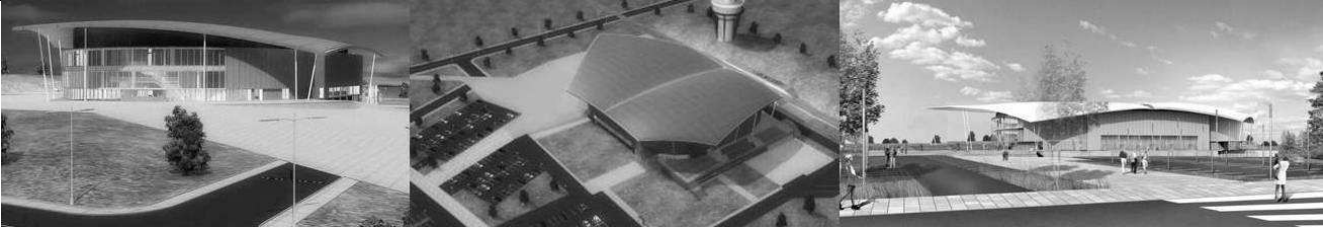
puissance (kvar)	régulation	réalisation	disjoncteur préconisé (non fourni)	référence
400 V	470 V			
<b>type H</b>				
30	41	4 x 7,5	coffret 2	NS100 52635
45	62	6 x 7,5	coffret 2	NS100 52636
50	69	5 x 10	coffret 2	NS160 52637
80	110	8 x 10	armoire 2	NS250 52638
100	138	5 x 20	armoire 1	NS250 52639
120	166	6 x 20	armoire 1	NS400 52640
160	221	8 x 20	armoire 2	NS400 52641
180	249	9 x 20	armoire 2	NS400 52642
210	290	6 x 35	armoire 2	NS630 52643
245	338	7 x 35	armoire 3	NS630 52644
280	387	8 x 35	armoire 3	NS630 52645
315	435	9 x 35	armoire 3	NS800 52646
350	483	10 x 35	armoire 3	NS800 52647
420	580	6 x 70	armoire 4	NS1000 52648
455	628	13 x 35	armoire 4	NS1000 52649
525	725	15 x 35	armoire 4	NS1250 52650
560	773	8 x 70	armoire 4	NS1250 52651
630	870	9 x 70	armoire 4	NS1600 52652
700	966	10 x 70	armoire 4	NS1600 52653

### Les services

- Etudes de réseaux, d'harmoniques...
- Location de batteries Rectimat 2, type H :
  - mise à disposition sur site, dans un délai court,
  - puissance du Rectimat 2 et durée de location à choisir selon vos besoins.



### Partie 3 : Salle de spectacle l'Axone. ( / 23 pts)



Doté d'une salle polyvalente modulable de 2.500 m<sup>2</sup> pouvant accueillir jusqu'à 5.800 personnes ("AXO 1"), d'une salle secondaire plurifonctionnelle de 1.040 m<sup>2</sup> ("AXO 2"), d'espaces presse et de réception, de loges, de vestiaires, de bureaux organisateurs, et de locaux de stockage, l'Axone est l'endroit idéal pour accueillir tous types de manifestations publiques et privées.

#### 1. Poste de transformation. ( / 7 pts)

1.1 Calculer le courant nominal au secondaire  $I_{2N}$  pouvant être fourni par un transformateur. (1 pt)

---

---

Sur la plaque signalétique des transformateurs apparaît l'information Dyn11

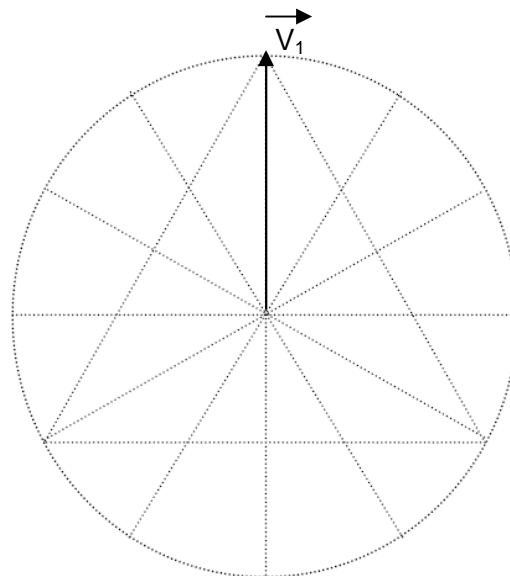
1.2 Expliquer la signification de ce terme. (2 pts)

---

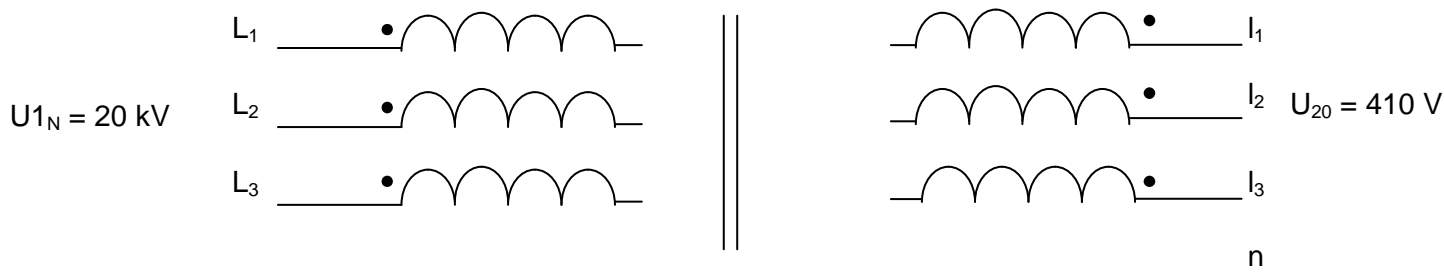
---

---

1.3 Compléter le diagramme de Fresnel ci-dessous respectant les informations Dyn11 liées au transformateur décodées à la question précédente. On précise que  $V_1$  est la tension simple de la phase 1 du primaire du transformateur. (2 pts)



**1.4 Représenter** les couplages des enroulements primaires et secondaires dessinés ci-dessous afin de respecter le terme Dyn11 et le diagramme de Fresnel réalisé à la question précédente. (2 pts)



**2. Etude du disjoncteur protégeant le départ « rampe d'accès ».. ( \_\_\_ / 7 pts)**

**2.1** A l'aide du schéma unifilaire partiel de l'installation donné page DTD2, **donner** le repère du disjoncteur protégeant le départ « rampe d'accès ». (1 pt)

---

*Le courant d'emploi circulant dans le câble C6 est de 36,5 A. Le courant de court-circuit triphasé en amont du disjoncteur protégeant le départ « rampe d'accès » est estimé à 13 kA.*

**2.2 Choisir** la référence complète du disjoncteur (avec déclencheur intégré électronique) protégeant le départ « rampe d'accès ». (2 pts)

---



---

**2.3 Proposer** un ou des réglages pour le déclencheur permettant de protéger le départ contre les surcharges. **Justifier** votre réponse. (2 pts)

---



---



---

**2.3 Proposer** un ou des réglages pour le déclencheur permettant de protéger le départ contre les courts-circuits sachant que l'on souhaite que l'appareil coupe à partir d'un courant de défaut estimé à 500 A. (2 pts)

---



---



---

**3. Etude des schémas des liaisons à la terre de l'installation. ( \_\_\_ / 9 pts)**

**3.1 Donner** la signification des 2 lettres T et N de ce type de schémas des liaisons à la terre. (1 pt)

---



---



---

La section du câble  $C_6$  permettant d'alimenter la partie « rampe d'accès » est de  $6 \text{ mm}^2$ , sa longueur 60 m et son âme est en cuivre (voir document DTD2).

**3.2 Indiquer**, au vu des caractéristiques du câble, le type de schéma des liaisons à la terre qui sera mis en œuvre (TN-C ou TN-S). **Justifier** votre réponse. (1 pt)

---



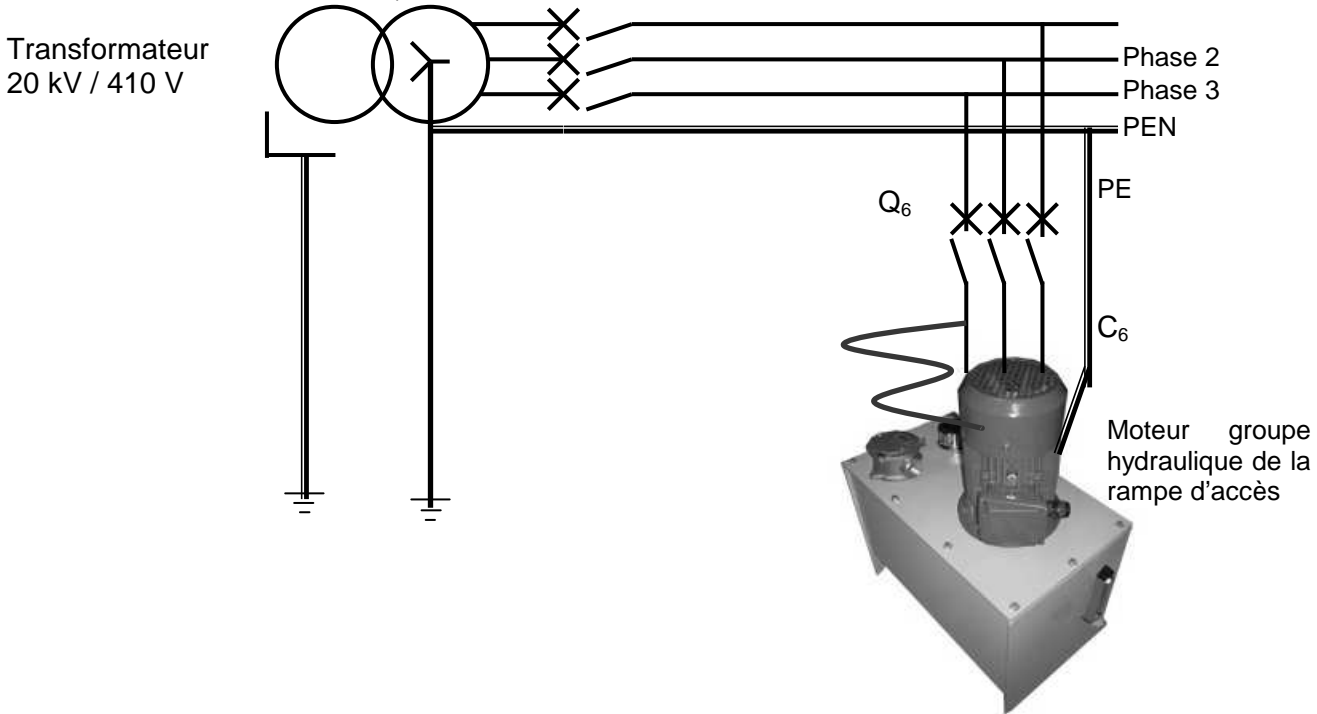
---



---

Un défaut franc apparaît au niveau du moteur du groupe hydraulique de la rampe d'accès. On désire vérifier si le disjoncteur  $Q_6$  assure la fonction de protection lors de ce défaut.

**3.3 Tracer** en vert le parcours du courant de défaut noté  $I_d$  sur le schéma multifilaire simplifié de l'installation ci-dessous. (1 pt)



**Hypothèses retenues pour la suite des questions :**

- Les impédances des lignes jusqu'au disjoncteur  $Q_6$  sont négligées.
- Les impédances des disjoncteurs et des interrupteurs sectionneurs sont négligées (ces organes sont fermés à l'apparition du défaut).
- La tension entre la phase en défaut et le PE ou le PEN à l'origine du circuit, est prise égale à 80% de la tension simple nominale.
- La réactance du câble  $C_6$  sera négligée devant sa résistance.
- La résistivité du cuivre est de  $22,5 \cdot 10^{-3} \Omega \text{mm}^2 / \text{m}$ .
- La résistance de défaut  $R_d$  est considérée comme nulle.

**3.4 Calculer** le courant de défaut et la tension de contact  $U_c$  au niveau du moteur du groupe hydraulique. **Conclure** en justifiant votre réponse si un technicien de maintenance touchant la carcasse du moteur en défaut serait en danger. (6 pts)

---



---



---



---



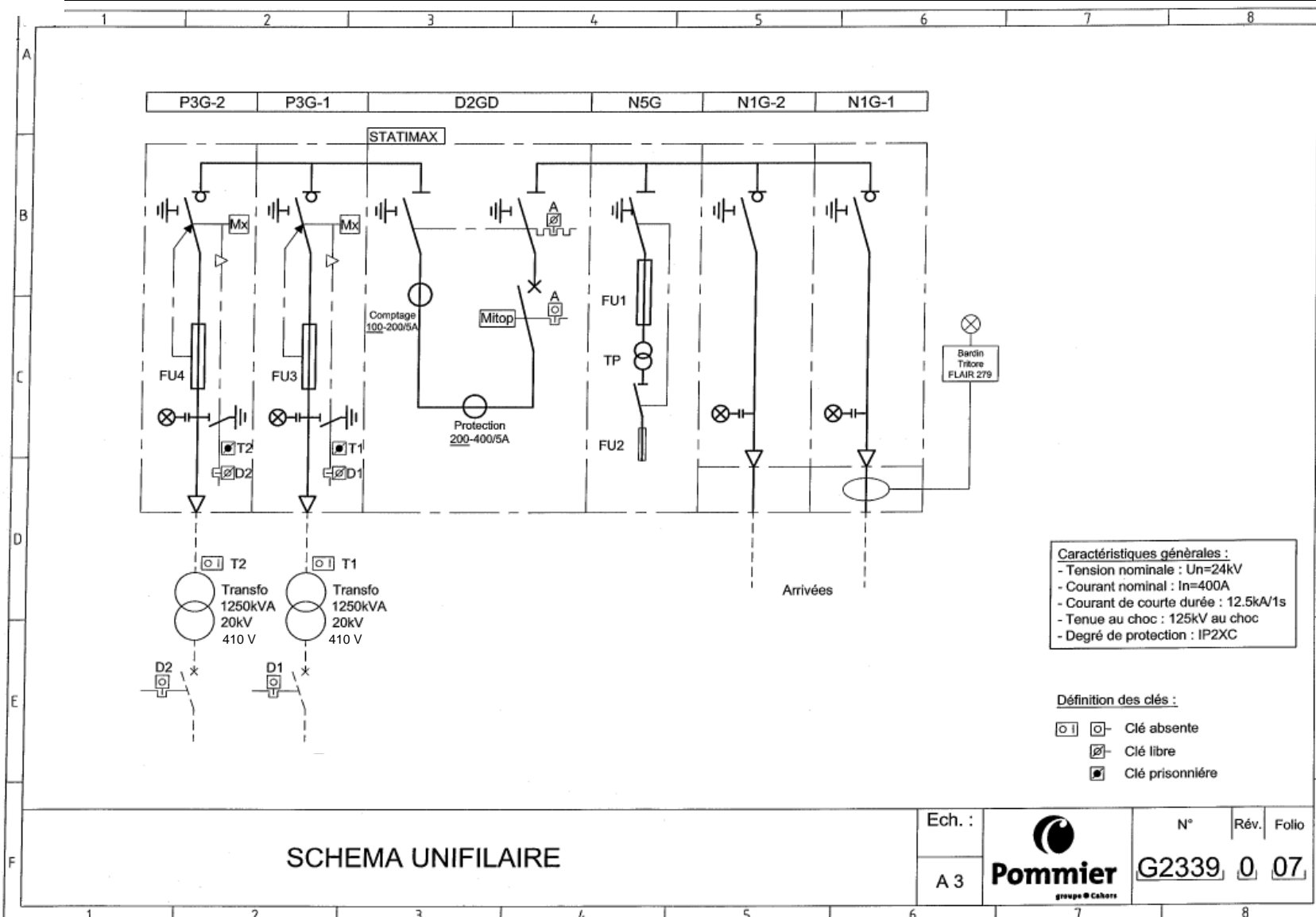
---



---

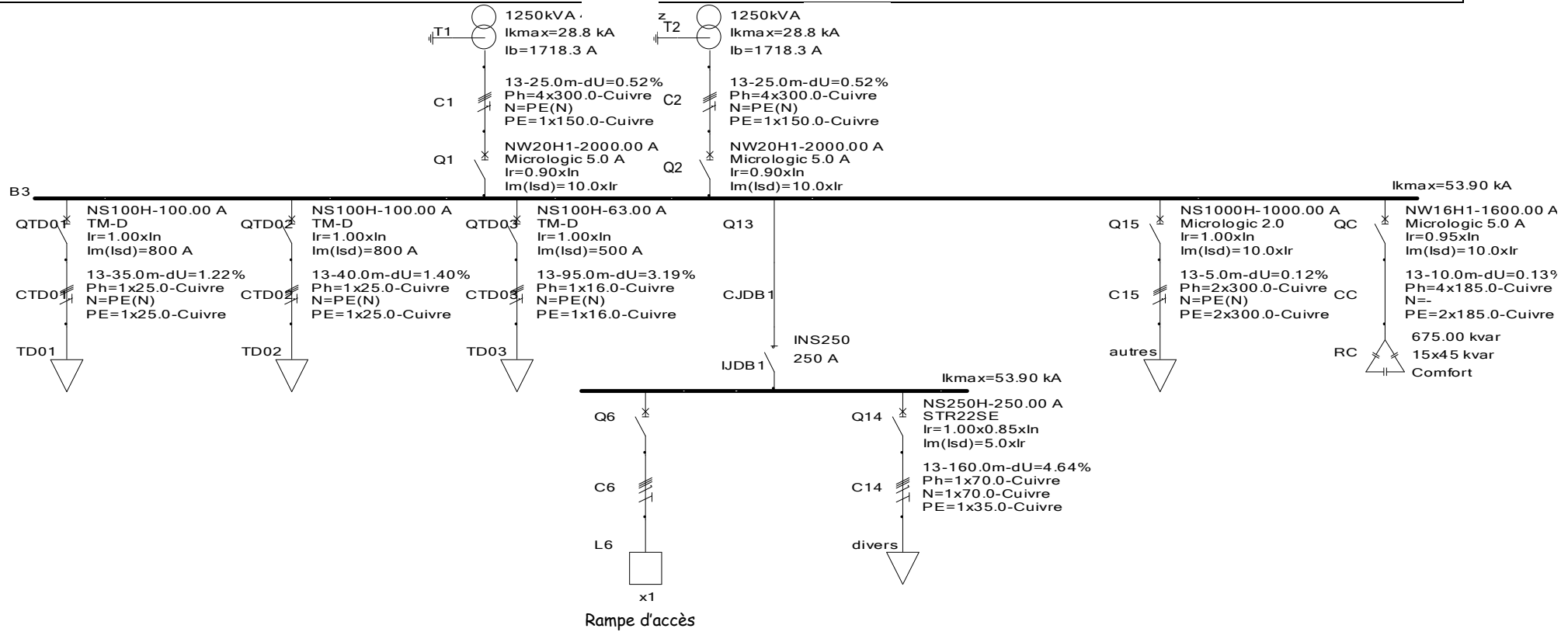
# DOCUMENTATION TECHNIQUE

## Schéma unifilaire d'arrivée



# DOCUMENTATION TECHNIQUE

## Schéma unifilaire partiel de la distribution électrique.

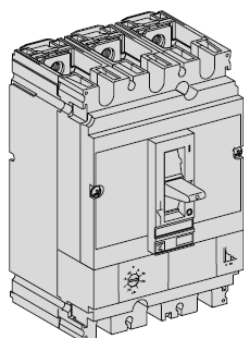


# DOCUMENTATION TECHNIQUE

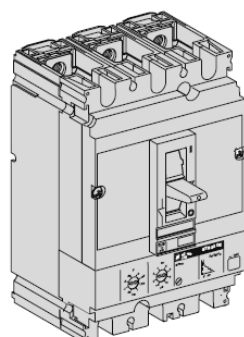
## Disjoncteurs COMPACT NS100

### Disjoncteurs Compact NS100

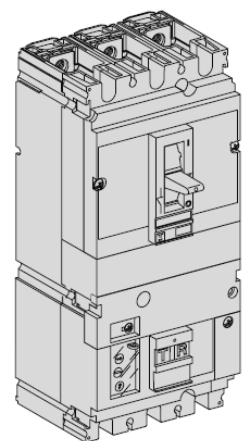
Equipés d'un déclencheur magnétothermique TM-D



Compact avec déclencheur TM-D



Compact avec déclencheur STR



Vigicompact

type	Icu	calibre	2P 2d	3P 3d	4P 3d	4P 4d	4P 3d+Nr
Compact NS100N	36 kA (1)	16	29625	29635	29645	29655	
		25	29624	29634	29644	29654	
		40	29623	29633	29643	29653	
		63	29622	29632	29642	29652	
		80	29621	29631	29641	29651	29661
		100	29620	29630	29640	29650	29660
<b>n</b> Compact NS100SX	50 kA (1)	16		35857	35867	35877	
		25		35856	35866	35876	
		40		35854	35864	35874	
		63		35852	35862	35872	
		80		35851	35861	35871	35881
		100		35850	35860	35870	35880
Compact NS100H	70 kA (1)	16		29675	29685	29695	
		25		29674	29684	29694	
		40		29673	29683	29693	
		63		29672	29682	29692	
		80		29671	29681	29691	29701
		100		29670	29680	29690	29700
Compact NS100L	150 kA (1)	16		29715	29725	29735	
		25		29714	29724	29734	
		40		29713	29723	29733	
		63		29712	29722	29732	
		80		29711	29721	29731	29741
		100		29710	29720	29730	29740

Equipés d'un déclencheur électronique STR22SE

type	Icu	calibre	3P 3d	4P 3d, 4d, 3d+Nr
Compact NS100N	36 kA (1)	40	29772	29782
		100	29770	29780
<b>n</b> Compact NS100SX	50 kA (1)	40	35971	35976
		100	35970	35975
Compact NS100H	70 kA (1)	40	29792	29802
		100	29790	29800
Compact NS100L	150 kA (1)	40	29812	29822
		100	29810	29820

### Disjoncteurs différentiels Vigicompact NS100

Equipés d'un déclencheur magnétothermique TM-D

type	Icu	calibre	3P 3d	4P 3d	4P 4d	4P 3d+Nr
Vigicompact NS100N	36 kA (1)	16	29935	29945	29955	
		25	29934	29944	29954	
		40	29933	29943	29953	
		63	29932	29942	29952	
		80	29931	29941	29951	29961
		100	29930	29940	29950	29960

Vigicompact NS100H/L l'appareil existe seulement sous forme de références séparées

Equipés d'un déclencheur électronique STR22SE

type	Icu	calibre	3P 3d	4P 3d, 4d, 3d+Nr
Vigicompact NS100N	36 kA (1)	40	29972	29982
		100	29970	29980

Vigicompact NS100H/L l'appareil existe seulement sous forme de références séparées

Nota : tension d'alimentation du Vigi : 200/440 V.

(1) Pouvoir de coupure ultime Icu.

	type	N	SX	H	L
CA 50/60 Hz	220/240 V	85	90	100	150
	380/415 V	36	50	70	150
	440 V	35	50	65	130
	500 V	30	36	50	100
	525 V (1)	22	35	35	100
	660/690 V (2)	8	10	10	75
CC	250 V (1P)	50		85	100
	500 V (2P)	50		85	100

(1) Pour les tensions d'emploi > 525 V, les déclencheurs sont spécifiques.

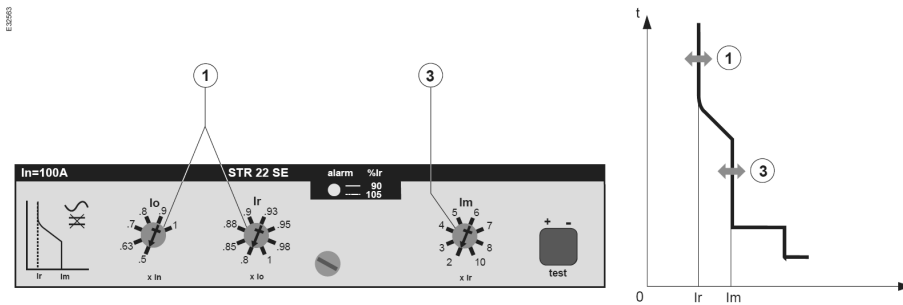
(2) Pour U > 600 V et Icc > 75 kA, utiliser un kit d'isolement.

### Interrupteurs Compact NS100NA

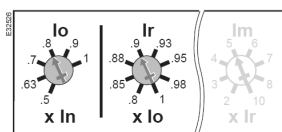
type	2P	3P	4P
Compact NS100NA	29619	29629	29639
bloc Vigi pour NS100NA	29210	29210	29211

# DOCUMENTATION TECHNIQUE

## Déclencheur STR22SE



### déclencheur électronique STR22SE et GE calibre 40, 100, 160, 250 A



#### Protection contre les surcharges par dispositif long retard

STR22SE 40 A		Ir (réglages fins)							
Io (précalibrage)	0.8	0.85	0.88	0.9	0.93	0.95	0.98	1	
0.5	16	17	17,5	18	185	19	19,5	20	
0.63	20	21	22	22,5	23	23,5	24,5	25	
0.7	22,5	24	24,5	25	26	25,5	27,5	28	
0.8	25,5	27	28	29	29,5	30	31	32	
0.9	29	30,5	31,5	32	33,5	34	35	36	
1	32	34	35	36	37	38	39	40	

STR22SE 100 A		Ir (réglages fins)							
Io (précalibrage)	0.8	0.85	0.88	0.9	0.93	0.95	0.98	1	
0.5	40	42,5	44	45	46,5	47,5	49	50	
0.63	50,5	53,5	55,5	57	59	60	62	63	
0.7	56	59,5	61,5	63	65	66,5	68,5	70	
0.8	64	68	70,5	72	74,5	76	78,5	80	
0.9	72	76,5	79	81	83,5	85,5	88	90	
1	80	85	88	90	93	95	98	100	

STR22SE 160 A		Ir (réglages fins)							
Io (précalibrage)	0.8	0.85	0.88	0.9	0.93	0.95	0.98	1	
0.5	64	68	70,5	72	74,5	76	78,5	80	
0.63	81	86	89	91	94	96	99	101	
0.7	89,5	95	98,5	101	104	106,5	110	112	
0.8	102,5	109	112,2	115	119	121,5	125,5	128	
0.9	115	122,5	127	129,5	134	137	141	144	
1	128	136	141	144	149	152	157	160	

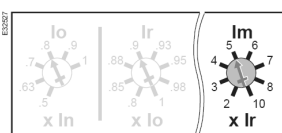
STR22SE 250 A		Ir (réglages fins)							
Io (précalibrage)	0.8	0.85	0.88	0.9	0.93	0.95	0.98	1	
0.5	100	106	110	112,5	116	119	122,5	125	
0.63	126	134	138,5	142	146,5	150	154	157,5	
0.7	140	149	154	157,5	163	166	171,5	175	
0.8	160	170	176	180	186	190	196	200	
0.9	180	191	198	202,5	209	214	220,5	225	
1	200	212,5	220	225	232,5	237,5	245	250	

Ex : In **160 A**

Io 0.5 0.63 0.7 **0.8** 0.9 1  
précalibrage **128 A**

Ir 0.8 0.85 0.88 **0.9** 0.93 0.95 0.98 1

**Ir = 128 A x 0.9 = 115 A**



#### Protection contre les courts circuits par dispositif court retard

Avec un déclencheur électronique, le seuil de la protection court retard dépend du réglage de la protection long retard.

Ex : In **160 A**

Io 0.5 0.63 0.7 **0.8** 0.9 1

Ir 0.8 0.85 0.88 **0.9** 0.93 0.95 0.98 1

**Ir = 128 A x 0.9 = 115 A**

Im 2 3 4 **5** 6 7 8 10

**Im = 115 A x 5 = 575 A**

L'appareil déclenche instantanément lorsque le courant dépasse 575 A.

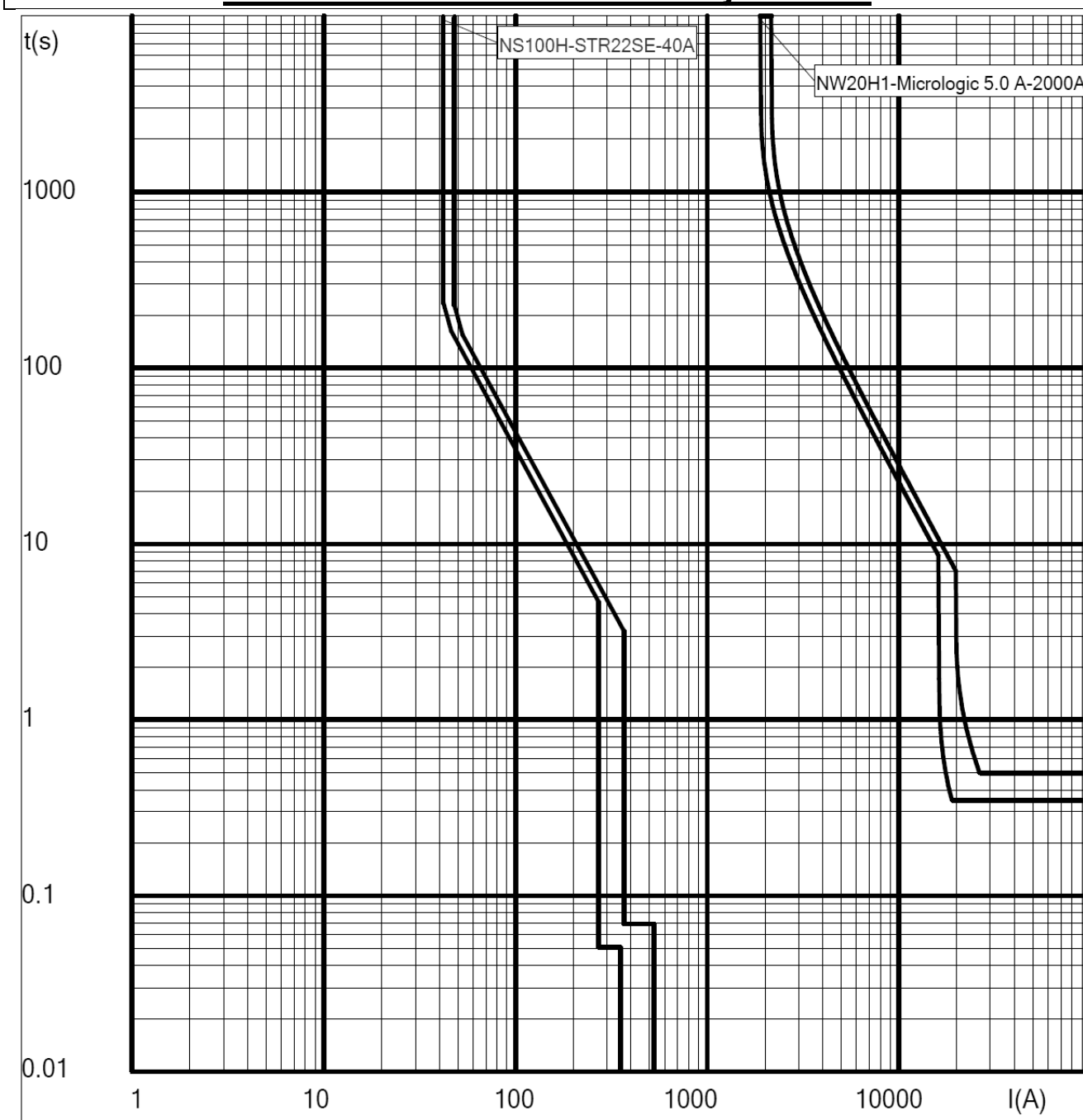
## DOCUMENTATION TECHNIQUE

### Temps de coupure maximal pour les circuits terminaux.

Selon la tension nominale entre phase et neutre  $U_0$ , le temps de coupure maximal du tableau ci-dessous doit être appliqué à tous les circuits terminaux (d'après la norme UTE C 15-100)

Temps de coupure (s)	$50 \text{ V} \leq U_0 \leq 120 \text{ V}$		$120 \text{ V} \leq U_0 \leq 230 \text{ V}$		$230 \text{ V} \leq U_0 \leq 400 \text{ V}$		$U_0 > 400 \text{ V}$	
	alternatif	continu	alternatif	continu	alternatif	continu	alternatif	continu
Schéma TN ou IT	0,8	5	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1
Schéma TT	0,3	5	0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1

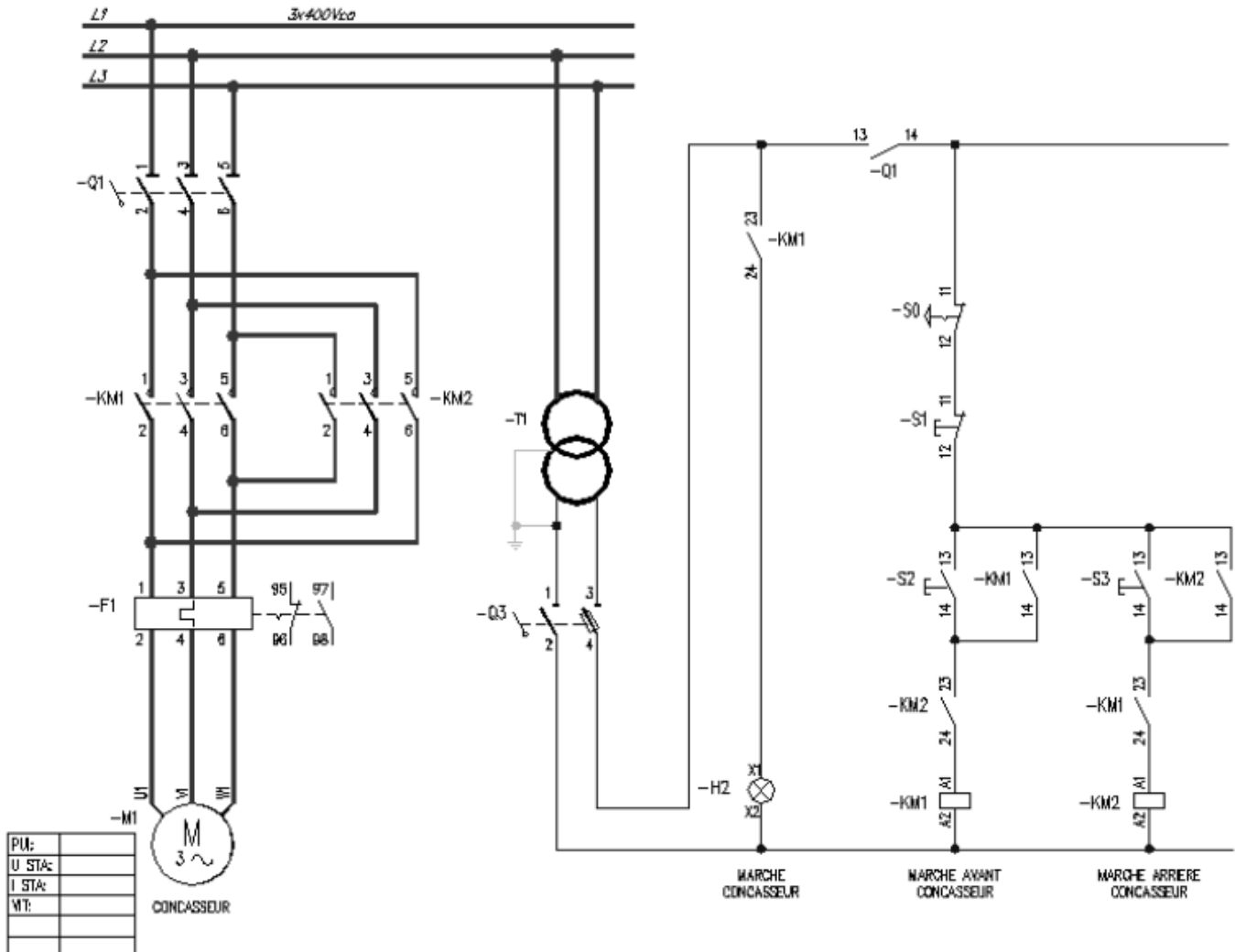
### Courbe de déclenchement disjoncteur.





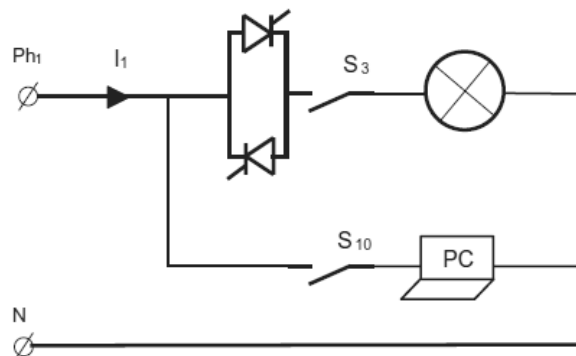
## Partie 4 : schéma de puissance et commande moteur asynchrone. ( / 4 pts)

☞ A partir du schéma de puissance et de commande du concasseur donné ci-dessous, **préciser** où se situent les 8 erreurs en proposant une solution ou en annotant le schéma. ( / 4 pts)



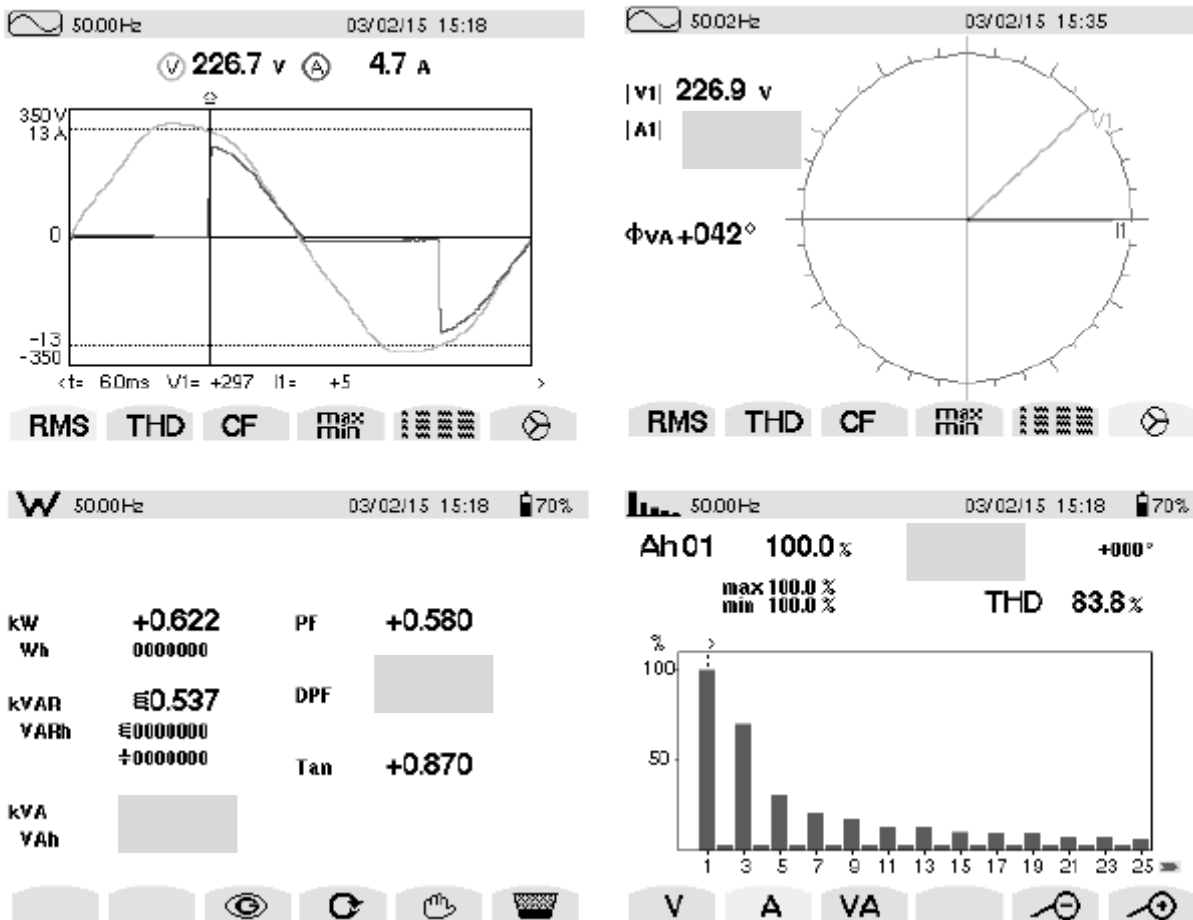
## Partie 5 : Eclairage par gradateur à angle de phase. ( / 7 pts)

Soit le schéma de principe suivant :



On considère que S3 est fermé et S10 est ouvert.

Des relevés sont effectués à l'aide d'un analyseur de réseau.



5.1 A partir des relevés, calculer les valeurs de  $S$ , DPF et  $I_{h1}$ . (1,5 pts)

---



---



---

5.2 Expliquer pourquoi les valeurs de  $I_{h1}$  et  $I_{rms}$  sont différentes. (2 pts)

---



---



---

5.3 Conclure quant à l'influence de ce type de charge sur le réseau électrique. (forme et nature du courant absorbé, THDI, présence de puissance réactive, valeur de DPF, PF...). (3,5 pt)

---



---



---



---



---

