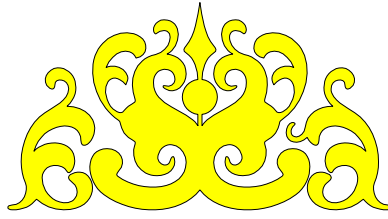


Etude de la distribution HTA/BTA de l'usine WANVIN



Mise en situation :

- Les unités de production de cette usine (fabrication de tuyaux en PVC) située dans le département du Gard comprennent 60 presses à injecter allant de 35 à 240 tonnes pour les plus importantes.

Presse à injecter
"ELEKTRA 110 évolution"
de chez FERROMATIK
MILACRON équipant une
des unités de production de
l'usine WANVIN.

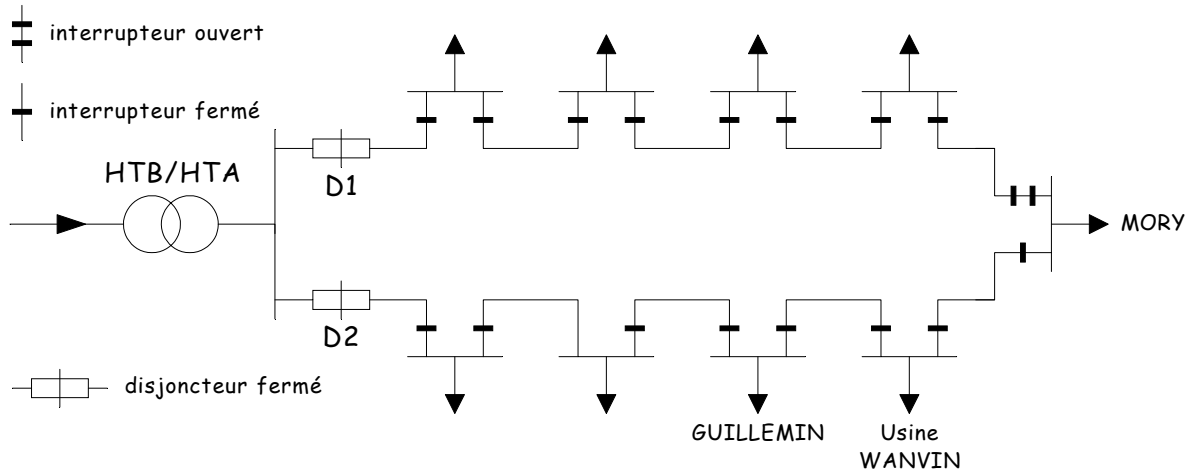


- L'usine fonctionne en équipe de 3 X 8 h, 7 jours sur 7 pendant 51 semaines.
- Le poste de livraison à **comptage HT** de cette usine est une installation électrique raccordée au réseau de distribution publique sous une tension nominale de **20 kV**. Ce poste comprend **2 transformateurs HTA/BTA** et un départ HTA privé. Le courant assigné de l'équipement moyenne tension du poste est inférieur à **400 A**.

➡ Documents techniques : DT1 à DT3.

TRAVAIL DEMANDE

L'usine WANVIN est desservie en tension de 20 kV selon la structure ci-dessous :



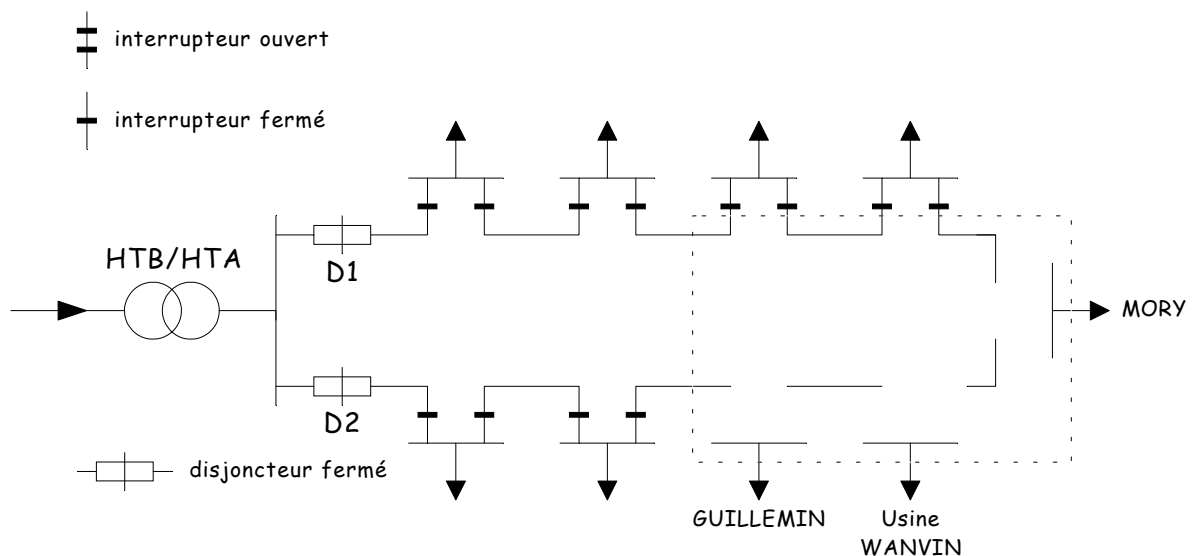
1. - A l'aide des documents techniques DT4 et DT5, précisez le type de cette structure. **Réponse :**

2. - Un défaut (sectionnement du câble souterrain du à un engin mécanique de terrassement) se produit entre les postes de livraison de GUILLEMIN et de l'usine WANVIN. **Sur le schéma ci-dessous, on demande :**

2.1. - D'indiquer par une croix l'emplacement du défaut.

2.2. - De compléter le détail des postes de livraison manquant en respectant la symbolisation afin :

- d'isoler le tronçon défectueux ;
- d'assurer l'apport en énergie pour l'ensemble des clients.



3. - Le poste de livraison de l'usine est constitué de cellules modulaires de la gamme SM6 de chez Schneider. A l'aide des documents techniques DT7, DT8 et DT9, **complétez le tableau de la page suivante.**

Caractéristiques	CELLULES			
	C1 ou C2 ou C7	C3	C4	C5 ou C6
Type				
Fonction				
Tension assignée (kV 50/60 Hz)				
Courant assigné de la cellule Ia (A)				
Courant de courte durée maximal admissible (kA _{eff} - 1 s)				

4. - A l'aide du document technique DT6, complétez la désignation ci-dessous relative à la cellule C6 :

Cellule SM6 : _____ - _____ - _____ - _____

5. - Etude de la cellule C5 (cellule de protection du transformateur TR1)

5.1. - A l'aide du document technique DT13, précisez le calibre des fusibles HTA Soléfuse destinés à assurer la protection du transformateur TR1 (côté primaire). **Réponse :**

On précise : TR1 est un transformateur Minera (☛ Document technique DT10).

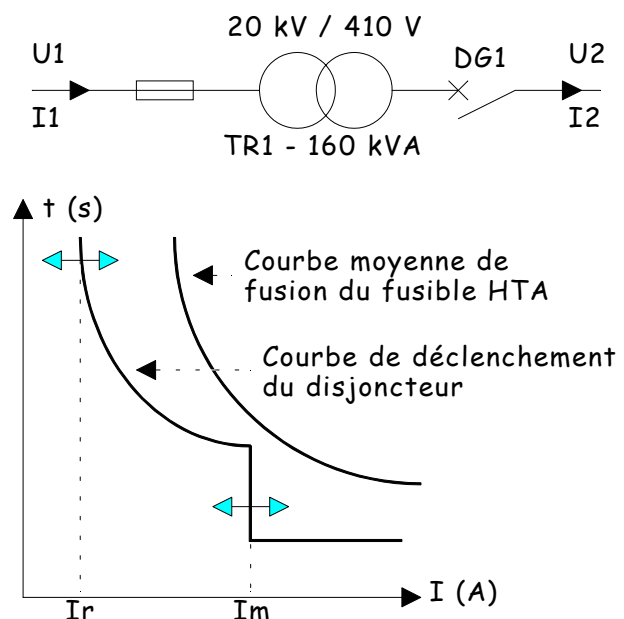
5.2. - Indiquez la référence exacte de ces trois fusibles HTA avec percuteur (☛ Document technique DT11). **Réponse :**

5.3. - Vérification de la sélectivité entre les protections amont et aval du transformateur TR1.

Le poste de livraison à comptage HT nécessite une sélectivité entre fusible HTA et disjoncteur BT pour qu'en cas de surcharge ou de court-circuit en aval du transformateur, il y ait élimination du défaut sans altération des fusibles, ce qui revient à vérifier que les courbes caractéristiques moyennes de fonctionnement "temps - courant" ne se rencontrent pas.

Pour pouvoir comparer les courants "disjoncteur BT" et les courants "fusibles HT", il est nécessaire de se placer du même côté du transformateur, donc d'appliquer le rapport de transformation du transformateur (ou son inverse) à l'un des deux courants.

Sélectivité entre dispositifs de protection amont et aval.



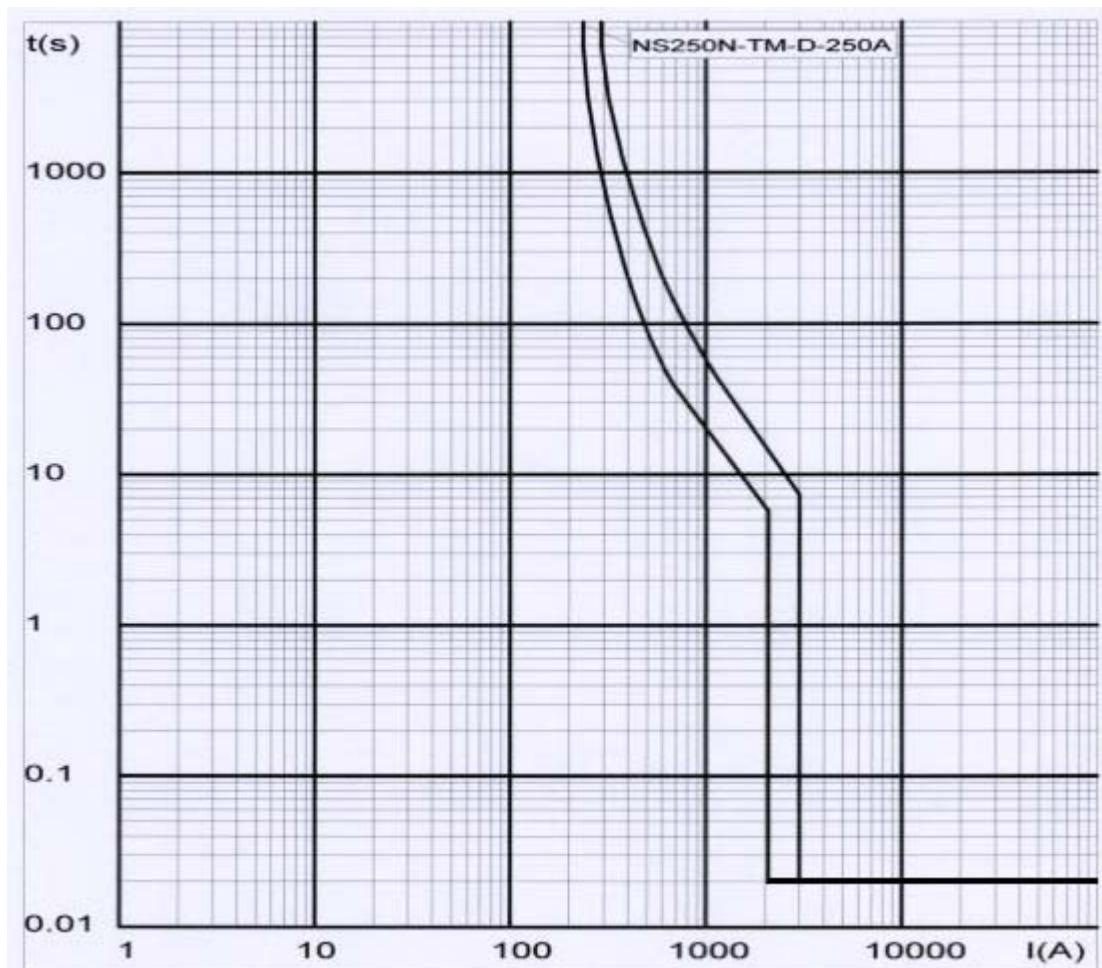
Les courbes de déclenchement données ci-dessous correspondent au disjoncteur Compact DG1 dont les caractéristiques sont les suivantes :

- type : NS250N , calibre $I_n (A) = 250.00$;
- déclencheur : TM-D ;
- I_r (thermique) = $0,9 \cdot I_n$;
- I_m (magnétique) = $10 \cdot I_n$.

- Tracez sur le plan " t, I " proposé ci-dessous la courbe moyenne de fusion du fusible HTA vue côté secondaire (☛ document technique DT11).

Remarque : vous devez au préalable, compléter le tableau suivant :

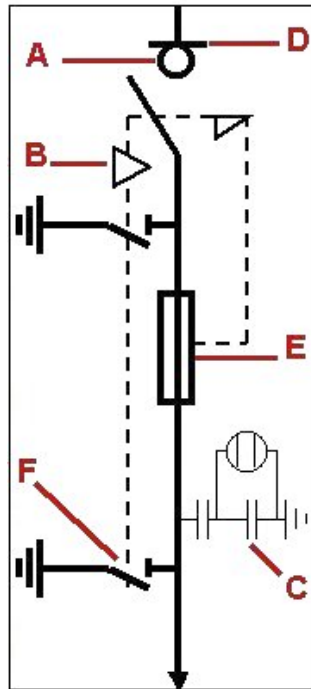
Temps de fusion (s) du fusible HTA	0,01	0,02	0,04	1	10	100	500
Courant (A eff.) au primaire							
Courant (A eff.) vue côté secondaire							



- Contrôlez que la sélectivité est bien réalisée entre les protections amont (fusible Soléfuse HTA) et aval (disjoncteur Compact NS250N) du transformateur TR1 dans le cas où un court-circuit triphasé franc ($I_{k3\max}$) se produit juste en aval du disjoncteur, votre réponse doit être justifiée. Le courant $I_{k3\max}$ doit être représenté graphiquement sur le plan " t, I ".

Remarques : la valeur de $I_{k3\max}$ au secondaire du transformateur est précisé sur le document technique DT13 ; l'impédance de la liaison entre TR1 et DG1 est négligeable ainsi que la réactance des pôles de DG1.

5.4. - Aspect technologique : choisir le symbole graphique se rapportant à chaque désignation.



Sectionneur

A B C D E F

Fusible

A B C D E F

Verrouillage mécanique

A B C D E F

Interrupteur

A B C D E F

Sectionneur de mise à la terre

A B C D E F

Diviseur capacitif

A B C D E F

Pour en savoir plus

Transformateur à huile minérale (appelé aussi transformateur immergé)

Le transformateur est disposé dans un bain d'huile qui assure l'isolation et le refroidissement.

Ce transformateur est moins onéreux et a des pertes moindres que le transformateur sec (voir ci-dessous). Il présente cependant des risques d'incendie et de pollution :

- Un défaut interne peut provoquer une surpression et une déformation de la cuve telles que des fuites d'huile peuvent apparaître. Suivant les circonstances, cela peut entraîner l'inflammation de l'huile ou encore une explosion.
- Les fuites d'huile peuvent aussi provenir d'un joint défectueux ou de la rupture d'une canalisation. Les huiles qui se répandent peuvent polluer la nappe phréatique. Il faut donc prévoir sous le transformateur une fosse d'évacuation ou un bac de rétention d'huile.
- La combustion des huiles dégagent des produits toxiques et génèrent des fumées opaques gênant l'intervention des secours.

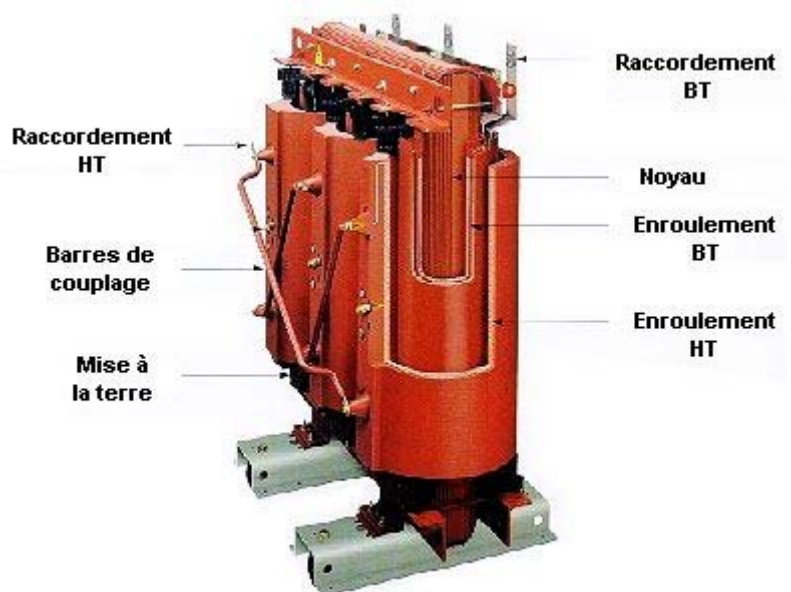


Transformateur sec

Les enroulements BT et les enroulements HT sont concentriques et enrobés dans une résine époxy.

Le transformateur sec peut être disposé dans une enveloppe de protection (IP 315 ou IP 235) qui permet de l'isoler du monde extérieur et d'assurer l'évacuation de la chaleur au travers de ses parois.

Le transformateur sec présente les meilleures garanties de sécurité contre l'incendie et contre la pollution (pas de fuite de liquide, pas de vapeurs nocives en cas d'incendie).

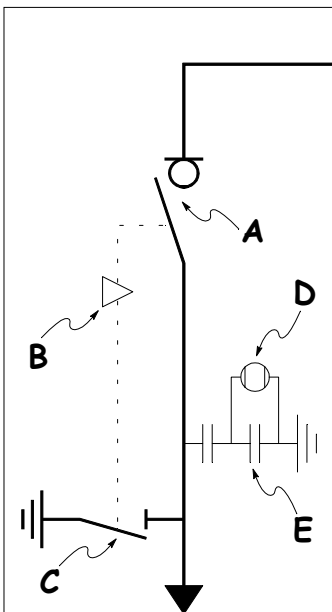


6. - Etude de la cellule C1 (cellule de raccordement au réseau HTA sans transformateur de courant).

6.1 - Aspect fonctionnel : complétez dans le tableau ci-dessous la colonne intitulée "Fonction associée à chaque constituant", vous devez utiliser la liste de phrases ci-dessous :

- Adapter la tension du réseau à celle du voyant.
- Empêcher le fonctionnement simultané de plusieurs éléments.
- Manœuvrer (interrompre ou établir) un circuit électrique en charge (ou non en charge). Isoler le circuit électrique avec possibilité de condamner le départ lors d'une consignation.
- Signaler la présence de tension sur les phases.
- Mettre à la terre (**MALT**) et en court-circuit (**MCC**). Evite ainsi l'apparition d'une tension dangereuse qui peut provenir soit d'une erreur de manœuvre, soit d'un effet inductif dû à la proximité avec une autre ligne électrique de forte puissance, soit à une surtension d'origine atmosphérique.

Schéma de la cellule C1

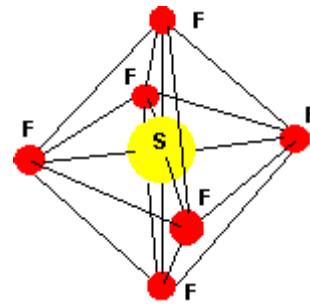


Repère du symbole graphique	Désignation du constituant	Fonction associée à chaque constituant
A	Interrupteur-sectionneur	
B	Verrouillage mécanique	
C	Sectionneur de terre	
D	Voyant	
E	Diviseur capacitif	

6.2 - Aspect structurel :

Interrupteur-sectionneur HTA à coupure dans le SF6 équipant la cellule C1.

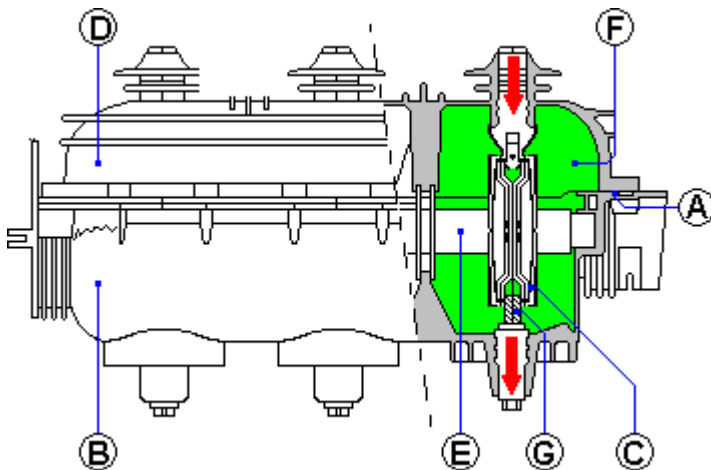
Molécule de SF6.



Le SF6 ou hexafluorure de soufre, est un gaz de synthèse obtenu par réaction du Fluor sur le Soufre à haute température : $S + 3F_2 = SF_6$.

C'est un gaz incolore, inodore et non toxique dont la qualité principale est sa haute tenue diélectrique (tension de claquage).

- Cocher la case correspondant à chaque désignation.



Couvercle

A B C D E F G

Contact mobile

A B C D E F G

Cuve

A B C D E F G

Gaz SF6

A B C D E F G

Arbre de commande

A B C D E F G

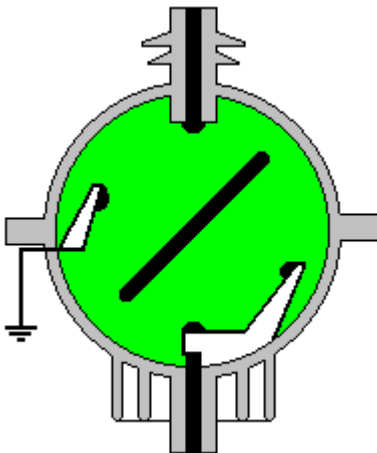
Contact fixe

A B C D E F G

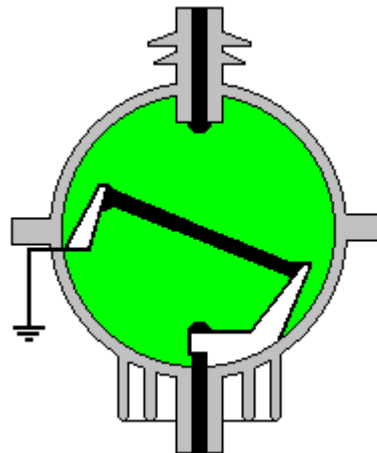
Joint d'étanchéité

A B C D E F G

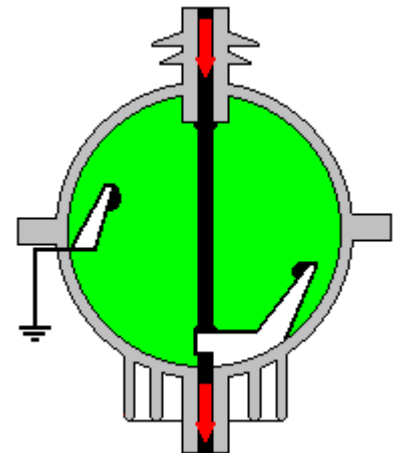
- Retrouver le nom de chacune des positions de l'interrupteur-sectionneur (appareil à la terre, appareil ouvert, appareil fermé). En déduire l'ordre de succession des étapes pour ouvrir l'appareil et le mettre à la terre.



Appareil : à la terre ouvert fermé
Etape : 1 2 3



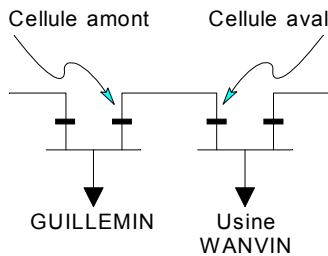
Appareil : à la terre ouvert fermé
Etape : 1 2 3



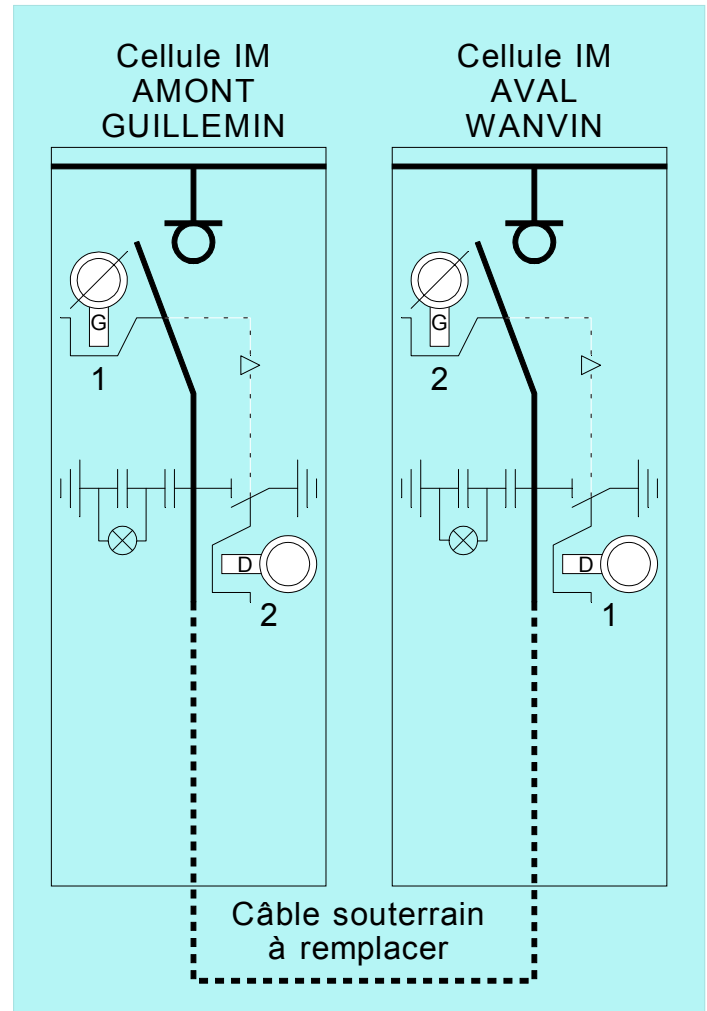
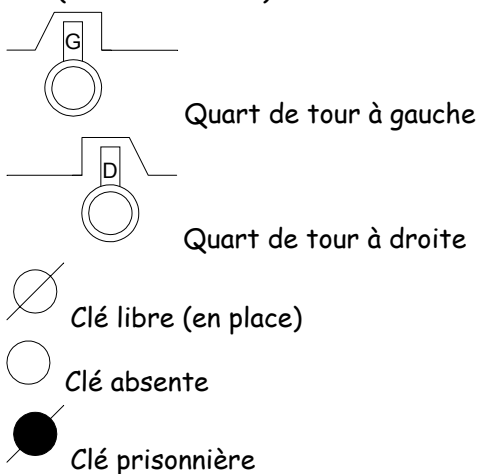
Appareil : à la terre ouvert fermé
Etape : 1 2 3

7. - Etude d'un verrouillage (➔ Dossier technique : LES VERROUILLAGES)

Suite au défaut (sectionnement du câble souterrain dû à un engin mécanique de terrassement) survenu entre les postes de livraison de GUILLEMIN et de l'usine WANVIN, le distributeur (E.D.F.) doit procéder au remplacement du câble. Les agents d'entretien d'E.D.F. chargés de réaliser ce travail doivent opérer en toute sécurité. La procédure appelée "verrouillage de boucle sur cellule interrupteur" sera appliquée.



Code de représentation des serrures et des clés (GEC ALSTHOM)



- Placez dans chaque blanc du texte un des éléments de la liste ci-dessous.

Liste :

- d'ôter
- l'ouverture
- déverrouiller
- l'absence
- boucle
- clé 1
- l'interrupteur
- prisonnière
- fermer
- ouvrir
- fermeture
- sectionneur
- AVAL
- clé 2
- câbles

■ Verrouillage de boucle sur cellule interrupteur

■ But :
 entre deux cellules de ,
 conditionner la du sectionneur de
 mise à la terre d'une des cellules à
 de l'interrupteur de l'autre cellule.
■ Description des manœuvres :
 - l'interrupteur de la cellule AMONT,
 le verrouiller dans cette position avec la
 clé 1, récupérer la ;
 - ouvrir de la cellule ,
 le verrouiller dans cette position avec la
 , récupérer la clé 2.

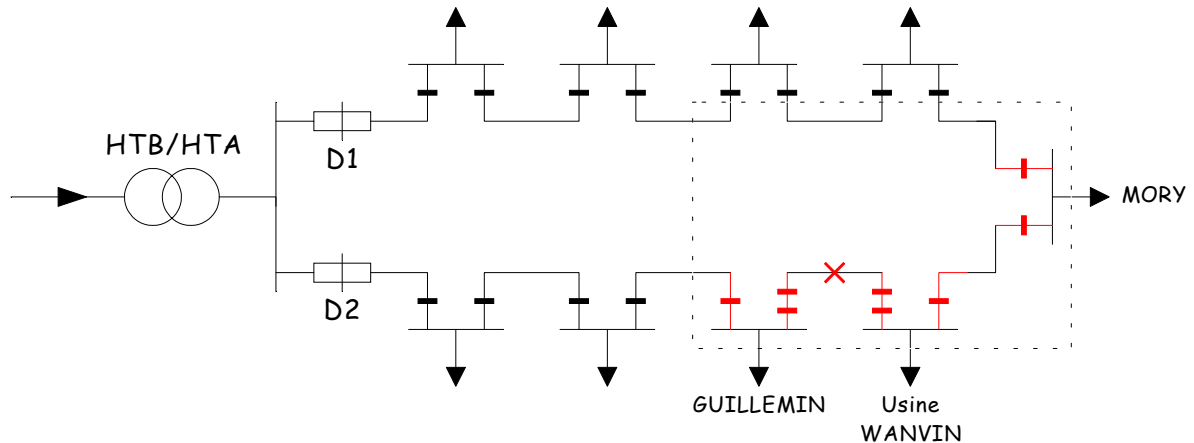
■ Accès à l'intérieur des cellules :

- vérifier de tension sur les
 câbles ;
 - cellule AVAL : avec la clé 1,
 le sectionneur de mise à la terre, le
 , la clé 1 devient .
 - cellule AMONT : avec la clé 2,
 déverrouiller le de mise à la
 terre, le fermer, la clé 2 devient
 prisonnière.
■ Remarque :
 les sectionneurs de mise à la terre étant
 fermés, il est possible les portes
 d'accès aux compartiments .

Correction

1. - Type de la structure : **boucle ouverte dite « en coupure d'artère ».**

2.1. et 2.2.



3. - Tableau complété :

Caractéristiques	CELLULES			
	C1 ou C2 ou C7	C3	C4	C5 ou C6
Type	IM	CM	DM2	QM
Fonction	Arrivée ou départ (sans TC)	Transfo. De tension (réseau à neutre à la terre)	Disjoncteur double sectionnement (départ droite ou gauche)	Combiné interrupteur fusibles (sans TC)
Tension assignée (kV 50/60 Hz)	24	24	24	24
Courant assigné de la cellule Ia (A)	400	50	400	200
Courant de courte durée maximal admissible (kAeff - 1 s)	12,5	20	12,5	20

Remarques : la tension nominale du réseau est précisée en page 1 (20 kV) ; le courant assigné de l'équipement moyenne tension du poste est précisé en page 1 (inférieur à 400 A) ; le type des cellules est précisé sur le document technique DT1.

4. - Désignation de la cellule C6 :

Cellule SM6 : **QM 200 - 24 - 20**

5. - Etude de la cellule C5 (cellule de protection du transformateur)

5.1. - Calibre des fusibles HTA Soléfuse : **16 A** (puissance transformateur = 160 kVA, HTA = 20 kV).

5.2. - Référence exacte des trois fusibles HTA avec percuteur : **55852** (tension nominale 24 kV, tension de service 20 kV).

5.3. - Sélectivité entre les protections amont et aval du transformateur TR1.

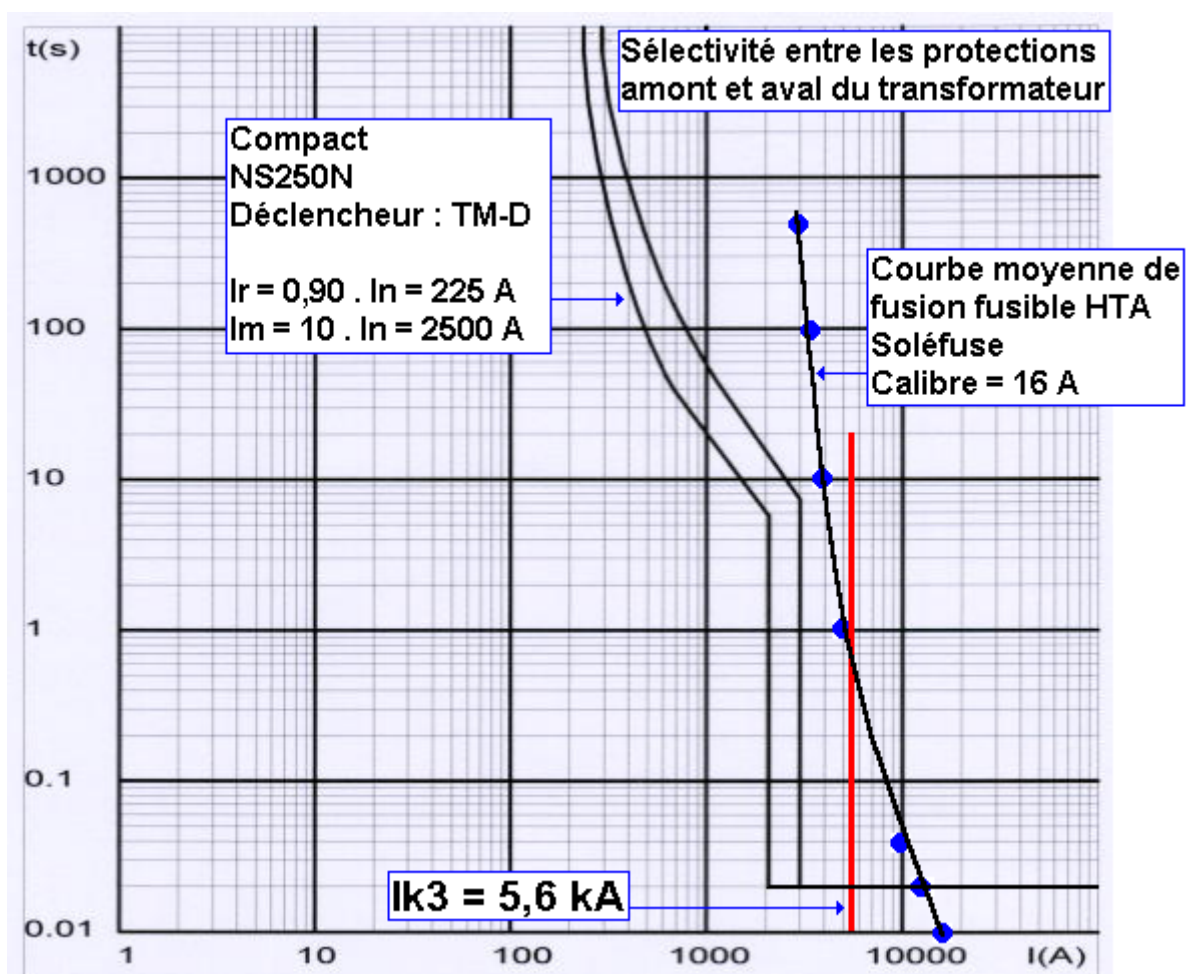
Temps de fusion (s) du fusible HTA	0,01	0,02	0,04	1	10	100	500
Courant (A eff.)	300	250	200	110	80	70	65
Courant (A eff.) vue côté secondaire	14 634	12 195	9 756	5 365	3 900	3 414	3 170

$U_2 = m \cdot U_1$ (U_1 et U_2 étant les tensions nominales, la tension nominale U_2 est celle qui correspond au fonctionnement à vide).

$$I_1 = m \cdot I_2$$

$$U_2 = 410 \text{ V} ; U_1 = 20\,000 \text{ V} \Rightarrow m = 410 / 20\,000 = 0,0205$$

$I_{k3\max} = 5,6 \text{ kA}$ (au secondaire du transformateur donné par document technique DT13).



Les courbes caractéristiques moyennes de fonctionnement "temps - courant" ne se rencontrent pas. Pour $I_{k3} = 5,6 \text{ kA}$ le disjoncteur déclenche au bout de 0,02 s, les fusibles HTA ne fondent pas. La sélectivité est assurée.

5.4. - Aspect technologique : choisir le symbole graphique se rapportant à chaque désignation.

Sectionneur
 A B C D E F

Fusible
 A B C D E F

Verrouillage mécanique
 A B C D E F

Interrupteur
 A B C D E F

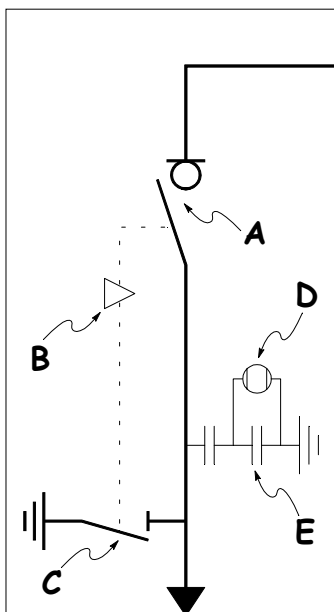
Sectionneur de mise à la terre
 A B C D E F

Diviseur capacitif
 A B C D E F

6. - Etude de la cellule C1 (cellule de raccordement au réseau HTA sans transformateur de courant)

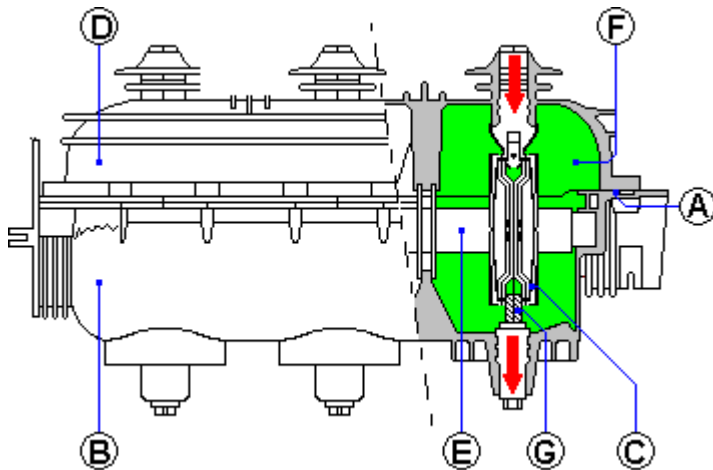
6.1 - Aspect fonctionnel :

Schéma de la cellule C1



Repère du symbole graphique	Désignation du constituant	Fonction associée à chaque constituant
A	Interrupteur-sectionneur	Manœuvrer (interrompre ou établir) un circuit électrique en charge (ou non en charge). Isoler le circuit électrique avec possibilité de condamner le départ lors d'une consignation.
B	Verrouillage mécanique	Empêcher le fonctionnement simultané de plusieurs éléments.
C	Sectionneur de terre	Mettre à la terre (MALT) et en court-circuit (MCC). Evite ainsi l'apparition d'une tension dangereuse qui peut provenir soit d'une erreur de manœuvre, soit d'un effet inductif dû à la proximité avec une autre ligne électrique de forte puissance, soit à une surtension d'origine atmosphérique.
D	Voyant	Signaler la présence de tension sur les phases.
E	Diviseur capacitif	Adapter la tension du réseau à celle du voyant.

6.2 - Aspect structurel :



Couvercle

 A B C D E F G

Contact mobile

 A B C D E F G

Cuve

 A B C D E F G

Gaz SF6

 A B C D E F G

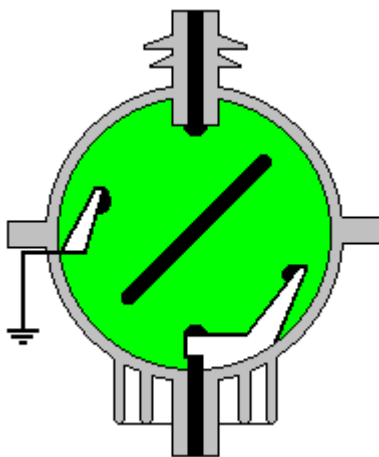
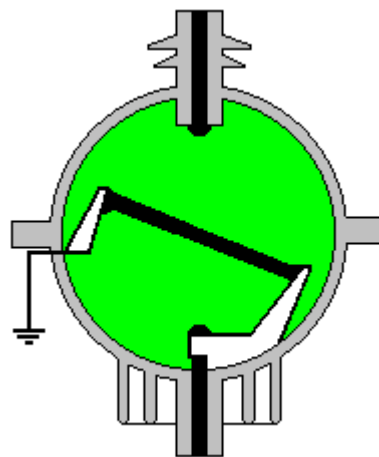
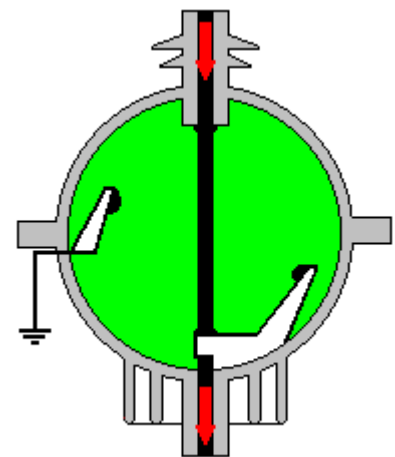
Arbre de commande

 A B C D E F G

Contact fixe

 A B C D E F G

Joint d'étanchéité

 A B C D E F GAppareil : à la terre ouvert fermé
Étape : 1 2 3Appareil : à la terre ouvert fermé
Étape : 1 2 3Appareil : à la terre ouvert fermé
Étape : 1 2 3

7. - Etude d'un verrouillage

- d'ôter
- l'ouverture
- déverrouiller
- l'absence
- boucle
- clé 1
- l'interrupteur
- prisonnière
- fermer
- ouvrir
- fermeture
- sectionneur
- AVAL
- clé 2
- câbles

■ Verrouillage de boucle sur cellule interrupteur

■ But :

entre deux cellules de **boucle**,
conditionner la **fermeture** du sectionneur
de mise à la terre d'une des cellules à
l'ouverture de l'interrupteur de l'autre
cellule.

■ Description des manœuvres :

- **ouvrir** l'interrupteur de la cellule
AMONT, le verrouiller dans cette position
avec la clé 1, récupérer la **clé 1** ;
- ouvrir **l'interrupteur** de la cellule **AVAL**,
le verrouiller dans cette position avec la
clé 2, récupérer la clé 2.

■ Accès à l'intérieur des cellules :

- vérifier **l'absence** de tension sur les
câbles ;
- cellule AVAL : avec la clé 1, **déverrouiller**
le sectionneur de mise à la terre, le
fermer, la clé 1 devient **prisonnière**.
- cellule AMONT : avec la clé 2,
déverrouiller le **sectionneur** de mise à la
terre, le fermer, la clé 2 devient
prisonnière.

■ Remarque :

les sectionneurs de mise à la terre étant
fermés, il est possible **d'ôter** les portes
d'accès aux compartiments **câbles**.



Bocage B180

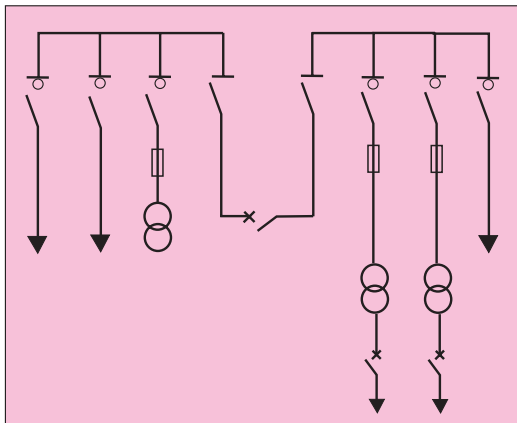


Application

Le poste Bocage B180 est un poste d'extérieur alimenté par un réseau HTA public spécifié par le distributeur de l'énergie ou par un réseau privé.

Enveloppe

- **enveloppe** en béton armé vibré avec aérateurs, cuvelage enterré avec entrées de câbles
- **indice de protection de l'enveloppe** :
 - IP 25D (pénétration des solides et des liquides)
 - IK 10 (résistance mécanique aux chocs)
- **bac de récupération du diélectrique** (en option)
- **dispositif coupe-feu du diélectrique** associé au bac de rétention (en option)
- **surface au sol** : 18 m²
- **masse approximative** : 28 000 kg sans transformateur
- **hauteur hors sol** : suivant type de toiture (voir plans)
- **toiture** :
 - terrasse
 - 1 pente à 22 %
 - 2 pentes à 22 %
 - 2 pentes à 100 %
 - chalet
- **finition** : crépis et habillages; couleur suivant nuancier.

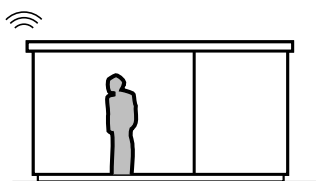


Equipements HTA et BT

exemple : poste de livraison avec 2 transformateurs 1250 kVA

- **tableau modulaire SM6** comprenant :
 - 2 cellules interrupteur (IM) pour le raccordement au réseau du distributeur
 - 1 cellule mesure de tension (CM) équipée de transformateurs de tension
 - 1 cellule protection générale (DM2) équipée de transformateurs de courant pour la mesure et la protection
 - 1 cellule interrupteur (IM) de départ réseau privé
 - 2 cellules de protection des transformateurs (QM) avec verrouillage HT-BT-transformateur
- **liaison HTA** vers le transformateur en câbles secs unipolaires (50 mm² alu)
- **transformateurs HTA/BT** 2 x 1250 kVA (huile)
- **liaison BT** en câbles unipolaires entre transformateurs et disjoncteurs général BT
- **équipement BT** :
 - disjoncteur général BT fixe à coupure visible type Visucompact
 - protection des travailleurs suivant régime du neutre
 - emplacement pour transformateurs de courant
 - châssis de support coffret de comptage
- **coffret de comptage**
- **conducteur de protection** masses et neutre
- **éclairage intérieur et affiches** réglementaires
- **accessoires de sécurité** réglementaires.

- ■ **Adaptable à la configuration du site et des équipements**
- ■ **Mise en place facilitée par une livraison en 2 parties**
- ■ **Manœuvre des équipements HTA et BT aisée**



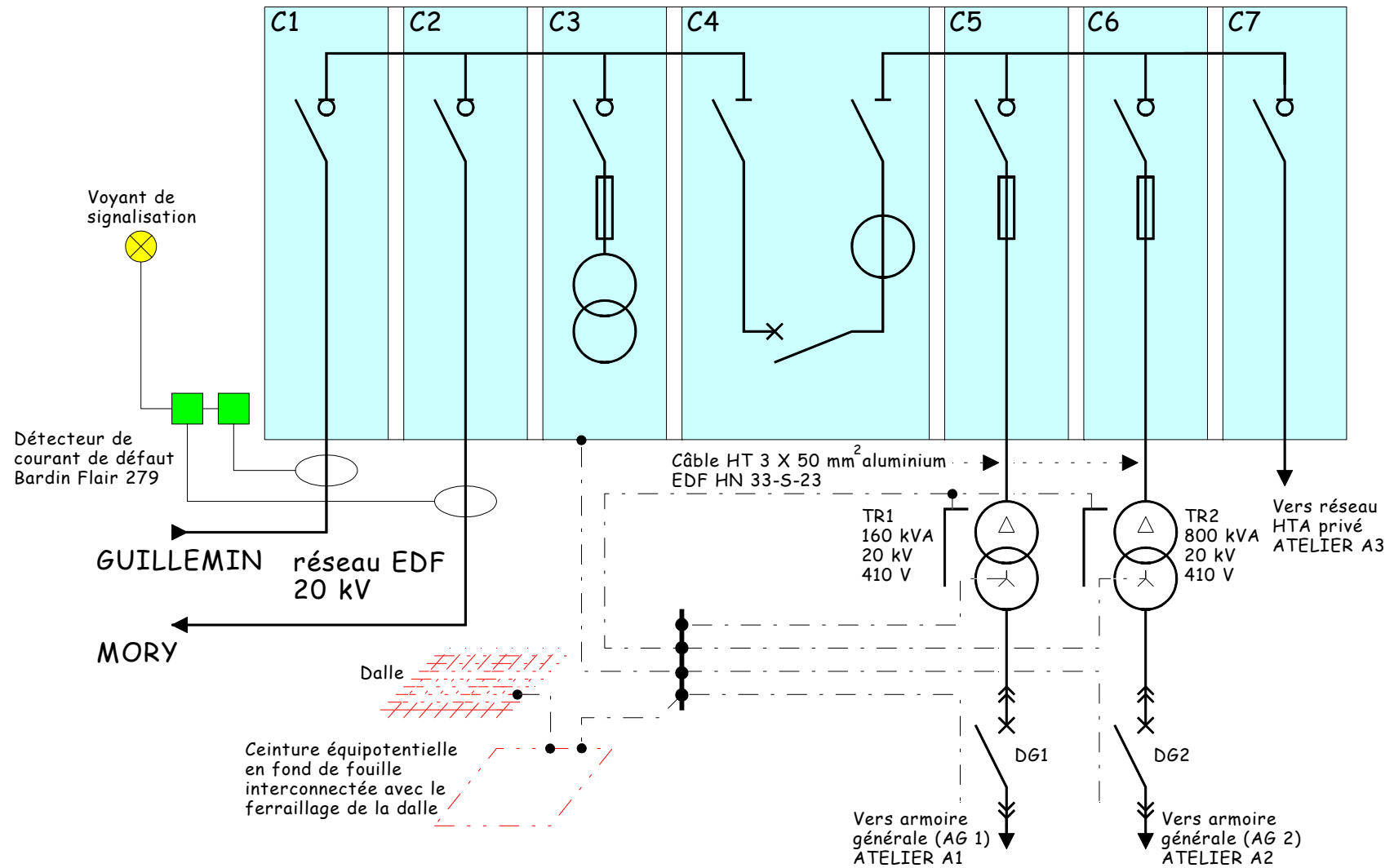
Interfaces d'exploitation

- **détecteur de défaut local** (Bardin).

Normes

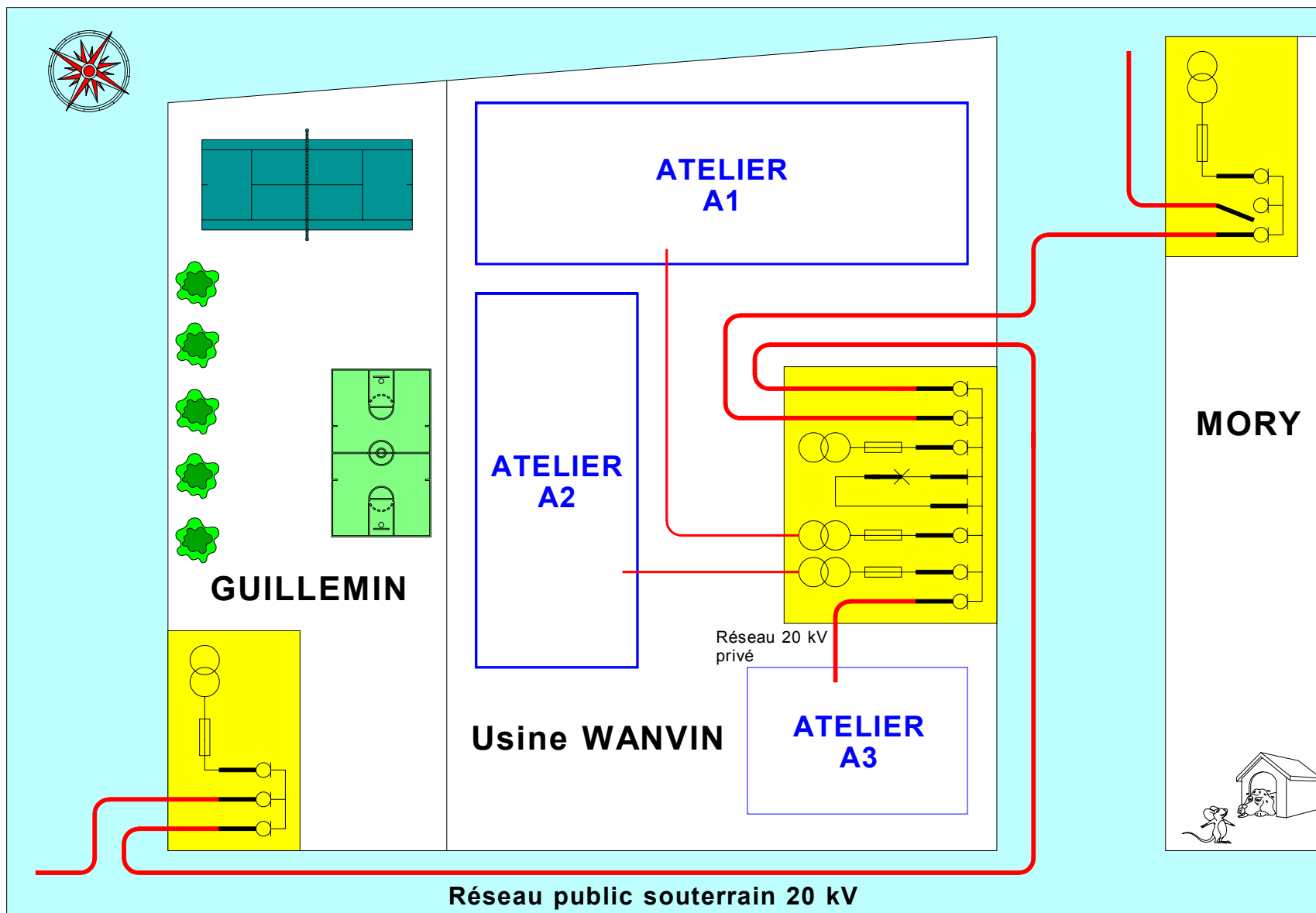
- normes **NF C 13-100, NF C 13-200, NF C 15-100 et NF C 17-300**
- guide technique **EDF B81** et spécification **EDF GTE 2815**
- fabrication suivant un système qualité certifié par l'AFAC selon **ISO 9000**.

Poste de livraison de l'usine WANVIN - Schéma unifilaire HTA/BTA



DOCUMENT TECHNIQUE : DT2

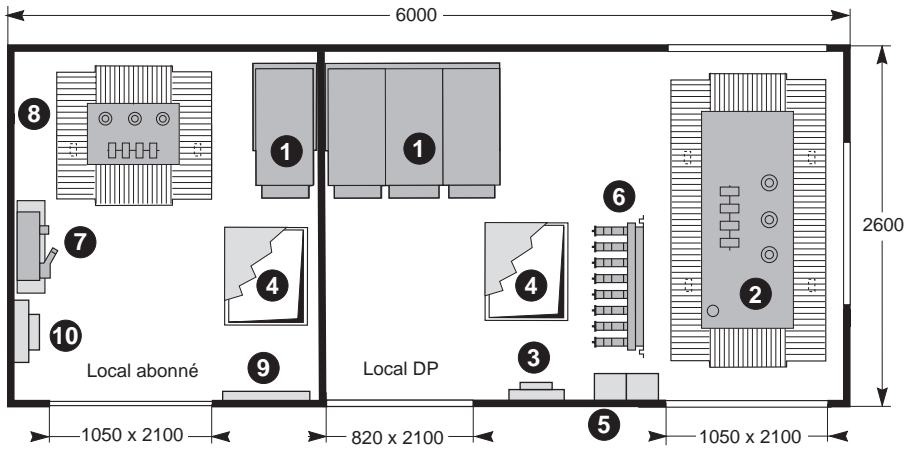
Poste de livraison de l'usine WANVIN - Schéma de situation



Plans - Postes "personnalisées"

Bocage B150

Exemple d'implantation

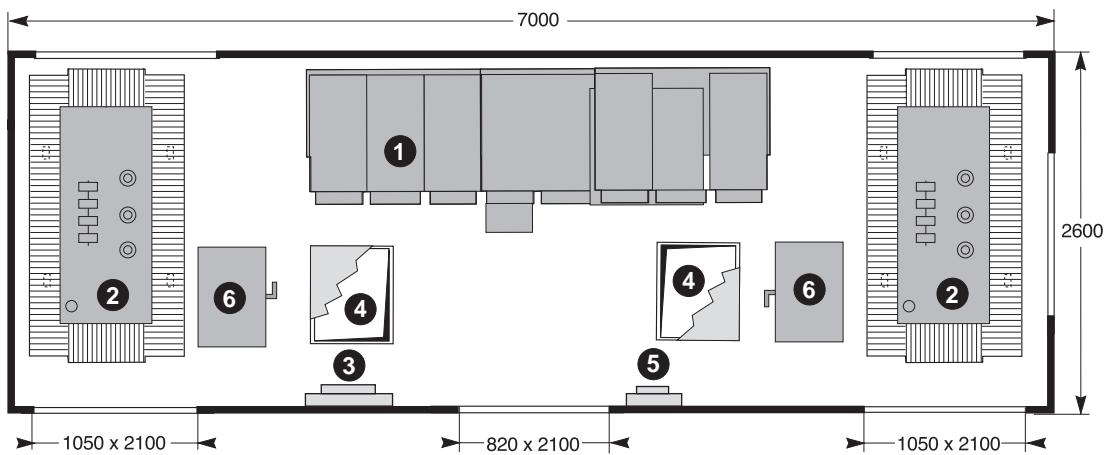


Légende

- 1 tableau HTA modulaire SM6
- 2 transformateur de puissance (1 000 kVA maxi)
- 3 platine des auxiliaires
- 4 accès au cuvelage
- 5 voyant Bardin et coffret EP
- 6 TUR ou TIPI
- 7 disjoncteur BT
- 8 transformateur de puissance (630 kVA maxi)
- 9 châssis de comptage
- 10 platine des auxiliaires et accessoires de sécurité

Bocage B180

Exemple d'implantation



Légende

- 1 tableau HTA modulaire SM6
- 2 transformateurs de puissance (1 250 kVA maxi)
- 3 châssis de comptage
- 4 accès au cuvelage
- 5 platine des auxiliaires et accessoires de sécurité
- 6 disjoncteurs BT

Différentes structures de réseau

Différentes structures de réseau sont possibles, les plus courantes sont présentées dans ce chapitre avec leurs principaux domaines d'emploi.

Le choix d'une structure de réseau, toujours déterminant sur le plan de la disponibilité de l'énergie est souvent difficile.

Comparer rapidement, pour différentes structures, l'indisponibilité de la tension en un point particulier du réseau s'avère être la méthode la plus rationnelle, et l'emploi d'un système expert très intéressant.

structures types des réseaux

Boucle ouverte ou fermée dite « en coupure d'artère »

(cf. fig. 1)

Préconisée pour les réseaux très étendus, avec des extensions futures importantes. Son exploitation en boucle ouverte est recommandée.

Radial doubles dite « en double dérivation » (manuelle ou automatique)

(cf. fig. 2)

Préconisée pour les réseaux très étendus avec des extensions futures limitées et nécessitant une bonne continuité d'alimentation.

Radial dite « en simple alimentation » ou « en antenne »

(cf. fig. 3 page suivante)

Préconisée lorsque les exigences de continuité d'alimentation sont faibles. Elle est très souvent retenue pour les réseaux des cimenteries.

Double alimentation

(cf. fig. 4 page suivante)

Préconisée lorsqu'une bonne continuité d'alimentation est demandée ou lorsque les équipes d'exploitation et de maintenance sont peu nombreuses. Elle est très souvent retenue dans les domaines de la sidérurgie et de la pétrochimie.

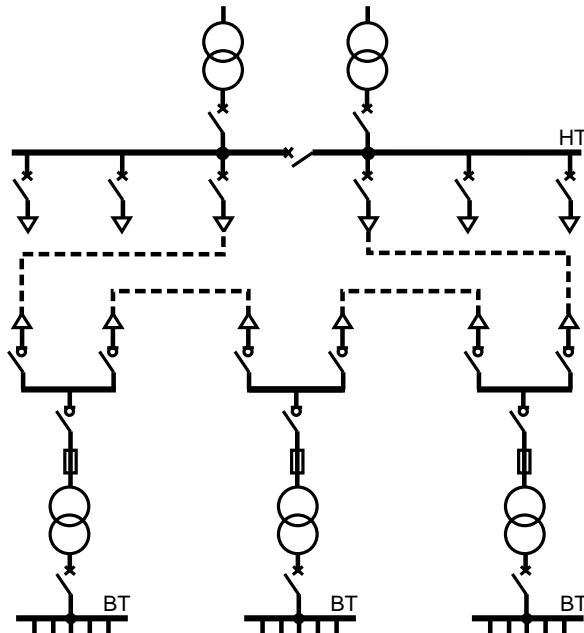


fig. 1 : schéma d'un réseau en boucle.

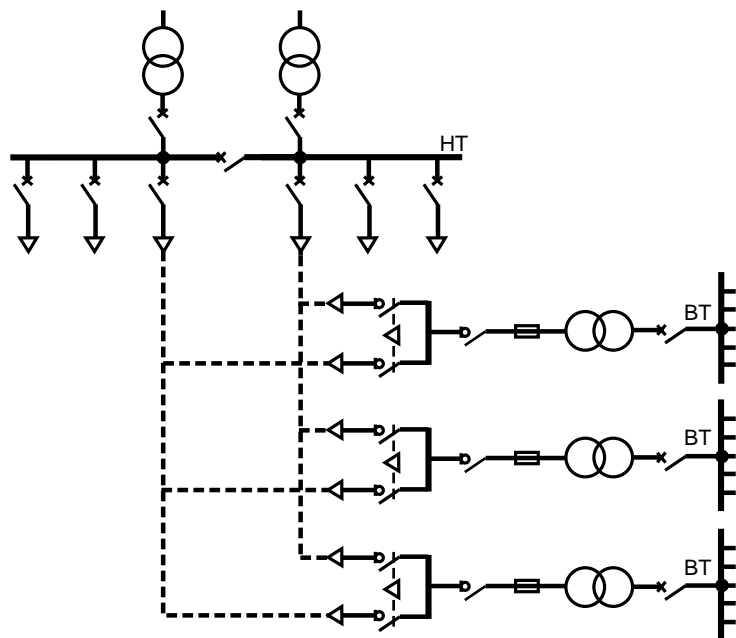


fig. 2 : schéma d'un réseau en double dérivation.

Différentes structures de réseau - Suite

Double jeux de barres

(cf. fig. 5)

Préconisée lorsqu'une très grande continuité d'alimentation est demandée ou lorsqu'il y a de très fortes variations

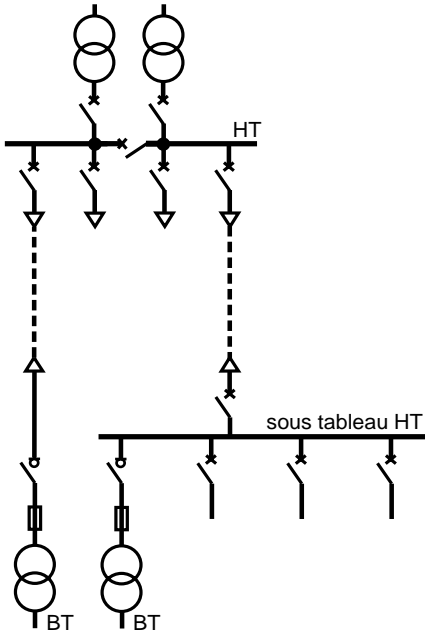


fig. 3 : schéma d'un réseau en simple alimentation.

de charges : les charges pouvant être réparties sur l'un ou l'autre des jeux de barres, sans interruption d'alimentation.

Avec groupes de production d'énergie

(cf. fig. 6)

C'est la structure la plus simple mais très souvent rencontrée.

Avec source de remplacement et délestage

(cf. fig. 7)

C'est le cas typique d'un réseau industriel où une très grande continuité d'alimentation est demandée avec une seule alimentation du distributeur public.

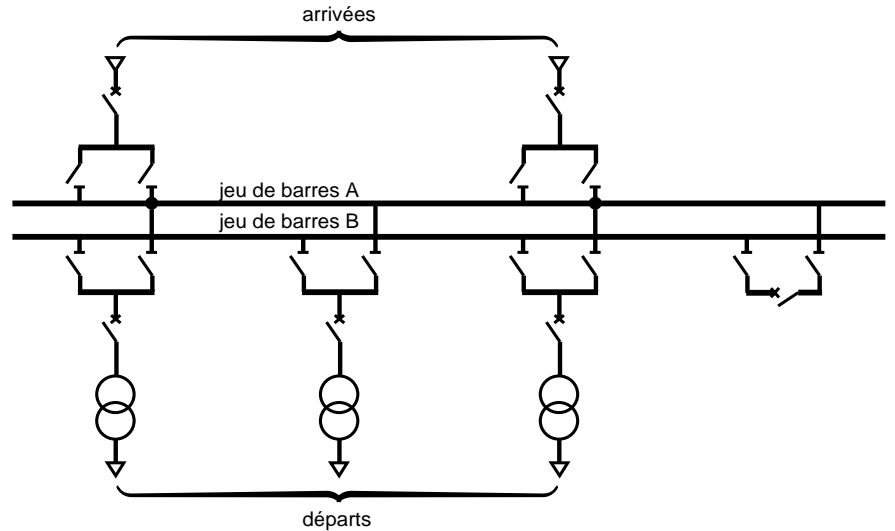


fig. 5 : schéma d'un réseau en double jeux de barres.

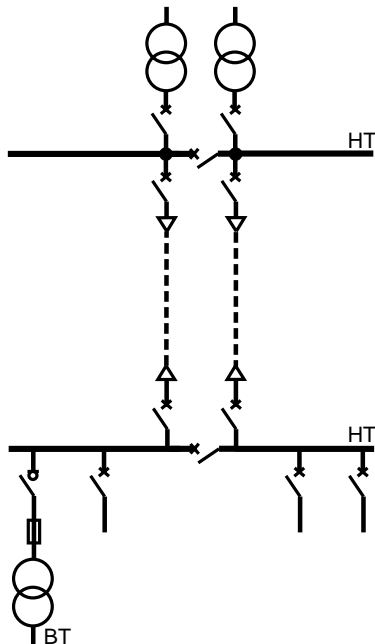


fig. 4 : schéma d'un réseau en double alimentation.

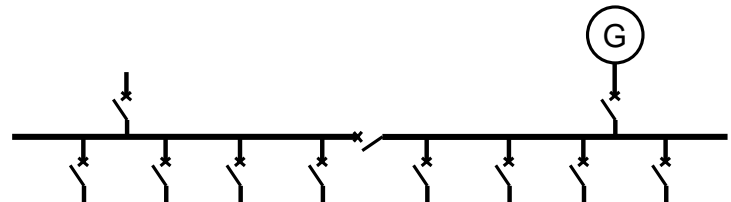


fig. 6 : schéma d'un réseau avec un groupe de production d'énergie.

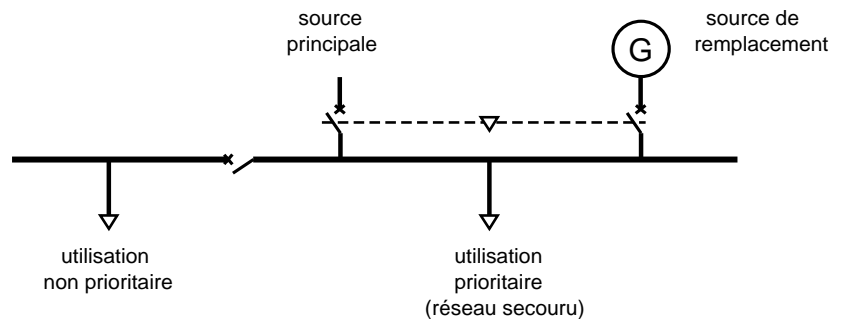


fig. 7 : schéma d'un réseau avec une source de remplacement et délestage.

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)

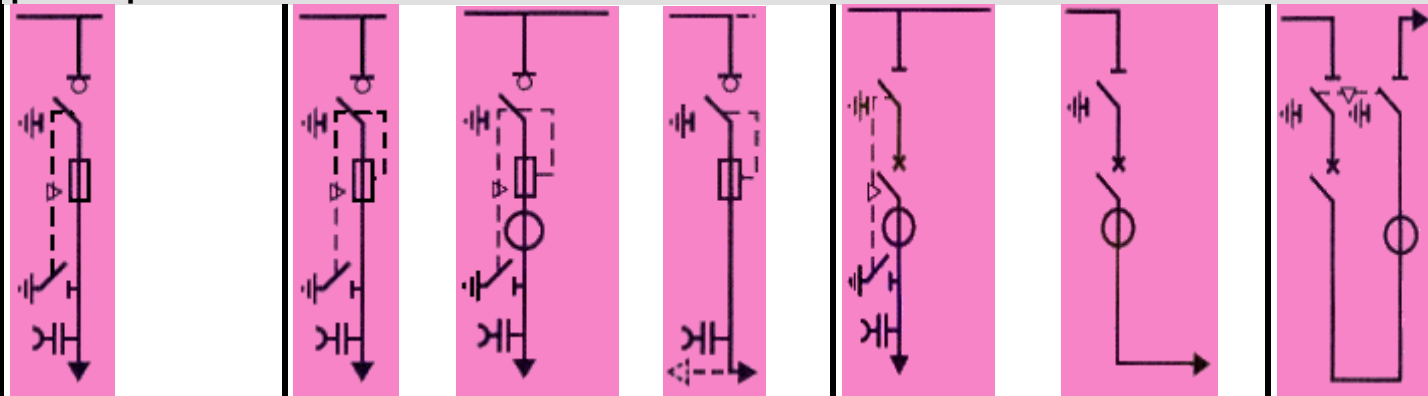
exemple

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)

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	
Niveau d'isolement																		
kVeff – 1min	isolement	20	28	38	50	20	28	38	50	20	28	38	50	20	28	38	50	
	sectionnement	23	32	45	60	23	32	45	60	23	32	45	60	23	32	45	60	
kV choc 1,2/50µs	isolement	60	75	95	125	60	75	95	125	60	75	95	125	60	75	95	125	
	sectionnement	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)	Pour Ia (A)																	
	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	
Pouvoir de coupure maximal de l'appareil	en réseau (kAeff)	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	
	de câbles à vide (A)	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 lth				50	50	50	40	
	de transfo à vide (A)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
Pouvoir de fermeture de l'appareil	de câbles à vide (A)	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	

Transformateur immergé Minera - Transformateur sec Trihal



Les transformateurs Minera et Trihal équipent les postes Biosco et Bocage.

Minera, transformateur immergé à remplissage total

Les transformateurs immergés Minera sont des transformateurs de distribution HTA/BT de 100 à 2500 kVA jusqu'à 24 kV, à refroidissement naturel dans l'huile minérale.

Ils correspondent à la spécification suivante :

- transformateur triphasé 50 Hz
- immergés dans l'huile minérale
- installation à l'intérieur
- étanches à remplissage total (ERT)
- couvercle boulonné sur cuves à ondes
- refroidissement naturel type ONAN
- traitement et revêtement anti-corrosion standard
- teinte gris RAL 7033.

Equipement de base :

- un commutateur de réglage cadenassable, manœuvrable hors tension (situé sur le couvercle)
- des traversées embrochables HTA 250 A/24 kV
- des traversées BT (porcelaines jusqu'à 160 kVA, passe-barres à partir de 250 kVA)
- les accessoires habituels (emplacements de mise à la terre, orifice de remplissage, anneaux de levage et de décuvage, galets de roulement, plaque signalétique).

Options :

- système de verrouillage des traversées embrochables (serrure non fournie)
- capot BT plombable (possible avec traversées embrochables côté HTA et traversées passe-barres côté BT)
- relais de protection, thermomètre, etc.

Normes

Ces transformateurs sont conformes à la norme NF C 52-112-1 (juin 1994) harmonisée avec le document HD 428 S1 du CENELEC.



Trihal, transformateur sec enrobé

Les transformateurs Trihal sont des transformateurs de distribution HTA/BT de 160 à 2500 kVA jusqu'à 24 kV, à isolement dans l'air et dans la résine époxyde.

Ils correspondent à la spécification suivante :

- transformateur triphasé 50 Hz
- type sec, enrobé et moulé sous vide dans une résine époxyde ignifugée
- classe thermique F
- installation à l'intérieur
- refroidissement naturel type AN
- traitement et revêtement anti-corrosion standard
- teinte gris RAL 9002.

Ils sont livrés en 2 versions :

- sans enveloppe de protection (IP00)
- avec enveloppe métallique (protection IP31, IK7).

Equipement de base :

- des barrettes de commutation des prises de réglage, manœuvrables hors tension (sur la partie active)
- des barres de couplage HTA, avec prises de raccordement sur câbles ou traversées embrochables
- les plages de raccordement BT
- les accessoires habituels (emplacements de mise à la terre, anneaux de levage, trous de halage sur le châssis, galets de roulement, plaque signalétique).

Options :

- protection thermique Z.

Normes

Ces transformateurs sont conformes aux normes :

- NF C 52-100 (août 1990) harmonisée avec les documents du CENELEC (HD 398-1 à 398-5)
- NF C 52-115 (1994) et NF C 52-726 (1993) harmonisée avec les documents du CENELEC (HD 538-1 S1 et HD 464 S1)
- IEC (76-1 à 76-5, 726 édition 1982, 905).

Fusibles HTA Soléfuse - Présentation et caractéristiques



Présentation

Les Soléfuse sont des fusibles à haut pouvoir de coupure, limiteurs de courant, utilisés sur les réseaux HTA 7,2 à 32 kV.

Ils sont destinés à réaliser la protection :

- des transformateurs
 - des réseaux de distribution
 - des récepteurs haute tension contre les défauts importants pouvant survenir, soit :
 - sur les circuits HTA
 - sur les circuits BT, en cas de défaillance de protection BT ou d'incident en amont de ces protections.
- Prévus pour une utilisation en intérieur, ils sont ou non munis d'un percuteur servant d'indicateur de fusion.

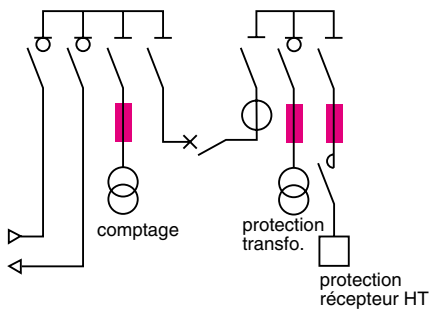
Description

Les fusibles Soléfuse comportent :

- une enveloppe en composite (tissu de verre imprégné) évitant, grâce à son excellente tenue, tout risque de fragmentation lors de la coupure ou de la manutention
- des éléments fusibles (ruban d'argent pur)
- un garnissage de sable de silice
- un percuteur fourni en option.

L'optimisation de leur conception apporte un progrès important dans la protection des installations par :

- d'excellentes caractéristiques de fusion du ruban d'argent pur
- la parfaite extinction de l'arc obtenu par le fort pouvoir d'absorption thermique du sable de silice
- le montage de l'élément fusible soudé sur les calottes d'extrémités et l'homogénéité du garnissage de sable de silice.



Exemple d'installation avec comptage HTA, conforme à la norme UTE C13-100

Normes

Les fusibles Soléfuse répondent aux exigences des normes internationales suivantes :

- CEI 282-1 787
- UTE C 64-200, C 64-210
- les essais de vieillissement des fusibles sont effectués suivant la norme CEI 644.

Caractéristiques électriques

Les fusibles Soléfuse répondent intégralement à la norme UTE C 64-210 qui fixe notamment le niveau de surtension à :

- 75 kV crête pour $U_n = 24$ kV, et
- 38 kV crête pour $U_n = 12$ kV.

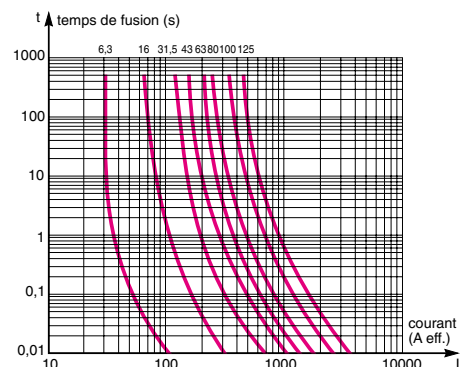
Calibres (A) et références des fusibles (1)

tension nominale (kV)	tension de service (kV)	calibre (A)	pouvoir de coupure (kA eff.)	$I^2 \times t$ max. (A ² s)	réf. sans percuteur	avec percuteur
7,2	≤ 6,6	16	50	3×10^4		55810
		31,5	50	7×10^4		55812
		63	50	2×10^5		55814
		125	50	7×10^5		55818
12	10-11	100	50	5×10^5		55834
17,5	13,8-15	80	40	$3,6 \times 10^5$		55838
24	20-22	6,3	30	7×10^3	55840	55850
		16	30	3×10^4	55842	55852
		31,5	30	7×10^4	55844	55854
		43	30	10^5	55846	55856
		63	30	2×10^5	55848	55858
36	30-33	6,3	20	7×10^3		55866
		16	20	3×10^4		55868
		31,5	20	7×10^4		55870

(1) Autres calibres : nous consulter.

Courbes de fusion

Courbes moyennes de fusion de chaque calibre de fusible. La tolérance sur le courant I est de $\pm 10\%$.



Choix des fusibles

La mise sous tension, à vide ou en charge, des transformateurs provoque toujours une importante pointe de courant à l'enclenchement.

Les fusibles Soléfuse sont conçus pour supporter ce fort courant d'appel. Leur calibre est toujours supérieur à la valeur du courant nominal du transformateur. Tension de service et puissance du transformateur déterminent le calibre des fusibles à mettre en œuvre.

Détermination de la référence

S'il n'est pas possible d'associer au couple tension de service et calibre, une référence du fusible, prendre la référence correspondant :

- au calibre désiré
- à la tension de service supérieure la plus proche.

Exemple : $U_s = 11$ kV, $I_n = 43$ A, choisir la référence **55856** qui correspond à une tension de 24 kV.

Remplacement des fusibles

Lorsque l'élimination d'un défaut se traduit par la fusion d'un (ou deux) fusible(s), le remplacement est souvent limité aux seuls éléments fondus.

Or, les caractéristiques des fusibles demeurés apparemment sains sont généralement affaiblies par les contraintes provoquées par le court-circuit. Une remise en service dans ces conditions entraîne un risque de fusion intempestive pour des surintensités de valeur très faible.

Les normes CEI et UTE recommandent, dans ce cas, de remplacer le jeu complet de fusibles.

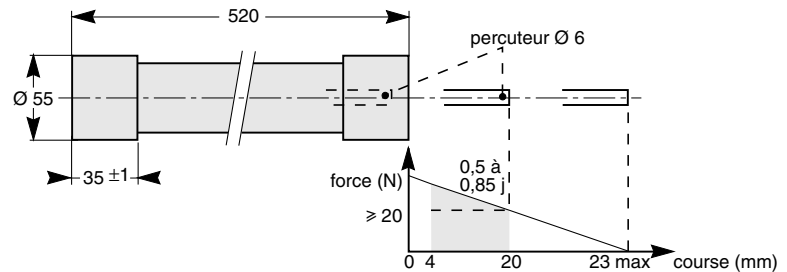
25	6,3	6,3	6,3	6,3	16	16	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
50	16	6,3	6,3	6,3	16	16	16	16	16	16	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
100	31,5	16	16	6,3	31,5	31,5	31,5	16	16	16	16	16	16	16	6,3	6,3
125	31,5	16	16	6,3	63	31,5	31,5	31,5	16	16	16	16	16	16	6,3	6,3
160	63	31,5	16	16	63	63	31,5	31,5	31,5	16	16	16	16	16	16	6,3
200	63	31,5	16	16	63	63	31,5	31,5	31,5	16	16	16	16	16	16	16
250	63	31,5	16	16	80	80	63	63	63	31,5	31,5	16	16	16	16	16
315	63	63	43	16	100	80	80	63	63	63	31,5	31,5	31,5	31,5	16	16
400	63	63	43	43	100	100	80	63	63	63	43	31,5	31,5	31,5	31,5	16
500		63	43	43	125	125	100	80	80	80	43	43	31,5	31,5	31,5	16
630		63	43	43			125	100	100	80	63	63	43	43	31,5	31,5
800			43	43				125	100	100	80	63	63	43	43	31,5
1000			63	43					125	125	80	80	63	63	43	31,5
1250				63							100	100	80	80	63	43
1600														80	63	6

(1) Pour utilisation avec RM6, le calibre des fusibles devra être choisi parmi les valeurs spécifiques à ce produit (un tableau de choix est affiché sur le poste lui-même). Pour utilisations industrielles particulières (ex. : appareils à induction), nous consulter.

Dimensions

Les dimensions des Soléfuse sont identiques quels que soient la tension ou le courant nominal. Elles respectent la norme UTE C 64-200.

Le graphique indique l'effort exercé par le percuteur en fonction de la position qu'il occupe par rapport à sa course totale.

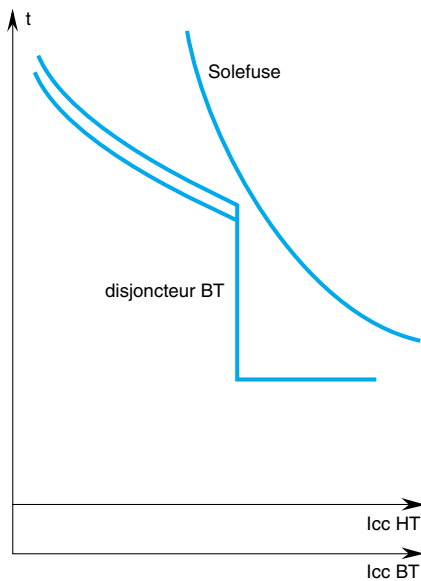


Choix du matériel BT

Grandeurs caractéristiques du transformateur

Le matériel BT est directement lié aux caractéristiques de courant et de tension de court-circuit du transformateur.

Les tableaux T1 et T2 en bas de page donnent, pour tous les types de transformateur (sec ou immergé) et en fonction de la puissance normalisée du transformateur, l'intensité nominale au primaire, l'intensité nominale au secondaire (BT 410 V) ainsi que le courant de court-circuit au secondaire du transformateur calculé sous la tension à vide. Ces tableaux sont valables pour les transformateurs dont la tension nominale primaire est de 15 ou 20 kV. Bien que variant de 4 à 6 % selon les caractéristiques du transformateur, la tension de court-circuit U_{cc} est prise égale à 5 % en première approximation.



Sectionnement BT à coupure visible (NF C 13-100)

La norme NF C 13-100 impose la présence d'un dispositif de sectionnement à coupure visible situé immédiatement en aval du matériel de comptage basse tension. Les bornes de sortie de ce dispositif constituent la limite aval de l'installation. Ce dispositif est une sécurité en cas d'intervention coté primaire pour éviter un retour alimenté par la basse tension.

Le dispositif de sectionnement à coupure visible peut être constitué par :

- un interrupteur INV associé à un disjoncteur Compact NS
- un disjoncteur Compact NS, Masterpact NT/NW débrochable.

La présence d'un inverseur de source avec des disjoncteurs en versions fixes nécessite l'emploi d'un interrupteur INV :

- associé sur le disjoncteur "normal"
- sinon en appareil séparé en amont immédiat (moins d'un mètre) du disjoncteur "normal".

Ces appareils sont verrouillables ou cadenassables en position ouvert ou en position débroché en conformité avec la NF C 13-100.

Choix du disjoncteur BT

Le calibre du disjoncteur est défini compte tenu de l'intensité nominale du secondaire du transformateur.

Le pouvoir de coupure du disjoncteur est défini en fonction du courant de court-circuit au secondaire du transformateur. Le choix du déclencheur est réalisé en considérant le cas du défaut triphasé survenant en aval du disjoncteur. Il s'agit de vérifier la sélectivité entre la courbe de déclenchement du disjoncteur basse tension et la courbe de déclenchement du fusible moyenne tension. Les unités de contrôle électronique possédant une zone de déclenchement étroite pour la partie long retard, apportent plus de précision que les déclencheurs thermiques.

Pour tracer les courbes de déclenchement amont et aval sur le même graphique, il faut tenir compte du rapport de transformation du transformateur HTA/BT (exemple 20 000/410 V).

Le tableau T3 ci-dessous résume les matériels de protection (fusibles HTA et disjoncteurs BT) à utiliser et les réglages à effectuer côté BT avec un transformateur 20 000/410 V (à diélectrique liquide pour les valeurs de U_{cc} et I_{cc}).

Nombre de pôles du disjoncteur BT en fonction du schéma de liaison à la terre

En schéma IT le disjoncteur sera tétrapolaire si le neutre est distribué ou tripolaire dans le cas contraire (un contrôleur permanent d'isolement est imposé par la norme NF C 15-100).

En schéma TT le disjoncteur sera tétrapolaire si le neutre est distribué (un dispositif différentiel à courant résiduel est imposé par la norme NF C 15-100).

En schéma TNC le disjoncteur sera tripolaire (conducteur PEN non coupé) ou tétrapolaire en régime TNS (conducteur PE non coupé).

Tableau T1 : Transformateur à diélectrique liquide (pour Pcc amont 500 MVA / BT 410V)

puissance (kVA)	160	250	400	630	800	1000	1250
intensité primaire (A)(20 kV)	4,6	7,2	11,5	18,2	23,1	28,9	36,1
intensité secondaire (A)(410 V)	225	352	563	887	1127	1408	1760
tension de court-circuit (U_{cc} %)	4	4	4	4	6	6	6
intensité de court-circuit (kA)	5,6	8,7	13,8	21,5	18,3	22,7	28,1

Tableau T2 : Transformateur sec type Trihal (pour Pcc amont 500 MVA / BT 410V)

puissance (kVA)	160	250	400	630	800	1000	1250
intensité primaire (A)(20 kV)	4,6	7,2	11,5	18,2	23,1	28,9	36,1
intensité secondaire (A)(410 V)	225	352	563	887	1127	1408	1760
tension de court-circuit (U_{cc} %)	6	6	6	6	6	6	6
intensité de court-circuit (kA)	3,7	5,8	9,3	14,5	18,3	22,7	28,1

Tableau T3

puissance transformateur (kVA)	HTA (20 kV) fusibles (A)		BT (410 V) I_n (A) secondaire	disjoncteur Compact type	déclencheur Compact type (A)	réglages	
	I_n (A) primaire					lth long retard maxi	lmag. court retard maxi
160	16	4,6	225	NS250N	TM250D	0,9	10
250	16	7,1	350	NS400N	STR23SE	0,9	6
400	43	11,5	560	NS630N	STR23SE	0,9	9
630	43	18	900	NS1000N, NT10H1, NW10N1	Micrologic 5.0 A	0,9	6
800	43	23	1120	NS1200N, NT12H1, NW12N1	Micrologic 5.0 A	0,9	5
1000	43	29	1400	NS1600N, NT16H1, NW16N1	Micrologic 5.0 A	0,9	5
1250	63	35	1750	NW20N1	Micrologic 5.0 A	0,9	5