

**EXAMEN FINAL (SUJET)  
CONCEPTION & DIMENSIONNEMENT  
DES RESEAUX ELECTRIQUES INDUSTRIELS**

**RECOMMANDATIONS GENERALES**

Vérifier que le sujet comporte 17 pages.

L'épreuve est à traiter obligatoirement sur ce sujet, aux endroits prévus à cet effet.

Le candidat utilise les notations propres au sujet, présente clairement ses calculs et encadre les résultats attendus.

Le passage d'une forme littérale à son application numérique se fait dans le respect de la position de chaque grandeur exprimée. Le résultat numérique est donné avec son unité.

Le(s) correcteur(s) apprécie(nt) une copie soignée et rédigée lisiblement.

Si le texte du sujet, de ses questions ou de ses documents techniques, conduit le candidat à formuler une ou plusieurs hypothèses, il lui est demandé de la (ou les) mentionner explicitement dans sa copie.

L'évaluation concerne principalement les chapitres vus en ER40 suivants :

- Architecture des réseaux HT
- Cellules HTA
- Calcul des Icc en HT
- Compensation d'énergie réactive
- Régime de neutre BT

Notation : épreuve évaluée sur un total de 40pts, ramenée à une notation sur 20.

Coefficient de l'épreuve finale : 2

Remarque : la note Caneco est au coefficient 1 et le partiel au coefficient 1.

Matériel autorisé : calculatrice de poche alphanumérique ou à écran graphique à fonctionnement autonome sans imprimante.

Objectifs de l'épreuve :

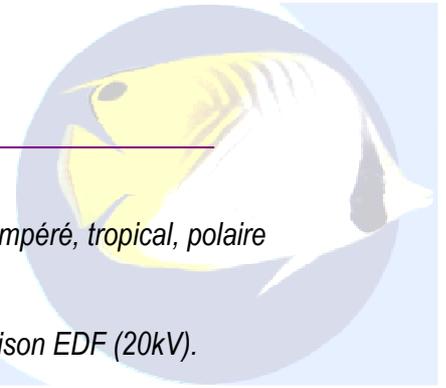
*L'épreuve permet d'évaluer :*

- les connaissances scientifiques et techniques du candidat ;
- la pertinence et la cohérence des solutions proposées ;
- la rigueur du vocabulaire technique, le respect des normes et conventions de représentation ;
- la clarté et la rigueur de l'expression écrite et de la composition.

*Nota : la partie concernant Océanopolis est inspirée de l'installation réelle du site, mais a été adaptée pour les besoins du sujet.*

**NOM :** \_\_\_\_\_

## **OCEANOPOLIS (AQUARIUM DE BREST)**



Océanopolis est un parc regroupant :

- des espaces de visite comprenant 3 pavillons thématiques : tempéré, tropical, polaire
- des espaces de services : restaurants, bars et boutiques

L'alimentation électrique du parc est réalisée au travers d'un poste de livraison EDF (20kV).

Ce poste, situé en limite de propriété du parc, est constitué de 7 cellules :

- 2 cellules « arrivée interrupteur » (IM) ; arrivée en coupure d'artère (boucle ouverte)
- 1 cellule « transformateur de tension » (CM) ; le transformateur de tension ayant un double secondaire, le premier pour le comptage et le second servant de référence tension
- 1 cellule « général double sectionnement » (DM2)
- 1 cellule « départ interrupteur » (IM) ; alimentation secours par un groupe électrogène
- 2 cellules « départ interrupteur-fusibles » (QM) ; alimentation normale des 2 TGBT du parc

En cas de défaillance de l'alimentation EDF, Océanopolis a prévu de pouvoir réalimenter le parc, sans délestage, au travers de 3 groupes électrogènes (G.E.) redondants.

Pour ce faire, Océanopolis a créé un local G.E. intégrant les 3 groupes électrogènes ainsi qu'un poste « G.E. » 20kV constitué de 7 cellules :

- 3 cellules « arrivée interrupteur » (IM) ; ils permettent le raccordement des 3 G.E. Ces interrupteurs sont motorisés.
- 1 cellule « transformateur de tension » (CM)
- 1 cellule « général double sectionnement » (DM2)
- 1 cellule « départ interrupteur » (IM) ; alimentation secours du poste de livraison
- 1 cellule « départ interrupteur-fusibles » (QM) ; alimentation secours des 2 TGBT du parc

Modes de fonctionnement (**voir unifilaire général en DT03**) :

**A/ Mode d'exploitation normal** : le réseau EDF 20kV est présent et alimente l'ensemble du parc au travers du poste de livraison et des transformateurs PT<sup>1</sup> et PP<sup>2</sup>.

**B/ Mode d'exploitation secours** : le réseau EDF 20kV est absent et un des groupes est démarré (un commutateur 3 positions précise le groupe prioritaire), connecté au poste de livraison par les cellules 06CN et 15CN, et reprend l'alimentation du parc au travers des transformateurs PT et PP.

**C/ Retour au mode d'exploitation normal** : le parc est alimenté par un G.E. et le réseau EDF redevient présent. Au bout d'une temporisation t, le groupe est synchronisé avec le réseau EDF et couplé. Le groupe est arrêté après son transfert de charge sur le réseau EDF.

**D/ Mode de maintenance d'un transformateur (PT ou PP)** : Lorsqu'une maintenance du ou des transformateurs PT et/ou PP est prévue, l'alimentation du/des TGBT concerné(s) est réalisée au travers du transformateur de secours S<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Transfo PT : transformateur assurant l'alimentation du pavillon tropical (mode normal)

<sup>2</sup> Transfo PP : transformateur assurant l'alimentation des pavillons polaire et tempéré (mode normal)

<sup>3</sup> Transfo S : transformateur assurant l'alimentation des 3 pavillons (mode maintenance)

## EXAMEN FINAL ER40 - 22/06/2010

01/ Définir les termes « délestage » et « redondant ».

2 pt(s)

02/ A quoi servent les relais « Bardin » installés sur les deux arrivées interrupteurs 20kV d'EDF ?

2 pt(s)

03/ Comment peut-on expliquer, d'un point de vue technique, l'intérêt de la mise en place systématique de sectionneurs de terre dans les cellules HTA ?

2 pt(s)

04/ Quel est l'avantage d'avoir des cellules « interrupteur à commande motorisée » plutôt que des cellules « interrupteur à commande manuelle » d'un point de vue de l'exploitation du parc ?

2 pt(s)

05/ Les groupes électrogènes sont des groupes BT de 2 000kVA unitaire. Pour leur connexion sur le réseau 20kV, un transformateur 400/20 000V de 2 000kVA est associé à chaque groupe. Calculer le courant nominal d'un transformateur côté 400V, puis côté 20kV.

2 pt(s)

## EXAMEN FINAL ER40 - 22/06/2010

1 pt(s)

06/ Pour quelle utilisation la mesure de la référence tension est-elle réalisée côté réseau EDF et côté groupes électrogènes (cellules 04CN & 13CN) ?

4 pt(s)

07/ Réaliser le schéma multifilaire de puissance des cellules 13CN et 14CN (document réponse DR1 à compléter) en y intégrant également le câblage du compteur d'énergie du poste de livraison.

2 pt(s)

08/ Donner la désignation exacte des cellules 16CN et 17CN suivant la méthode proposée par le fabricant (voir DT01).

3 pt(s)

09/ Le document DT02 précise les conditions à vérifier pour déterminer le calibre des fusibles à utiliser dans les cellules interrupteur-fusibles afin de protéger efficacement le transformateur placé en aval. Après avoir calculé le courant nominal du transformateur, et à l'aide de ces conditions, définir le calibre des fusibles à utiliser pour les cellules 16CN et 17CN. En déduire leur référence exacte.  
On considérera que le courant de court-circuit maximal après le transformateur est de 19,25kA.

## EXAMEN FINAL ER40 - 22/06/2010

3 pt(s)

10/ On considère le mode d'exploitation secours (voir description plus haut) On considère que le groupe 2 alimente l'installation.

La tension revient côté EDF et est considérée comme stable. Pour revenir au mode d'exploitation normal, on synchronise temporairement le groupe 2 avec le réseau EDF.

On considère qu'un défaut (court-circuit triphasé) apparaît à ce moment précis à l'extrémité de la liaison L1 (point F1), c'est à dire lorsque que le réseau EDF et le groupe 2 sont couplés (cas défavorable).

Réaliser le schéma équivalent direct de cette situation (impédances des disjoncteurs, interrupteurs et des jeux de barres à négliger, seules les impédances des équipements et des liaisons sont à considérer).

3 pt(s)

11/ Déterminer l'impédance équivalente  $Z_d$  vue du point F1. On pourra négliger l'effet des résistances et ne conserver que les réactances.

Nota : les formules pour calculer les impédances des différents éléments sont donnés en DT03.

1 pt(s)

12/ Sachant qu'un courant de court-circuit triphasé max est déterminé à partir de la relation :

$$I_{cc3\max} = \frac{c_{\max} \cdot U_n}{|Z_d| \cdot \sqrt{3}} \quad \text{avec : } c_{\max} = 1,05 \text{ en BT et } 1,1 \text{ en HT}$$

Calculer la valeur de  $I_{cc3\max}$  au point F1.

## EXAMEN FINAL ER40 - 22/06/2010

1 pt(s)

13/ En combien de temps le fusible va-t-il fondre (DT02) ?

2 pt(s)

14/ La liaison L1 est-elle correctement dimensionnée vis-à-vis de la tenue aux courts-circuits ?

On utilisera la relation :  $S \geq \frac{I_{cc \max} \sqrt{t_f}}{K}$

Avec :  $S$ , la section du câble (en  $mm^2$ )

$I_{cc \max}$ , le courant de court-circuit maximal (en A)

$t_f$ , le temps de fusion du fusible (en s)

$K$ , coefficient égal à 143 pour une âme en cuivre et 94 pour une âme en aluminium.

3 pt(s)

15/ Après plusieurs années d'exploitation du parc, une analyse de la facture EDF est réalisée. On y constate que, des pénalités sont régulièrement facturées pour dépassement de consommation en puissance réactive. Il a donc été décidé de rajouter un jeu de batteries de condensateurs BT sur le TGBT Polaire » afin de relever le  $\cos \phi$  de ce TGBT à 0,96.

Déterminer la puissance de la batterie de condensateurs à utiliser sur le TGBT polaire (voir DT04), sachant que le bilan de puissance à considérer est le suivant :

$P = 500kW$  et  $Q = 500kVAR$

## EXAMEN FINAL ER40 - 22/06/2010

3 pt(s)

16/ Proposer la référence du disjoncteur -Q101 (arrivée BT) en justifiant votre choix (calibre, nombre de pôles, pouvoir de coupure).

Nota 1 : pour calculer le courant de court-circuit maximal en aval d'un transformateur, on pourra utiliser la relation simplifiée suivante :  $I_{cc} = I_n / u_{cc}$

Nota 2 : le régime de neutre côté BT est un régime TN-S avec neutre distribué.

Nota 3 : le disjoncteur retenu aura un déclencheur micrologique 2.0A.

17/ La distribution BT est réalisée suivant le principe d'un régime TN-C.

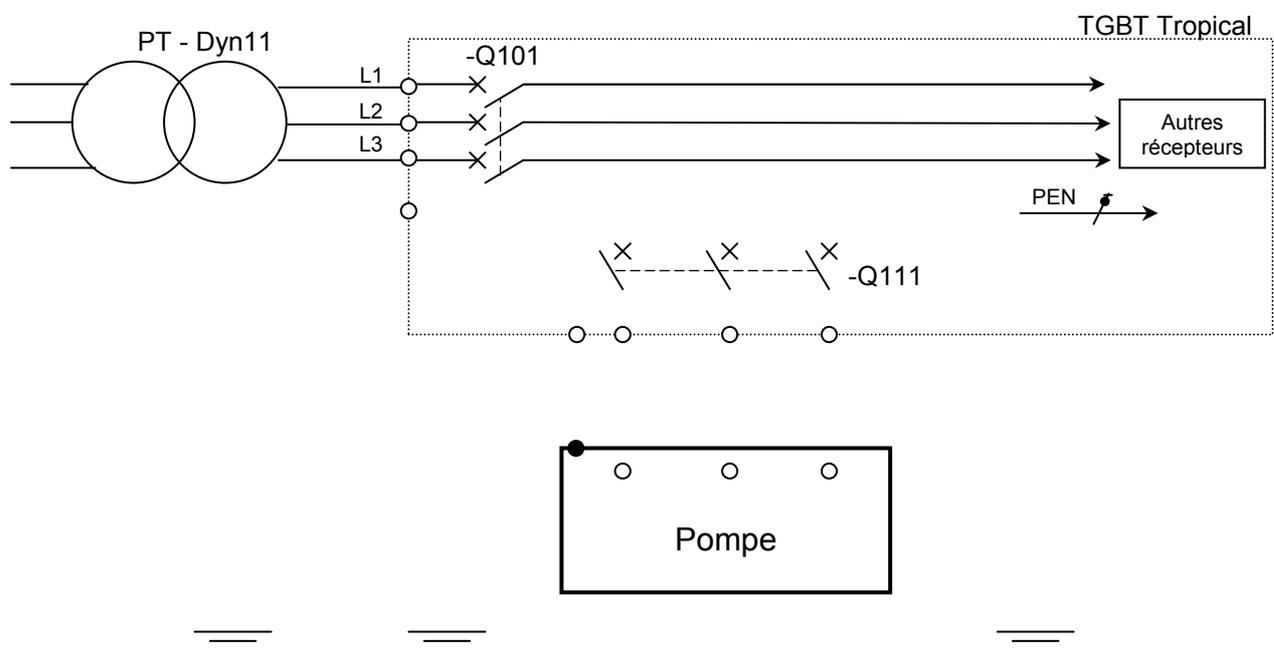
2 pt(s)

17a/ Compléter le schéma ci-dessous avec les éléments suivants :

- couplage du transformateur et mise à la terre éventuelle du point neutre
- alimentation de la pompe dans le respect du régime de neutre considéré

2 pt(s)

17b/ On considère qu'un défaut apparaît entre la phase 3 et la carcasse métallique de la pompe. Compléter ci-dessous, en rouge, le schéma de la boucle de défaut correspondante.



## EXAMEN FINAL ER40 - 22/06/2010

DT01a : Cellules de la gamme SF6 de 1 à 24kV (caractéristiques électriques)

### Des cellules pour toutes les fonctions



#### application

La gamme **SM6** est composée d'unités fonctionnelles utilisées jusqu'à 24 kV pour la réalisation des tableaux MT :

- des postes MT/BT de **distribution publique**
- des postes MT de **livraison** ou de **répartition** mixtes ou privés.

Cette gamme est constituée de **cellules modulaires** à pas réduit, équipées d'appareillage à coupure dans le SF6 :

- interrupteur-sectionneur
- disjoncteur Fluarc SF6
- contacteur Rollarc
- sectionneur.

Conçues pour des installations intérieures, les cellules SM6 bénéficient de **dimensions réduites** :

- largeurs 375 mm à 750 mm
- hauteur 1600 mm
- profondeur au sol 840 mm.

Au-delà de ses performances techniques, la gamme SM6 satisfait aux exigences imposées par la protection des personnes et la sécurité des matériels.

#### normes

Les cellules de la gamme SM6 répondent aux recommandations, normes et spécifications suivantes :

- recommandations IEC 298, 265, 129, 64, 420, 56.
- normes UTE NF C13-100, C13-200, C64-130, C64-160.
- spécifications EDF HN 64-S-41 , 64-S-43.

#### désignation d'une cellule

les cellules SM6 sont identifiées par un symbole indiquant :

- **le type** (IM ; QM ; DM1 ; CM ; DM2 ; .....)
- **le courant assigné** de l'appareil (400 ou 630 A)
- **la tension assignée** (7,2 ; 12 ; 17,5 ; 24 kV)
- **le courant de courte durée maximal admissible** (12,5 ; 16 ; 20 ; 25 kAeff - 1s)

#### exemple

Cellule SM6 : **IM 400 - 24 - 12,5**

- **IM** désigne une cellule "arrivée" ou "départ" par interrupteur sans TC.
- **400** désigne le courant assigné (400 A)
- **24** désigne la tension assignée (24 kV)
- **12,5** désigne le courant de courte durée maximal admissible (12,5 kAeff - 1s)

# EXAMEN FINAL ER40 - 22/06/2010

DT01b : Cellules de la gamme SF6 de 1 à 24kV (caractéristiques électriques) - suite

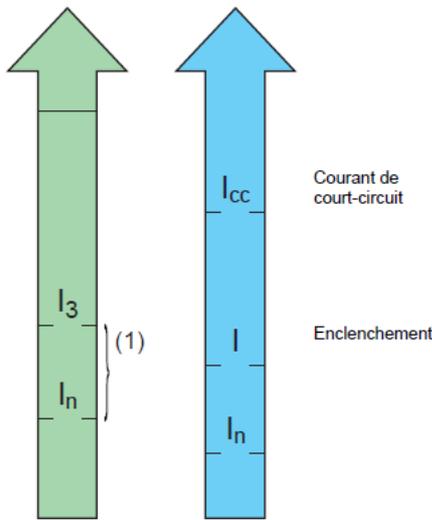
cellule SM6		pour la protection																											
Type		PM				QM				QMC				QMB				DM1-A				DM1-D				DM2			
Largeur (mm)		375				375				625				375				750				750				750			
fonction		Interrupteur fusibles associés				Combiné interrupteur fusibles (sans TC)				Combiné interrupteur fusibles (avec TC)				Combiné interrupteur fusibles (départ droite ou gauche)				Disjoncteur simple sectionnement				Disjoncteur simple sectionnement (départ droite ou gauche)				Disjoncteur double sectionnement (départ droite ou gauche)			
Tension assignée (kV 50/60 Hz)		7,2	12	17,5	24	7,2	12	17,5	24	7,2	12	17,5	24	7,2	12	17,5	24	7,2	12	17,5	24	7,2	12	17,5	24				
Niveau d'isolement	kVeff – 1min	isolement				isolement				isolement				isolement				isolement				isolement				isolement			
	sectionnement	23	32	45	60	23	32	45	60	23	32	45	60	23	32	45	60	23	32	45	60	23	32	45	60	23	32	45	60
	kV choc 1,2/50µs	isolement				isolement				isolement				isolement				isolement				isolement				isolement			
	sectionnement	70	85	110	145	70	85	110	145	70	85	110	145	70	85	110	145	70	85	110	145	70	85	110	145	70	85	110	145
Calibre du jeu de barre (A)	400	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	630	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	1250	■	■	■	■	■(3)	■(3)	■(3)	■(3)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Courant assigné de la cellule Ia (A)	50																												
	200	■	■	■	■	■	■	■	■																				
	250																												
	400													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Courant de courte durée maximal Admissible Ith (kAeff – 1s)	50																												
	200	25	25	20	20	25	25	20	20																				
	250																												
	400													12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Pouvoir de coupure maximal de l'appareil	630													25	20	20	20	25	20	20	20	25	20	20	20	25	20	20	16
	1250													25	25	20	20	25	25	20	20	25	25	20	20	25	25	20	16
	en réseau (kAeff)	25	25	20	20	25	25	20	20					25	25	20	20	25	25	20	20	25	25	20	20	25	25	20	20
	de transfo à vide (A)	16	16	16	16	16	16	16	16					16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Pouvoir de fermeture de l'appareil	de câbles à vide (A)	25	25	25	25	25	25	25	25					25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	en réseau (kAeff)	62,5	62,5	50	50	62,5	62,5	50	50					2,5 Ith				50	50	50	40	50	50	50	40	50	50	50	40
de l'appareil	de transfo à vide (A)	40	40	40	40	40	40	40	40					40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

*Fusibles*

**Guide de sélection et d'utilisation**

**Généralités**

**Protection des transformateurs**



(1) Dans cette zone de courant, toute surcharge doit être éliminée par les dispositifs de protection BT ou par un interrupteur MT équipé d'un relais de surintensité.

**Généralités**

Selon leurs caractéristiques propres, les différents types de fusibles (Fusarc CF, Soléfuse, Tépéfuse et MGK) garantissent une réelle protection à une large variété d'équipements de moyenne et haute tension (transformateurs, moteurs, condensateurs).

Il est de la plus haute importance de garder toujours à l'esprit les points suivants :

- Un du fusible doit être égale ou plus élevée que la tension du réseau.
- I1 du fusible doit être égale ou plus élevée que le court-circuit du réseau.
- les caractéristiques de l'équipement à protéger doivent toujours être prises en considération.

**Protection des transformateurs**

Un transformateur impose trois contraintes principales à un fusible. C'est pourquoi, les fusibles doivent être capables de :

- ... résister sans fusion intempestive à la crête de courant de démarrage qui accompagne l'enclenchement du transformateur.

Le courant de fusion du fusible à 0,1 s doit être plus élevé que 12 fois l'intensité nominale du transformateur.

$$I_f(0,1\text{ s}) > 12 \times I_n \text{ transfo.}$$

- ... couper les courants de défaut aux bornes du secondaire du transformateur

Un fusible assigné à la protection d'un transformateur doit éviter, en coupant avant, que le court-circuit prévu pour ce transformateur ( $I_{cc}$ ) puisse endommager celui-ci.

$$I_{cc} > I_f(2\text{ s})$$

- ... supporter le courant en service continu ainsi que d'éventuelles surcharges

Afin d'y parvenir, l'intensité nominale du fusible doit être supérieure à 1,4 fois l'intensité nominale du transformateur.

$$I_n \text{ fusible} > 1,4 I_n \text{ transfo.}$$

**Choix du calibre**

Afin de choisir correctement l'intensité nominale du fusible pour la protection du transformateur, il faut savoir et prendre en considération :

- les caractéristiques du transformateur :

- puissance (P en kVA),
- tension de court-circuit ( $U_{cc}$  en %),
- intensité nominale.

- les caractéristiques des fusibles :

- caractéristiques temps/courant ( $I_f 0,1\text{s}$  et  $I_f 2\text{s}$ ),
- courant nominal minimal de coupure ( $I_3$ ).

- les conditions d'installation et d'exploitation :

- à l'air libre, en cellule ou dans des puits fusibles,
- présence ou pas de surcharges permanentes.
- Intensité de court-circuit au niveau de l'installation
- usage interne ou externe

# EXAMEN FINAL ER40 - 22/06/2010

DT02b : Fusibles FUSARC

Fusibles

## Fusarc CF

### Références et caractéristiques

Référence	Tension nominale (kV)	Tension de service (kV)	Courant nominal (A)	Courant max. de coupure I1 (kA)	Courant min. de coupure I3 (A)	Résistance à froid* (mΩ)	Puissance dissipée (W)	Longueur (mm)	Diamètre (mm)	Masse (kg)						
757372 AR	3,6	3/3,6	250	50	2,000	0,6	58	292	86	3,4						
51311 006 MO	7,2	3/7,2	4	63	20	762	20	192	50,5	1						
51006 500 MO			6,3		36	205	12									
51006 501 MO			10		34	102	14									
51006 502 MO			16		46	68,5	26									
51006 503 MO			20		55	53,5	32									
51006 504 MO			25		79	36,4	35									
51006 505 MO			31,5		101	26	42									
51006 506 MO			40		135	18	46									
51006 507 MO			50		180	11,7	44									
51006 508 MO			63		215	8,4	52									
51006 509 MO			80		280	6,4	68									
51006 510 MO			100		380	5,5	85									
757352 BN			125		650	3,4	88									
757352 BP			160		1,000	2,2	87									
757352 BQ	200	1,400	1,8	95												
757374 BR	250	2,200	0,9	95	442	86	3,4									
51311 007 MO	12	6/12	4	63	20	1143	27	292	50,5	1,2						
51006 511 MO			6,3		36	319	16									
51006 512 MO			10		34	158	18									
51006 513 MO			16		46	106	37									
51006 514 MO			20		55	82	42									
51006 515 MO			25		79	56	52									
51006 516 MO			31,5		101	40	59									
51006 517 MO			40		135	28	74									
51006 518 MO			50		180	17,4	70									
51006 519 MO			63		215	13,8	82									
51006 520 MO			80		280	10	102									
51006 521 MO			100		380	8	120									
757364 CN			125		650	5,3	143									
757354 CP			160		1,000	3,5	127									
757354 CQ	200	1,400	2,7	172	442	86	5									
51006 522 MO	17,5	10/17,5	10	40	34	203	23	292	50,5	1,2						
51006 523 MO			16		46	132	47									
51006 524 MO			25		79	71	72									
51006 525 MO			31,5		101	51	78									
51006 526 MO			40		135	35	90									
51311 008 MO			4		20	1436	34									
51006 527 MO			6,3		36	402	21									
51006 528 MO			10		34	203	25									
51006 529 MO			16		46	132	46									
51006 530 MO			20		55	103	52									
51006 531 MO			25		79	71	66									
51006 532 MO			31,5		101	51	74									
51006 533 MO			40		135	35	94									
51006 534 MO			50		180	22	93									
51006 535 MO	63	215	19,4	121												
51006 536 MO	80	330	13,5	145												
51006 537 MO	100	450	11	192	367	76	3,9									
51311 009 MO	24	10/24	4	40	20	1436	34	442	50,5	1,7						
51006 538 MO			6,3		36	485	25									
51006 539 MO			10		34	248	31									
51006 540 MO			16		46	158	58									
51006 541 MO			20		55	123	67									
51006 542 MO			25		79	85	79									
51006 543 MO			31,5		101	61	96									
51006 544 MO			40		135	42	119									
51006 545 MO			50		180	31,5	136									
51006 546 MO			63		215	22,8	144									
51006 547 MO			80		300	18	200									
51006 548 MO			100		450	13,5	240				76	4,5				
51311 010 MO			36		20/36	4	20				20	2109	51	537	50,5	1,9
51006 549 MO						6,3					36	750	39			
51006 550 MO	10	34		380		50										
51006 551 MO	16	46		252		98										
51006 552 MO	20	58		197		120										
51006 553 MO	25	79		133		133										
51006 554 MO	31,5	101		103		171										
51006 555 MO	40	135		70		207										
51006 556 MO	50	200		47		198										
51006 557 MO	63	250		35		240		86	6,5							

\*Les résistances sont données à ± 10 % pour une température de 20 °C.

\* Les fusibles > 100 A . d'intensité nominale, on fabrique en fibre de verre pour utilisation intérieure.

\*Pour les fusibles sans percuteur thermique, veuillez contacter notre service commercial.

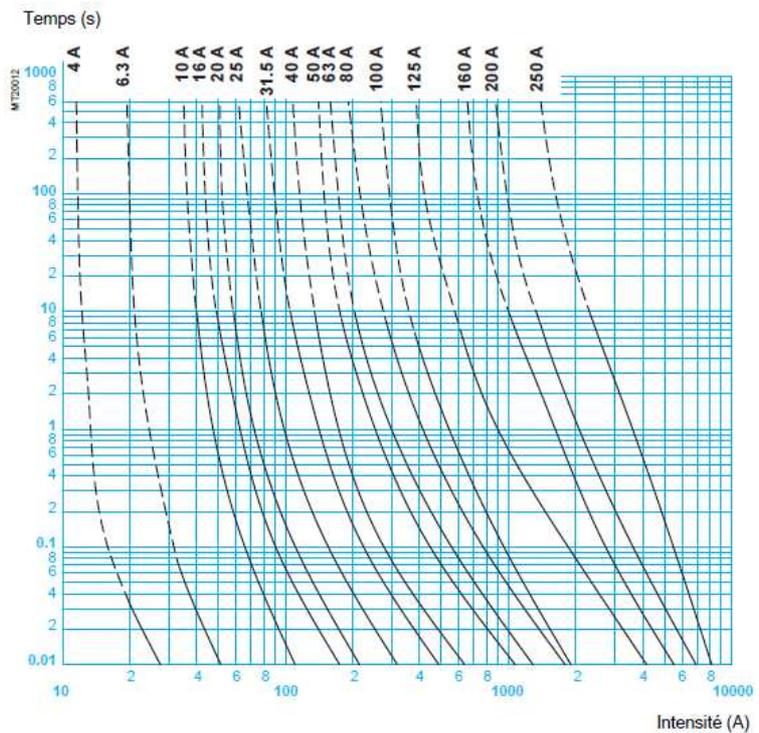
Tableau n°1

Annexes

**Fusibles Fusarc CF**

Courbes de fusion et de limitation

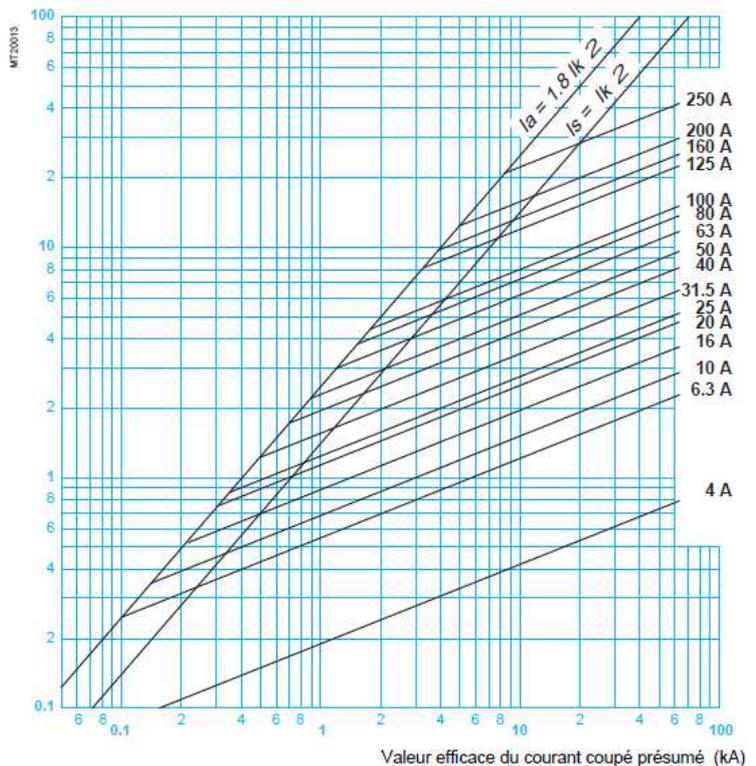
**Courbes de fusion 3,6 - 7,2 - 12 - 17,5 - 24 kV**



**Courbes de limitation 3,6 - 7,2 - 12 - 17,5 - 24 kV**

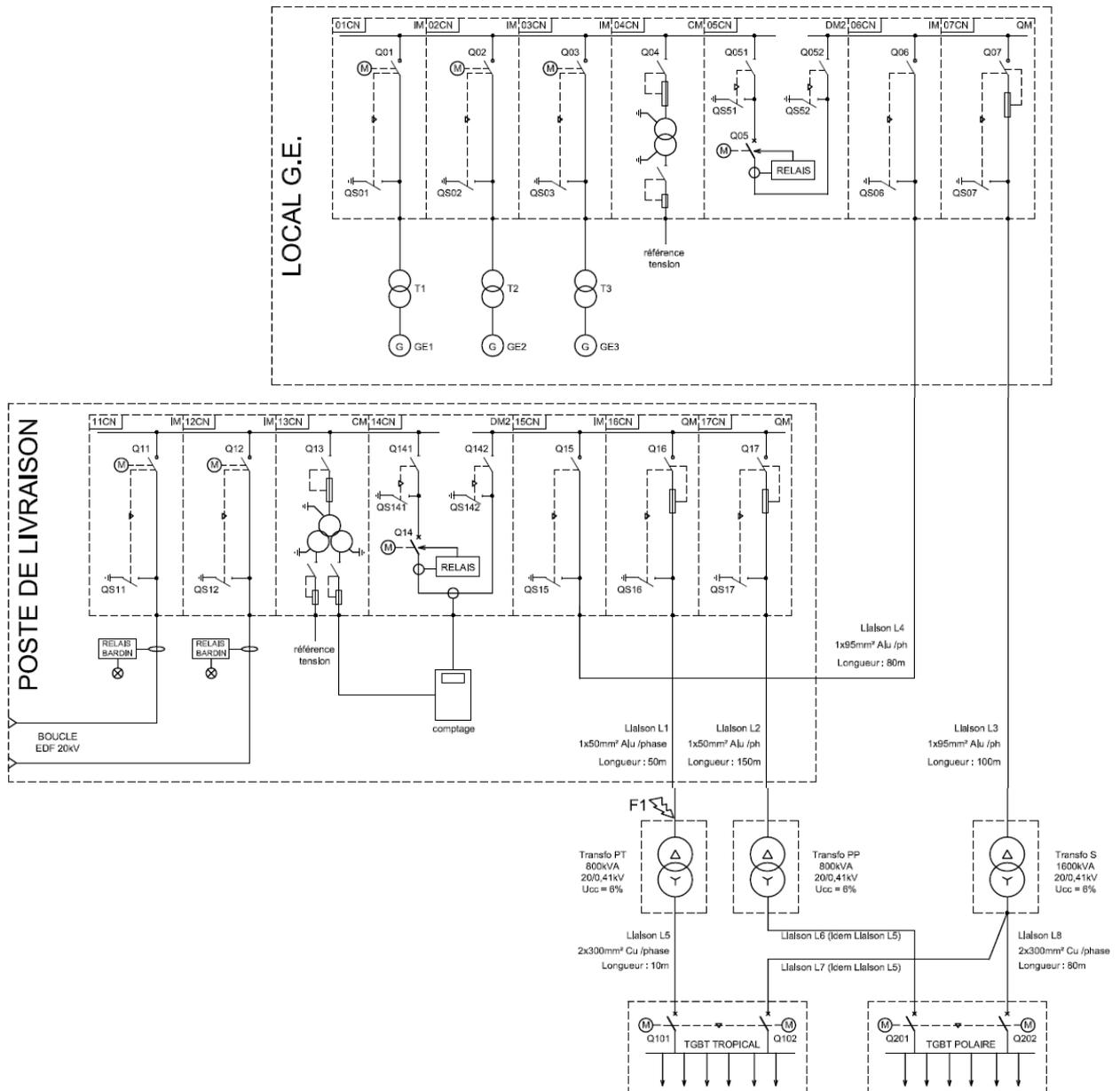
Valeur maximale du courant coupé limité (kA crête)

*Le diagramme donne la valeur maximale du courant coupé limité, en fonction de la valeur efficace du courant qui aurait pu s'établir en l'absence du fusible.*



# EXAMEN FINAL ER40 - 22/06/2010

DT03 : Unifilaire électrique général d'Océanopolis



# EXAMEN FINAL ER40 - 22/06/2010

DT04 : Choix d'une batterie de condensateurs

**Tableau donnant la valeur de k (en kvar à installer pour élever le facteur de puissance)**

avant compensation		puissance du condensateur en kvar à installer par kW de charge pour relever le facteur de puissance à une valeur donnée									
tgφ	cosφ	tgφ	0,43	0,40	0,36	0,33	0,29	0,25	0,20	0,14	0,0
		cosφ	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1
1,73	0,50		1,303	1,337	1,369	1,403	1,441	1,481	1,529	1,590	1,732
1,69	0,51		1,257	1,291	1,323	1,357	1,393	1,435	1,483	1,544	1,686
1,64	0,52		1,215	1,249	1,281	1,315	1,353	1,393	1,441	1,502	1,644
1,60	0,53		1,171	1,205	1,237	1,271	1,309	1,349	1,397	1,458	1,600
1,56	0,54		1,130	1,164	1,196	1,230	1,268	1,308	1,356	1,417	1,559
1,52	0,55		1,090	1,124	1,156	1,190	1,228	1,268	1,316	1,377	1,519
1,48	0,56		1,051	1,085	1,117	1,151	1,189	1,229	1,277	1,338	1,480
1,44	0,57		1,013	1,047	1,079	1,113	1,151	1,191	1,239	1,300	1,442
1,40	0,58		0,976	1,010	1,042	1,076	1,114	1,154	1,202	1,263	1,405
1,37	0,59		0,939	0,973	1,005	1,039	1,077	1,117	1,165	1,226	1,368
1,33	0,60		0,905	0,939	0,971	1,005	1,043	1,083	1,131	1,192	1,334
1,30	0,61		0,870	0,904	0,936	0,970	1,008	1,048	1,096	1,157	1,299
1,27	0,62		0,836	0,870	0,902	0,936	0,974	1,014	1,062	1,123	1,265
1,23	0,63		0,804	0,838	0,870	0,904	0,942	0,982	1,030	1,091	1,233
1,20	0,64		0,771	0,805	0,837	0,871	0,909	0,949	0,997	1,058	1,200
1,17	0,65		0,740	0,774	0,806	0,840	0,878	0,918	0,966	1,027	1,169
1,14	0,66		0,709	0,743	0,775	0,809	0,847	0,887	0,935	0,996	1,138
1,11	0,67		0,679	0,713	0,745	0,779	0,817	0,857	0,905	0,966	1,108
1,08	0,68		0,650	0,684	0,716	0,750	0,788	0,828	0,876	0,937	1,079
1,05	0,69		0,620	0,654	0,686	0,720	0,758	0,798	0,840	0,907	1,049
1,02	0,70		0,591	0,625	0,657	0,691	0,729	0,769	0,811	0,878	1,020
0,99	0,71		0,563	0,597	0,629	0,663	0,701	0,741	0,783	0,850	0,992
0,96	0,72		0,534	0,568	0,600	0,634	0,672	0,712	0,754	0,821	0,963
0,94	0,73		0,507	0,541	0,573	0,607	0,645	0,685	0,727	0,794	0,936
0,91	0,74		0,480	0,514	0,546	0,580	0,618	0,658	0,700	0,767	0,909
0,88	0,75		0,453	0,487	0,519	0,553	0,591	0,631	0,673	0,740	0,882
0,86	0,76		0,426	0,460	0,492	0,526	0,564	0,604	0,652	0,713	0,855
0,83	0,77		0,400	0,434	0,466	0,500	0,538	0,578	0,620	0,687	0,829
0,80	0,78		0,374	0,408	0,440	0,474	0,512	0,552	0,594	0,661	0,803
0,78	0,79		0,347	0,381	0,413	0,447	0,485	0,525	0,567	0,634	0,776
0,75	0,80		0,321	0,355	0,387	0,421	0,459	0,499	0,541	0,608	0,750
0,72	0,81		0,295	0,329	0,361	0,395	0,433	0,473	0,515	0,582	0,724
0,70	0,82		0,269	0,303	0,335	0,369	0,407	0,447	0,489	0,556	0,698
0,67	0,83		0,243	0,277	0,309	0,343	0,381	0,421	0,463	0,530	0,672
0,65	0,84		0,217	0,251	0,283	0,317	0,355	0,395	0,437	0,504	0,645
0,62	0,85		0,191	0,225	0,257	0,291	0,329	0,369	0,417	0,478	0,620
0,59	0,86		0,167	0,198	0,230	0,264	0,301	0,343	0,390	0,450	0,593
0,57	0,87		0,141	0,172	0,204	0,238	0,275	0,317	0,364	0,424	0,567
0,54	0,88		0,112	0,143	0,175	0,209	0,246	0,288	0,335	0,395	0,538
0,51	0,89		0,086	0,117	0,149	0,183	0,230	0,262	0,309	0,369	0,512
0,48	0,90		0,058	0,089	0,121	0,155	0,192	0,234	0,281	0,341	0,484

Principe :

Pour une puissance P donnée, la valeur de la puissance réactive Qc à installer est :

$$Q_c = P(\text{tg } \varphi - \text{tg } \varphi') = k \times P$$

(k donné dans le tableau ci-contre)

Exemple :

Puissance de l'installation : 465kW

cos φ avant compensation : 0,75

cos φ souhaité : 0,93

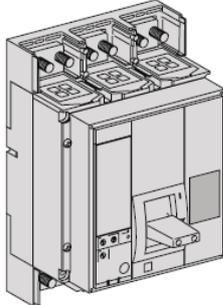
Dans le tableau, on obtient k=0,487

D'où : Qc = 0,487 x 465 = 227kVar

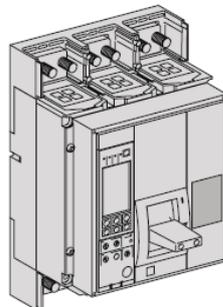
# EXAMEN FINAL ER40 - 22/06/2010

DT05 : Disjoncteurs BT : type Compact 800A à 1600A

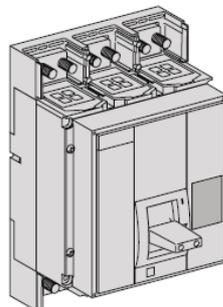
## Appareils Fixes complets équipés des raccordements Prises Avant (FPAV)



Disjoncteur Compact avec Micrologic 2.0



Disjoncteur Compact avec Micrologic 5.0



Interrupteur Compact

## Disjoncteurs à commande manuelle

Équipés d'une unité de contrôle Micrologic 2

	Micrologic 2.0 sans ampèremètre		Micrologic 2.0A avec ampèremètre	
	3P	4P	3P	4P
<b>type N Icu = 50 kA (1)</b>				
Compact NS800	33466	33469	33233	33237
Compact NS1000	33472	33475	33243	33247
Compact NS1250	33478	33480	33253	33257
Compact NS1600	33482	33484	33263	33267
<b>type H Icu = 70 kA (1)</b>				
Compact NS800	33467	33470	33238	33239
Compact NS1000	33473	33476	33248	33249
Compact NS1250	33479	33481	33258	33259
Compact NS1600	33483	33485	33268	33269
<b>type L Icu = 150 kA (1)</b>				
Compact NS800	33468	33471	33498	33501
Compact NS1000	33474	33477	33499	33502

Équipés d'une unité de contrôle Micrologic 5

	Micrologic 5.0 sans ampèremètre		Micrologic 5.0A avec ampèremètre	
	3P	4P	3P	4P
<b>type N Icu = 50 kA (1)</b>				
Compact NS800	33552	33555	33333	33337
Compact NS1000	33558	33561	33343	33347
Compact NS1250	33564	33566	33353	33357
Compact NS1600	33568	33570	33363	33367
<b>type H Icu = 70 kA (1)</b>				
Compact NS800	33553	33556	33338	33339
Compact NS1000	33559	33562	33348	33349
Compact NS1250	33565	33567	33358	33359
Compact NS1600	33569	33571	33368	33369
<b>type L Icu = 150 kA (1)</b>				
Compact NS800	33554	33557	33517	33520
Compact NS1000	33560	33563	33518	33521

(1) Pouvoir de coupure ultime Icu.

CA	220/240 V	type		
		N	H	L
50/60 Hz	380/415 V	50	70	150
	440 V	50	65	130
	500/525 V	40	50	100
	660/690 V	30	42	25

## Interrupteurs à commande manuelle

type NA	3P	4P
Compact NS800	33487	33492
Compact NS1000	33488	33493
Compact NS1250	33489	33494
Compact NS1600	33490	33495

## EXAMEN FINAL ER40 - 22/06/2010

DT06 : Caractéristiques des éléments du réseau de distribution 20kV

Réseau EDF :

$$U_{nQ} = 20\text{kV}$$

$$S''_{kQ} = 500\text{MVA}$$

Groupe(s) électrogène(s) :

$$S_G = 2\,000\text{ kVA}$$

Ligne L01 :

$$\underline{Z}_d = 0,1j \, \Omega/\text{km}$$

Ligne L02 :

$$\underline{Z}_d = 0,1j \, \Omega/\text{km}$$

Ligne L03 :

$$\underline{Z}_d = 0,06j \, \Omega/\text{km}$$

Ligne L04 :

$$\underline{Z}_d = 0,06j \, \Omega/\text{km}$$

Nota pour les longueurs des liaisons, voir unifilaire.

Rappel :

Impédance directe d'un réseau amont :

$$\underline{Z}_{Qd} = j \times X_{Qd} = j \times \frac{U_{nQ}^2}{S''_{kQ}}$$

Impédance directe d'un alternateur :

$$\underline{Z}_G = j \frac{U^2}{S_G}$$

prendre  $U = 20\text{kV}$  pour un défaut côté 20kV

DOCUMENT REPOSE DR1

