

## 1. ROLE DES SOURCES EXTERNES

La tranche est reliée au réseau extérieur par l'intermédiaire d'une liaison principale et d'une liaison auxiliaire. Ces deux liaisons externes doivent être aussi indépendantes que possible.

La liaison principale est conçue pour permettre d'évacuer l'énergie produite par le groupe turbo-alternateur vers le réseau général et d'alimenter l'ensemble des auxiliaires de la tranche dans toutes les situations normales de fonctionnement comme dans les situations accidentelles.

La liaison auxiliaire est conçue pour alimenter à partir du réseau général les auxiliaires de la tranche nécessaire à l'arrêt de la tranche dans les situations normales de fonctionnement comme dans les situations accidentelles. Cette liaison vient en secours de la liaison principale lors de sa perte. Dans ce cas, la permutation de source s'effectue au moyen d'un dispositif de basculement de source afin d'assurer une continuité de service pour la fourniture d'énergie électrique au réseau interne de la tranche.

## 2. SCHEMA GENERAL

Les éléments fondamentaux côté liaisons externes sont :

1. une liaison principale reliant l'alternateur au réseau général par l'intermédiaire d'un transformateur principal (3 pôles séparés),
2. une connexion à la liaison principale, en aval du transformateur principal qui permet de soutirer l'énergie électrique, soit de l'alternateur si la tranche est couplée soit au réseau général si la tranche est découplée, et d'alimenter l'ensemble des auxiliaires de tranche par l'intermédiaire des transformateurs de soutirage,
3. deux transformateurs de soutirage, abaisseurs de tension, connectés sur la liaison principale. Ils ont chacun deux enroulements secondaires,

4. une distribution électrique dont la répartition vers l'Ilôt Nucléaire est effectuée sur quatre trains (un train par enroulement du transformateur de soutirage),
5. une liaison auxiliaire connectée à un réseau général qui permet d'alimenter certains auxiliaires (**voir chapitre 8.1.5.2**) pendant les phases d'arrêt en conditions normales ou accidentelles,
6. un transformateur auxiliaire, abaisseur de tension à deux enroulements, qui est monté sur la liaison auxiliaire. Chaque enroulement est relié à deux trains permettant ainsi de connecter les quatre trains au TA,
7. l'implantation des plates-formes TP – TS et TA est réalisée en périphérie du bâtiment électrique non classé de l'Ilôt conventionnel appelé BLNC et de la salle des machines.

## 3. LIAISON PRINCIPALE

### 3.1. MISSIONS D'EXPLOITATION

La liaison principale est utilisée en priorité sur les autres liaisons et couvre donc tous les états de tranche :

- tranche en puissance, elle permet d'évacuer l'énergie produite par l'alternateur vers le réseau général et d'alimenter l'ensemble des auxiliaires de la tranche par soutirage d'une fraction de l'énergie produite par l'alternateur,
- tranche en phase de démarrage ou d'arrêt normal, elle permet d'alimenter l'ensemble des auxiliaires de la tranche à partir du réseau général,
- tranche en phase d'arrêt en conditions accidentelles et de maintien en état stable de la tranche, elle permet d'alimenter l'ensemble des auxiliaires de la tranche à partir du réseau général.

La liaison principale assure d'autres missions concernant :

- la transition entre les phases tranche en puissance et tranche en démarrage/arrêt, et les phases de couplage/découplage de la tranche au réseau,
- l'intégrité de la tranche vis à vis d'une perturbation du réseau général : ilotage de la tranche.

### 3.2. BASES DE CONCEPTION

L'incidence des études électriques de l'Ilôt Nucléaire amène à prendre en compte les hypothèses suivantes pour l'étude générale de la liaison principale :

- Choix d'un schéma à quatre trains correspondant aux quatre divisions de l'Ilôt Nucléaire,
- Alimentation préférentielle des auxiliaires de tranche par la liaison principale connectée au réseau général,
- Adoption de deux transformateurs de soutirage à deux

enroulements secondaires afin de conserver une structure à quatre trains sur le plan de l'indépendance électrique,

- Installation des transformateurs de soutirage sur une plate-forme commune TP/TS et séparation des cheminements de chaque TS vers le BLNC. Cette conception permet de minimiser le risque de perte de source externe dans les BL en cas d'incendie.

De plus, le schéma de soutirage HTB contient la liaison d'évacuation d'énergie de l'alternateur pour les besoins d'exploitation normale de tranche. Les hypothèses d'études de cette liaison amènent à définir les exigences suivantes :

- possibilité de connecter l'alternateur au réseau général pour la phase de production,
- possibilité de séparer l'alternateur du réseau général en cas d'incident de tranche mais en maintenant alimentés les auxiliaires de tranche par le réseau,
- possibilité de séparer la tranche du réseau général en cas d'incident réseau ; les auxiliaires sont alimentés par l'alternateur.

Enfin, les dimensionnements des appareils de coupure et des transformateurs du poste de soutirage HTB sont calculés en tenant compte des performances du réseau (Puissances de court circuit minimale et maximale).

Les principaux critères de dimensionnement sont les pouvoirs de coupure et de fermeture des disjoncteurs, ainsi que les réactances et puissance assignées de chaque transformateur.

### 3.3. DESCRIPTION DU SYSTEME

Le schéma de soutirage HTB regroupe la liaison d'évacuation d'énergie et la liaison de soutirage. Ces deux liaisons forment la liaison principale.

La liaison d'évacuation d'énergie débute en sortie d'alternateur. Elle

est constituée d'un transformateur principal, d'un disjoncteur de couplage et d'un disjoncteur de ligne. Ensuite, elle est connectée au réseau général.

Les rôles de chaque élément de la liaison sont respectivement :

- pour le transformateur principal d'adapter la tension alternateur au réseau 400 kV pour évacuer l'énergie électrique,
- pour le disjoncteur de couplage de participer au couplage et découplage de la tranche, d'éliminer des défauts de l'alternateur, d'éliminer des défauts du poste HTB avec le disjoncteur de ligne et d'alimenter les auxiliaires de la tranche en cas d'îlotage,
- pour le disjoncteur de ligne :
  - de participer à l'élimination des défauts du poste HTA avec le disjoncteur de couplage,
  - de participer à l'élimination des défauts de la ligne d'évacuation avec le disjoncteur du poste d'interconnexion du réseau (dans l'hypothèse d'un schéma ligne longue de raccordement au réseau),
  - d'assurer l'îlotage de la tranche et son re-couplage après îlotage,
  - d'alimenter les auxiliaires de la tranche à l'arrêt.

La liaison de soutirage d'énergie est connectée à la liaison principale entre le disjoncteur de couplage et le disjoncteur de ligne.

### 3.4. PHENOMENES PHYSIQUES DETERMINANT LE FONCTIONNEMENT

L'alimentation principale sert de source électrique préférentielle pour

alimenter la tranche à partir du réseau général. C'est donc une source permanente qui contribue au fonctionnement de la tranche dans la plupart des régimes de fonctionnement de la tranche.

Les phénomènes physiques déterminant les régimes sont décrits ci-dessous :

- mise en service de la liaison principale : la mise sous tension de la ligne principale s'effectue en fermant le disjoncteur de ligne. Ceci permet d'alimenter les auxiliaires de tranche par l'intermédiaire des transformateurs de soutirage. Le transfert d'énergie est réalisé dans le sens réseau vers centrale,
- mise hors service : la mise hors tension de la ligne principale s'effectue en ouvrant le disjoncteur de ligne,
- couplage / découplage de l'alternateur au réseau par la liaison principale : cette opération est réalisée par le disjoncteur de couplage. Quand la tranche est couplée et débite sur le réseau, l'alimentation des auxiliaires est réalisée par l'alternateur,
- îlotage : en cas de perturbation sur le réseau principal, la tranche doit se séparer du réseau pour éviter un trouble grave de fonctionnement au moyen du disjoncteur de ligne. La tranche réalimente les auxiliaires par l'alternateur. Les critères d'îlotage ont surtout pour origine un défaut électrique sur le réseau qui se manifeste par un minimum de tension ou de fréquence. Le re-couplage au réseau principal de la tranche après îlotage est réalisé par le disjoncteur de ligne dès que le réseau a retrouvé ses paramètres normaux d'exploitation.

### 3.5. ESSAIS, INSPECTIONS ET MAINTENANCE

Définis ultérieurement

## 4. LIAISON AUXILIAIRE

### 4.1. MISSIONS D'EXPLOITATION

La liaison auxiliaire est utilisée en secours de la liaison principale et doit couvrir les états de tranche suivants :

- Tranche initialement en puissance en phase d'arrêt,
- Tranche en phase d'arrêt normal, elle permet d'alimenter les auxiliaires de tranche, nécessaires à cet état, à partir du réseau général.

### 4.2. BASES DE CONCEPTION

La liaison principale est complétée par une liaison auxiliaire dont les caractéristiques sont les suivantes :

- une identité du transformateur auxiliaire et des transformateurs de soutirage,
- une alimentation du transformateur auxiliaire EPR par une source 400 kV séparée physiquement de la ligne d'alimentation du transformateur de soutirage depuis le poste d'interconnexion au réseau,
- une installation du transformateur auxiliaire sur une plate-forme distante de celle des TS,
- une séparation des cheminements de chaque enroulement TA vers le BLNC.

Des casemates encadrant les différents transformateurs veillent à éviter qu'un incendie sur un transformateur ne vienne détériorer ses voisins.

Cette conception permet de minimiser le risque de perte de source externe dans l'îlot Nucléaire en cas d'incendie.

Le dimensionnement des appareils de coupure et des transformateurs de la liaison auxiliaire est identique à celui du poste de soutirage HTB.

Les caractéristiques du transformateur auxiliaire sont identiques à celles du transformateur de soutirage, permettant ainsi leur remplacement par un même transformateur de rechange. Le dimensionnement du TA permet la reprise des auxiliaires de tranche nécessaires après un basculement de sources.

### 4.3. DESCRIPTION DU SYSTEME

La liaison auxiliaire est constituée d'un transformateur et d'un disjoncteur. Elle est connectée au réseau 400 kV via un réseau auxiliaire distinct de celui alimentant les transformateurs de soutirage.

### 4.4. SPÉCIFICITÉS DU SITE DE FLAMANVILLE

Outre un schéma de raccordement de type ligne longue (liaison à 2 disjoncteurs) au poste d'interconnexion, l'implantation de l'EPR sur le site de Flamanville génère un appairage entre la tranche 2 et la tranche EPR au niveau de l'alimentation des transformateurs auxiliaires.

Cet appairage est justifié par les points suivants :

- Séparation physique des lignes d'alimentation 400 kV entre le transformateur de soutirage d'une tranche et le transformateur auxiliaire,
- Nécessité d'avoir 2 disjoncteurs au niveau du poste d'interconnexion au réseau entre le départ alimentant le transformateur de soutirage et celui alimentant le transformateur auxiliaire de cette même tranche.

Du fait du raccordement existant des tranches 1 et 2 au poste d'interconnexion, le mode d'alimentation du TA EPR ne peut être fait que depuis la ligne 400 kV FA2. Le raccordement à cette source 400 kV est réalisé au travers d'un Poste Aéro Souterrain distinct physiquement de la plate-forme d'évacuation d'énergie de la tranche 2.

### 4.5. PHENOMENES PHYSIQUES DETERMINANT LE FONCTIONNEMENT

La mise sous tension ou hors tension du transformateur auxiliaire se fait par l'intermédiaire du disjoncteur d'alimentation du transformateur.

La liaison reste toujours sous tension, prête à reprendre en secours l'alimentation des auxiliaires de la tranche sur perte de la liaison principale.

### 4.6. ESSAIS, INSPECTIONS ET MAINTENANCE

Définis ultérieurement.

## 5. BASCULEMENT TS/TA

### 5.1. MISSIONS D'EXPLOITATION

Comme présenté au **chapitre 8.1.1**, le basculement automatique TS vers TA a pour but d'assurer une continuité de service de la fourniture d'énergie électrique par le réseau général auxiliaires de la tranche. Cette permutation de source est de type lent. Elle entraîne une modification de l'état de tranche dans la mesure où les deux sources TS et TA ne sont pas dimensionnées de la même manière. En effet, il est nécessaire de délester certains auxiliaires pour rester dans le dimensionnement du TA. Ceci conduit donc à un arrêt automatique du réacteur.

Il existe aussi un basculement manuel TS vers TA pour permettre lors d'un arrêt de tranche de mettre hors tension la liaison principale. Les auxiliaires de tranche sont basculés sur le TA avant la mise hors tension de la liaison principale. Dans la mesure où le basculement manuel est volontaire et que la tranche est déjà à l'arrêt, les auxiliaires alimentés restent en service.

### 5.2. PHENOMENES PHYSIQUES DETERMINANT LE FONCTIONNEMENT

Le basculement de source est généralement la conséquence directe d'un échec d'ilotage. La tranche tente sur perturbation réseau de se

protéger en se séparant du réseau général. L'ilotage est raté si la turbine ne passe pas le transitoire. L'ouverture du disjoncteur de ligne suivie du déclenchement turbine entraîne le basculement de source et le démarrage préventif des diesels principaux.

L'autre type de transitoire qui amène au basculement automatique TS vers TA est un défaut sur le poste HTB. Ce défaut entraîne l'ouverture simultanée du disjoncteur de ligne et du disjoncteur de couplage qui nécessite le passage sur TA.

A l'issue d'un basculement de source la tranche passe d'un état de production vers un état d'arrêt. Ce transitoire est étudié en prenant en compte les hypothèses d'études suivantes qui déterminent les actionneurs de forte puissance à conserver ou à délester pendant le transitoire :

- maintien de la disponibilité du secondaire pour faire l'appoint aux générateurs de vapeur et permettre de dissiper la puissance résiduelle du cœur. L'exigence fonctionnelle spécifie qu'il faut conserver une pompe d'extraction, une pompe de circulation, et la pompe de démarrage. Une pompe alimentaire doit également pouvoir être redémarrée,
- stabilisation du circuit primaire par le fonctionnement de la pompe primaire de la boucle N°3 pour permettre l'aspersion au pressuriseur.

sous chapitre **8.2**

## ALIMENTATION ELECTRIQUE DE L'ILOT CONVENTIONNEL ET DES OUVRAGES DE SITE (BOP)

### 1. ALIMENTATION ELECTRIQUE DE L'ILOT CONVENTIONNEL

Les éléments fondamentaux concernant la distribution de l'ilot conventionnel sont :

1. une distribution sur quatre trains pour garder la même structure que celle de l'ilot nucléaire. Une liaison par train entre les sources externes et le tableau secours via un tableau 10 kV du BLNC. La mise en cascade du tableau principal associée à son tableau secours permet une simplification du schéma et minimise le risque de perdre l'alimentation des tableaux secourus par les sources externes,
2. une distribution spécifique au BLNC réalisée à partir des tableaux 10 kV. Chaque tableau 10 kV alimente des utilisateurs non secourus (actionneurs 10 kV), un tableau 690 V et un tableau 400 V,
3. une distribution spécifique pour deux trains du BLNC afin d'alimenter des actionneurs sensibles de l'ilot conventionnel. Chacune de ces alimentations est sécurisée grâce à la possibilité de la secourir par un diesel principal 10 kV de l'ilot nucléaire,
4. une répartition des tableaux du BLNC en deux secteurs de feu de manière à minimiser le risque de perte de source externe sur deux divisions de l'ilot nucléaire en cas d'incendie dans un secteur de feu du BLNC. Ces deux zones techniques sont appelées BLNC 1 et BLNC 2.

### 2. ALIMENTATION ELECTRIQUE DES OUVRAGES DE SITE (BOP)

Les éléments fondamentaux concernant la distribution du BOP sont :

1. une distribution spécifique à la station de pompage réalisée à partir de quatre sous-tableaux 10 kV. Chaque sous-tableau alimente des utilisateurs non secourus, actionneurs 10 kV et un tableau 400 V pour chacune des quatre files de la station de pompage,
2. une répartition des tableaux de la station de pompage en quatre secteurs de feux de manière à minimiser le risque de perte d'alimentation électrique à une seule file de pompage en cas d'incendie dans un secteur de la station de pompage.

### 3. DISTRIBUTION ELECTRIQUE SECURISEE

#### 3.1. MISSIONS D'EXPLOITATION

Les actionneurs qui sont importants en tant que support du gros matériel du secondaire sont alimentés par les tableaux 690 V secourus de deux sections qui peuvent être alimentés chacun par un diesel principal de l'ilot nucléaire en cas de perte des sources électriques externes.

Les sources électriques alternatives en 400 V sans coupure ont principalement pour rôle d'alimenter les matériels de contrôle commande qui doivent rester insensible à toute perturbation des sources électriques amont mais aussi certains matériels servant à des fonctions sensibles du groupe turbo-alternateur (graissage et étanchéité hydrogène).

Les sources 220 V DC servent à alimenter les mécanismes de grappe (**voir chapitre 8.3.5.3**) et certains matériels servant à des fonctions sensibles du groupe turbo-alternateur (graissage et étanchéité hydrogène).

#### 3.2. DESCRIPTION DU SYSTEME

Le système secours de l'ilot conventionnel est composé de deux alimentations électriquement indépendantes. Chacune d'entre elle est alimentée par un tableau principal du BLNC ou d'une division de l'ilot nucléaire (**voir chapitre 8.3.1**).

L'alimentation 400 V sécurisée est produite via un transformateur depuis les tableaux 690 V sécurisés en amont.

Le 400 V sans coupure est obtenu à partir d'une alimentation statique sans interruption composée d'un ensemble redresseur/batteries et d'un onduleur alimenté par le tableau 690 V sécurisé. Une seconde alimentation depuis les tableaux 400 V

normal permet une alimentation via un contacteur statique ou un by-pass manuel lors d'opération de maintenance.

Les tableaux 220 V DC sont alimentés par l'ensemble redresseur/batteries 220 V DC de l'alimentation statique sans interruption.

## 4. DISTRIBUTION ELECTRIQUE NORMALE

### 4.1. MISSIONS D'EXPLOITATION

Le réseau normal de l'îlot conventionnel a pour but d'alimenter l'ensemble des auxiliaires du secondaire qui participent à la production. Ce réseau est constitué de 3 niveaux de tension :

- 10 kV pour l'alimentation électrique de l'îlot nucléaire et pour les gros actionneurs essentiellement utilisés pour les phases de production de la tranche. Ces auxiliaires sont alimentés en priorité par le TS,
- 690 V pour les actionneurs utilisés pendant les phases de production et d'arrêt de la tranche,
- 400 V pour les vannes, l'éclairage, les matériels statiques.

### 4.2. DESCRIPTION DU SYSTEME

La structure électrique du schéma HTA de l'îlot conventionnel permet de respecter la séparation en quatre divisions de l'îlot nucléaire. Ceci aboutit à créer quatre sections équipées chacune

d'un tableau principal 10 kV alimenté par un enroulement TS.

La distribution en 10 kV est donc constituée de quatre tableaux principaux correspondant chacun à une division de l'îlot nucléaire.

Chacun de ces tableaux alimente un tableau 10 kV non secouru et un secours d'une division de l'îlot nucléaire afin de réduire le risque de perte de l'alimentation par les sources externes pour les tableaux secourus :

- le réseau en basse tension normale, 690 V ou 400 V, du BLNC est connecté aux tableaux principaux 10 kV par l'intermédiaire de transformateurs,
- chacun des tableaux principaux 10 kV alimente un sous-tableau 10 kV de la station de pompage,
- le réseau basse tension normale, 400 V non classé de la station de pompage est connecté aux sous-tableaux 10 kV par l'intermédiaire de transformateurs.

## sous chapitre 8.3

## ALIMENTATION ELECTRIQUE DE L'ILOT NUCLEAIRE

### 0. EXIGENCES DE SURETE

#### 0.1. FONCTIONS DE SURETE

En tant que système support, l'alimentation en énergie électrique de l'îlot nucléaire ne contribue pas directement à la réalisation de fonctions de sûreté.

Cependant, elle alimente les utilisateurs de sûreté correspondant aux équipements nécessaires :

- à la maîtrise de la radioactivité,
- à l'évacuation de la puissance résiduelle,
- au confinement des substances radioactives.

#### 0.2. CRITERES FONCTIONNELS

L'alimentation électrique secourue de l'îlot nucléaire doit alimenter les actionneurs assurant des fonctions de sûreté, dans les limites statiques et dynamiques de tensions admissibles, dans tous les modes de fonctionnement et les transitoires, soit :

- tranche en puissance,
- alimentation par le générateur principal (îlotage) après réduction de charge,
- alimentation par le réseau principal,
- alimentation par le réseau auxiliaire,
- alimentation par les sources internes de secours (générateurs diesels principaux),
- alimentation par les sources internes d'ultime secours (générateurs diesels d'ultime secours),
- alimentation par les batteries dédiées accident grave (après perte de toutes les sources externes et internes),
- pendant et après des agressions externes.

Les exigences de fiabilité et de disponibilité de l'alimentation électrique secourue sont telles qu'elle ne soit pas un facteur déterminant dans l'indisponibilité des systèmes qu'elle alimente.

#### 0.3. EXIGENCES RELATIVES A LA CONCEPTION

##### 0.3.1. EXIGENCES ISSUES DES CLASSEMENTS DE SURETE

- Point 1 : Classement de sûreté

L'alimentation électrique doit être classée conformément au classement indiqué **au chapitre 3.2.**

- Point 2 : Critère de défaillance unique (active et passive)

Le critère de défaillance unique doit s'appliquer aux composants actifs remplissant des fonctions F1.

- Point 3 : Alimentations électriques secourues

Le système d'alimentation électrique de secours est agencé en quatre divisions indépendantes. Chaque division comprend un groupe diesel (dit diesel principal) et une distribution électrique composée de tableaux 10 kV, 690 et 400 V pour l'alimentation des auxiliaires de sûreté.

Dans chaque division, un système d'alimentation électrique sans coupure fournit une énergie électrique fiabilisée pour les systèmes de contrôle-commande.

Le système d'alimentation d'ultime secours est composé de deux groupes diesels (dits d'ultime secours) permettant l'alimentation de tableaux 690 V et 400 V.

Le système électrique d'alimentation dédié accident grave est capable de fournir une énergie électrique fiabilisée pour les dispositifs participant à la gestion des accidents graves.

- Point 4 : Qualification aux conditions de fonctionnement

La distribution électrique doit être qualifiée pour remplir son rôle de sûreté et s'adapter aux conditions d'ambiance auxquelles elle est soumise lors de l'accomplissement de sa mission conformément au **chapitre 3.7.**

- Point 5 : Classements mécaniques, électriques, contrôle-commande

L'équipement électrique doit être classé EE1 pour l'équipement assurant une fonction de sûreté F1 et EE2 pour l'équipement

assurant une fonction de sûreté F2 conformément chapitre 3.2 et au RCC-E (voir chapitre 1.6)

- Point 6 : Classement sismique

L'équipement électrique doit être classé conformément au classement sismique indiqué au chapitre 3.2.

- Point 7 : Essais périodiques

Les essais périodiques doivent être réalisés sur les systèmes classés de sûreté afin de contrôler leur disponibilité avec un niveau de confiance suffisant.

### 0.3.2. AUTRES EXIGENCES REGLEMENTAIRES

### Règles fondamentales de sûreté

- RFS IV-2-b - Exigences à prendre en compte dans la conception, la qualification, la mise en œuvre et l'exploitation des matériels électriques appartenant aux systèmes classés de sûreté.

Cette RFS doit être prise en compte dans la conception et la réalisation de la distribution électrique de l'îlot nucléaire.

### Directives techniques

- Directives Techniques § B2.4.1 (voir chapitre 3.1.2) - Exigences concernant les alimentations en énergie électrique.

### 0.3.3. AGRESSIONS

- Voir les tableaux des chapitres 3.3 et 3.4 présentant la liste des agressions prises en compte pour les générateurs diesels et les tableaux électriques.

## 1. ARCHITECTURE GENERALE

Le système d'alimentation électrique de l'îlot nucléaire est organisé en quatre divisions indépendantes. Il comprend :

**Une alimentation électrique normale** pour tous les actionneurs non secourus situés dans les bâtiments de l'îlot nucléaire.

**Une alimentation électrique secourue** pour tous les actionneurs de sûreté de la tranche.

**Une alimentation électrique sans coupure** pour le contrôle commande, la tension de commande des tableaux électriques et tous les autres utilisateurs devant rester sous tension pendant le démarrage des générateurs diesels.

**Une alimentation électrique sans coupure dédiée accident grave** permettant la gestion d'un accident grave en cas de perte de toutes les sources externes et de toutes les sources internes de secours.

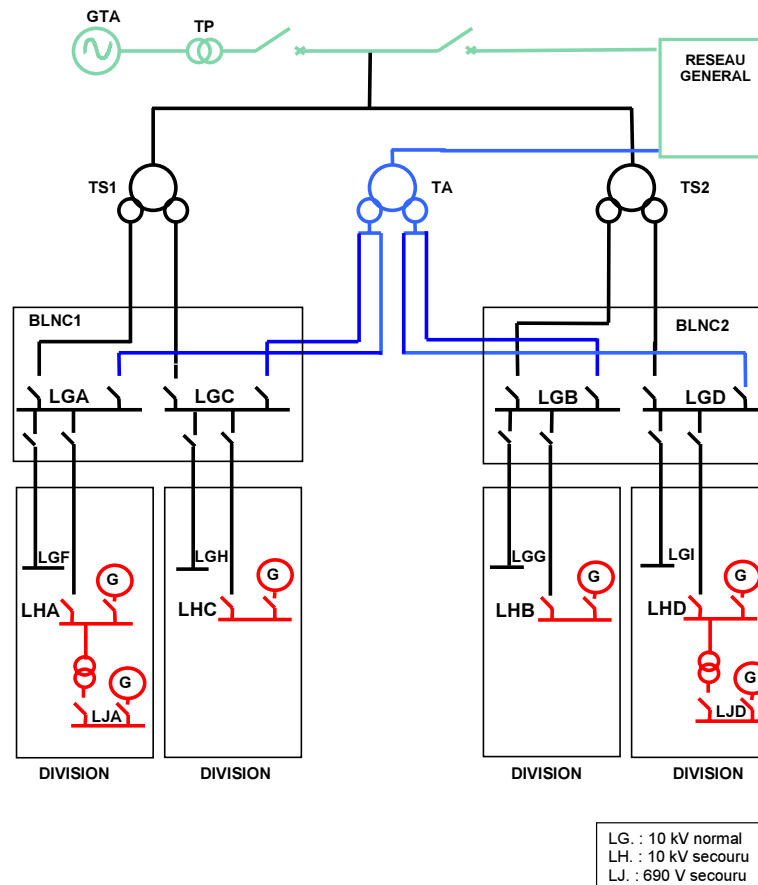
**Une alimentation électrique pour l'alimentation des mécanismes de commande des grappes.**

Les interfaces entre l'îlot conventionnel et l'îlot nucléaire sont les suivantes :

- la distribution électrique de l'îlot nucléaire est alimentée à partir de la distribution électrique de l'îlot conventionnel et peut en être séparée par ouverture d'un disjoncteur situé dans l'îlot nucléaire lorsque l'alimentation est réalisée par les générateurs diesels de secours,
- les systèmes d'alimentation électrique normale 10 kV de l'îlot nucléaire sont raccordés au système d'alimentation électrique normale de l'îlot conventionnel via un disjoncteur 10 kV situé dans l'îlot conventionnel qui est constamment fermé sauf en cas d'élimination d'un défaut électrique ou de maintenance,
- le système d'alimentation sécurisé de l'îlot conventionnel peut être ré-alimenté par les tableaux 690 V secourus de deux divisions de l'îlot nucléaire,
- le système d'alimentation électrique des mécanismes de commande des grappes de l'îlot nucléaire est alimenté par l'alimentation électrique 220 V DC de l'îlot conventionnel.

Le schéma ci-après montre l'articulation entre les 2 BLNC de l'îlot conventionnel et les 4 divisions de l'îlot nucléaire.

Schéma de principe des liaisons entre les 2 BLNC de l'îlot conventionnel et les 4 divisions de l'îlot nucléaire :



Les conditions de tension et de fréquence pour la distribution électrique de l'îlot nucléaire en fonction des différents régimes de fonctionnement de la tranche sont indiquées dans le tableau ci-

dessous. La tension aux bornes des utilisateurs est maintenue dans le domaine de variation autorisé dans tous les modes de fonctionnement tel que défini dans le RCC-E (**voir chapitre 1.6**).

#### Conditions de tensions dans les différents régimes de fonctionnement

Régime de fonctionnement	Contrôle de la tension
Fonctionnement normal en puissance	La tension sur les jeux de barres 10 kV est maintenue dans sa plage de variation autorisée par un régleur en charge situé au primaire des transformateurs de soutirage avec pour consigne $1,05 U_n$ à vide et $U_n$ en charge. La tension ne descend pas en dessous de $0,8 U_n$ y compris lors du démarrage du plus gros actionneur.
Démarrage et arrêt normal	La tension est contrôlée par la régulation de la tension du transformateur de soutirage
Fonctionnement en îlotage	La tension dans les systèmes d'alimentation électrique de l'îlot nucléaire est déterminée par la régulation de la tension du transformateur de soutirage
Basculement sur le réseau auxiliaire	Après le transfert sur le réseau auxiliaire, un régleur en charge situé au primaire du transformateur auxiliaire maintient la tension dans sa plage de variation autorisée sur les jeux de barres 10 kV.
Manque De Tension Externe	Après l'interruption d'alimentation due au temps de démarrage du diesel, la tension est maintenue dans sa plage de variation autorisée par la régulation de tension des générateurs diesels principaux. En cas de Manque De Tension Externe de longue durée, des protections non prioritaires de ces générateurs diesels pourront être réactivées.
Manque De Tension Généralisé	Après un fonctionnement sur batterie d'accumulateurs et démarrage du diesel d'ultime secours, la tension est maintenue dans sa plage de variation autorisée sur les tableaux ré-alimentés par la régulation de tension de ces diesels. La tension ne descend pas en dessous de $0,8 U_n$ lors de la reprise du plus gros actionneur (motopompe ASG).

## 2. GENERATEURS DIESELS PRINCIPAUX

### 2.1. MISSION DE FONCTIONNEMENT

Les générateurs diesels principaux 10 kV restaurent l'alimentation électrique en cas de manque de tension externe et d'échec ou d'impossibilité d'îlotage.

Les systèmes d'alimentation électrique de secours alimentent les utilisateurs classés de sûreté, et les utilisateurs importants pour la disponibilité de la tranche.

### 2.2. BASE DE CONCEPTION

Les générateurs diesels principaux 10 kV contiennent tous les équipements permettant l'alimentation en 10 kV des utilisateurs nécessaires à la réalisation des fonctions de sûreté.

Le bilan de puissance des générateurs diesels principaux tient compte de la répartition des actionneurs sur les jeux de barres et de leur utilisation en fonction des accidents de référence. La puissance nominale du moteur diesel est déterminée à partir de l'accident de référence dont les besoins en terme de puissance sont les plus élevés.

### 2.3. DESCRIPTION DU SYSTEME - CARACTERISTIQUES DE L'EQUIPEMENT

Voir **chapitre 9.5.2.1**.

### 2.4. PHENOMENES PHYSIQUES

#### DETERMINANT LE FONCTIONNEMENT

Les générateurs diesels principaux sont démarrés automatiquement en cas de perte simultanée des deux sources externes et d'échec ou d'impossibilité d'îlotage ou en cas de défaut sur un jeu de barres 10 kV normal de l'îlot conventionnel.

Le démarrage du diesel principal est automatique et tient compte du temps d'activation du dispositif de basculement TS/TA et de la plus longue durée de basculement possible. Ceci permet également d'éviter le démarrage d'un diesel lors des phases de démarrage de gros moteurs comme une motopompe alimentaire ou une pompe primaire.

Le système de protection démarre automatiquement les générateurs diesels en cas de manque tension sur leur jeu de barre 10 kV secouru respectif, il garantit également la séparation de l'alimentation électrique normale de l'îlot conventionnel, le délestage des actionneurs et leur reletage suivant une séquence de charge évitant toute surcharge du groupe diesel principal.

### 2.5. ESSAIS, INSPECTION ET MAINTENANCE

**Voir chapitre 9.5.2.**

## 3. GENERATEURS DIESELS D'ULTIME SECOURS

### 3.1. MISSION DE FONCTIONNEMENT

Les générateurs diesels d'ultime secours 690 V permettent de restaurer l'alimentation électrique 690 V en cas de Manque De Tension Généralisé afin d'alimenter les actionneurs nécessaires dans une telle situation.

Les générateurs diesels d'ultime secours 690 V alimentent principalement deux pompes ASG, des systèmes de ventilation dont les files EDE F1, des systèmes de contrôle-commande de l'îlot nucléaire et l'éclairage de la salle de commande.

Les systèmes PTR 3e file, EVU et SRU peuvent également être alimentés par les générateurs diesels d'ultime secours.

### 3.2. BASE DE CONCEPTION

Les générateurs diesels d'ultime secours 690 V contiennent tout l'équipement nécessaire à la production de 690 V pour les utilisateurs requis en cas de Manque De Tension Généralisé pour l'accomplissement des fonctions de sûreté.

Le bilan de puissance des générateurs diesels d'ultime secours tient compte de la répartition des utilisateurs sur les jeux de barres et de leur utilisation.

Un générateur diesel d'ultime secours est suffisant pour pallier le manque de tension généralisé et forme une unité autonome complète avec ses propres systèmes auxiliaires.

Ces générateurs sont différents des générateurs diesels principaux 10 kV (*voir chapitre 8.3.4*).

### 3.3. DESCRIPTION DU SYSTEME - CARACTERISTIQUES DE L'EQUIPEMENT

*Voir chapitre 9.5.2.2.*

### 3.4. PHENOMENES PHYSIQUES DETERMINANT LE FONCTIONNEMENT

Lors d'un manque de tension généralisé, c'est-à-dire une perte des sources externes, du groupe turboalternateur cumulé avec la perte de tous les générateurs diesels principaux 10 kV, la seule source disponible est celle des batteries d'accumulateurs qui offrent une autonomie de deux heures. Avant ces deux heures, les deux diesels d'ultime secours devront être démarrés pour alimenter les tableaux 690 V secourus.

Les générateurs diesels d'ultime secours sont démarrés manuellement depuis la salle de commande principale. Leur couplage et le relestage des actionneurs qu'ils ré-alimentent se fait depuis la salle de commande principale.

### 3.5. ESSAIS, INSPECTION ET MAINTENANCE

*Voir chapitre 9.5.2.*

## 4. DIFFERENCES ENTRE GENERATEURS DIESELS PRINCIPAUX ET GENERATEURS DIESELS D'ULTIME SECOURS

Une défaillance de cause commune entre les générateurs diesels principaux et les générateurs diesels d'ultime secours peut résulter du générateur diesel et des équipements associés (défaillance simultanée d'un composant identique) ou de son environnement (carburant, température, conditions de service).

La stratégie de lutte contre le risque de défaut de mode commun repose en premier lieu sur la grande fiabilité intrinsèque des équipements.

D'un point de vue conception, les positions techniques suivantes sont prises :

- choix d'une vitesse « semi rapide » pour les diesels principaux en raison des bons retours d'expériences en France et en Allemagne,
- choix d'une vitesse « rapide » pour les générateurs diesels d'ultime secours adaptée au niveau de puissance requis.

Ces choix contribuent à augmenter les différences de conception et de composants, et offrent une diversification satisfaisante entre les deux types de générateurs diesels.

Enfin, le choix de fournisseurs différents permet d'augmenter la diversité de conception et de composants sur les différentes machines.

Concernant l'environnement de la machine, certaines dispositions sont prévues à la conception et en utilisation. Par exemple :

#### Conception :

- entrée d'eau dans les bâches à fioul ou d'huile : Protection contre la corrosion des tuyaux d'évent,
- dégradation du fluide de refroidissement : Systèmes de préchauffage,
- gel du fioul ou figeage des graisses des pompes de transfert de fioul : Installation des tuyauteries des pompes de transfert de carburant à l'intérieur des bâtiments.

#### Conditions de service :

- Pollution bactériologique :
  - traitement bactéricide des bâches à fioul principales,
  - surveillance périodique du fioul par analyse physico-chimique d'échantillons,
  - risque de défaillance de cause commune par pollution accidentelle ou erreur lors des livraisons de fioul :
    - dépotage d'un camion-citerne dans une seule bache à fioul,
    - assurance qualité des fournisseurs de fioul,
    - contrôle à la livraison du fioul par analyse physico-chimique d'échantillon prélevé au camion.

- Dilution de carburant dans l'huile lubrifiante :

Restriction des opérations en fonctionnement à vide.

- Corrosion des tuyauteries :

Bonne compatibilité des fluides de refroidissement avec les tuyaux.

- Perte de débits nominaux de fluides ou de puissance nominale :

Essais périodiques à pleine charge et maintenance préventive.

- Indisponibilité simultanée des générateurs diesels principaux et des générateurs diesels d'ultime secours suite à la même erreur de maintenance :

Diversification des programmes de maintenance entre générateurs diesels principaux et d'ultime secours, essais de requalification, essais à pleine charge après les opérations de maintenance.

#### En règle générale :

Prise en compte du retour d'expérience d'exploitation des centrales françaises et allemandes.

#### Conclusion :

La différence de puissance et de vitesse entre les générateurs diesels principaux et les générateurs diesels d'ultime secours ainsi que les mesures décrites ci-dessus permettent d'exclure la possibilité d'une défaillance de cause commune entre les quatre générateurs diesels principaux et les deux générateurs diesels d'ultime secours.

## 5. DISTRIBUTION ELECTRIQUE SECOURUE

### 5.1. DISTRIBUTION ELECTRIQUE SECOURUE MT/BT

#### 5.1.1. MISSION DE FONCTIONNEMENT

La distribution électrique secourue alimente les utilisateurs classés de sûreté et les utilisateurs importants pour la disponibilité de la tranche dans les limites statiques et dynamiques admissibles pour ces utilisateurs.

#### 5.1.2. BASE DE CONCEPTION

La distribution électrique secourue contient tous les équipements permettant l'alimentation électrique secourue des utilisateurs qui y sont raccordés.

#### 5.1.3. DESCRIPTION DU SYSTEME - CARACTERISTIQUES DE L'EQUIPEMENT

##### Description du système :

Dans chaque division, le système d'alimentation électrique secouru contient les équipements suivants :

- une distribution 10 kV secouru,
- une distribution 690 V secouru alimentée via un transformateur pour les actionneurs de puissance < 400 à 500 kW,
- une distribution 400 V secouru alimentée via un transformateur pour l'alimentation d'actionneurs motorisés ou autres et des chaufferettes pressuriseur secourues,
- une distribution 400 V régulé alimentée via un transformateur régulateur pour les vannes motorisées classées,
- une sous-distribution 400 V secouru pour l'éclairage de secours et l'alimentation d'autres utilisateurs nécessaires pendant les opérations de maintenance.

Chacun des tableaux 10 kV secouru de l'îlot nucléaire est alimenté par un tableau de l'alimentation électrique normale de l'îlot conventionnel et peut en être déconnecté par ouverture d'un disjoncteur installé dans l'îlot nucléaire en cas d'alimentation par les sources internes. Les systèmes d'alimentation électrique de l'îlot conventionnel et de l'îlot nucléaire sont physiquement séparés et installés dans des bâtiments différents.

Les tableaux secours basse tension sont alimentés par les tableaux 10 kV secouru via un disjoncteur 10 kV qui remplit la fonction de protection électrique en cas de défaut sur le tableau BT.

Les transformateurs BT de type sec sont directement connectés au jeu de barre BT (à l'exception des distributions alimentées par les générateurs d'ultime secours).

Les vannes motorisées (à l'exception des vannes internes d'isolement enceinte) sont alimentées en 400 V régulé via un transformateur régulateur qui garantit une tension constante comprise dans les limites admissibles pour ces actionneurs au cours de tous les transitoires de tension.

##### Caractéristiques des équipements :

Les tableaux sont conçus en technique protégée sous enveloppe métallique avec des équipements débouchables. Ils sont équipés d'un dispositif de mise à la terre et d'une cellule de mesure de la tension.

Chaque cellule débouchable peut prendre trois positions : en fonctionnement, en test, débouchée.

Chaque armoire est séparée en compartiments distincts pour le raccordement des câbles, l'appareil de coupure, le jeu de barres, le contrôle commande.

Les départs moteurs ou de vannes motorisées non intelligentes sont équipés d'association contacteurs-fusibles, les départs moteurs de forte puissance sont équipés de disjoncteurs et les départs alimentant des sous tableaux sont constitués d'interrupteurs sectionneurs associés à des fusibles.

Les caractéristiques électriques (tensions, courants nominaux et de court-circuit) de l'appareillage de protection et de coupure 10 kV sont identiques dans l'îlot nucléaire et l'îlot conventionnel, les deux systèmes étant couplés.

Les valeurs de tenue aux courants de court-circuit sont conformes aux valeurs du RCC-E C2000.

#### 5.1.4. PHENOMENES PHYSIQUES DETERMINANT LE FONCTIONNEMENT

Les tableaux 10 kV secouru sont alimentés par les tableaux 10 kV normal de l'îlot conventionnel en fonctionnement normal, lors du démarrage et de l'arrêt normal de la tranche, pendant les arrêts de tranche et en cas d'accident.

En cas de perte des alimentations électriques externes cumulée à un échec d'îlotage, les générateurs diesels principaux permettent d'alimenter les actionneurs secourus.

En cas de perte totale des alimentations électriques, aucun actionneur 10 kV n'est requis, deux des quatre pompes du système d'alimentation en secours des générateurs de vapeur sont alimentées par les générateurs diesels d'ultime secours.

#### 5.1.5. ESSAIS, INSPECTION ET MAINTENANCE

Les tableaux 400 V régulé des divisions 1 et 2, respectivement 3 et 4 peuvent être interconnectés entre eux via une interconnexion permettant de réaliser des opérations de maintenance tranche en puissance sans risque vis à vis du critère de défaillance unique. En particulier la fonction d'isolement enceinte est conservée.

Les sous-distributions 400 V secouru alimentent des utilisateurs tel que l'éclairage secouru ou des systèmes motorisés nécessaires pendant des opérations de maintenance préventive. Les interconnexions sont prévues entre les sous-distributions des divisions 1 et 2, respectivement 3 et 4. Elles ne seront utilisées qu'en période de maintenance (fermées par des interrupteurs sectionneurs fusibles à commande manuelle).

Pour l'alimentation des deux pompes du système de refroidissement de la piscine de combustible (PTR) pendant les arrêts de tranche, 2 sous-distributions 690 V secouru sont prévues. Ces sous-distributions peuvent être alimentées depuis leur propre division ou par les divisions voisines après basculement manuel suivant des règles d'interverrouillages adaptées.

La pompe de la troisième file PTR est alimentée par une sous-distribution dédiée qui peut être ré-alimentée après basculement manuel suivant des règles d'interverrouillages adaptées.

### 5.2. ALIMENTATION ELECTRIQUE SANS COUPURE

#### 5.2.1. MISSION DE FONCTIONNEMENT

Le système d'alimentation électrique sans coupure alimente ses utilisateurs dans des conditions de tension comprises dans les limites statiques et dynamiques admissibles pour ces utilisateurs pendant tous les modes de fonctionnement possibles et les transitoires correspondants.

Le système d'alimentation électrique sans coupure 230/400 V alimente principalement :

- les convertisseurs AC/DC pour l'alimentation électrique des armoires de contrôle-commande,
- les convertisseurs AC/DC pour la tension de commande des tableaux électriques,
- l'ensemble des équipements nécessaires à l'interface homme-machine tels que calculateurs, écrans, écrans tactiles en salle de commande et tout autre équipement de contrôle-commande requérant du 230 V AC sans coupure,
- les actionneurs de systèmes fluides comme les vannes d'isolement



intérieur enceinte, des vannes réglantes, des électrovannes,

- l'éclairage des issues de secours et d'autres systèmes tels que les contrôles d'accès et la détection incendie.

### 5.2.2. BASE DE CONCEPTION

Le système d'alimentation électrique sans coupure contient tous les équipements électriques permettant de produire et de distribuer le 230 V et le 400 V AC aux actionneurs de sûreté et opérationnels des bâtiments de l'îlot nucléaire qui requièrent une alimentation sans coupure y compris pendant le démarrage des générateurs diesels principaux.

La répartition des actionneurs sur les jeux de barres tient compte des exigences de redondance des systèmes de sûreté, du bilan de puissance des convertisseurs statiques et des batteries d'accumulateurs.

Les batteries d'accumulateurs sont dimensionnées pour garantir une autonomie suffisante en fin de vie. Chaque batterie peut alimenter les utilisateurs de sa division pendant cette durée et si l'interconnexion avec la division voisine est utilisée, les utilisateurs qui y sont connectés, jusqu'au couplage du diesel principal.

### 5.2.3. DESCRIPTION DU SYSTEME - CARACTERISTIQUES DE L'EQUIPEMENT

#### Description du système

Dans chaque division, le système d'alimentation électrique sans coupure comprend les équipements suivants :

- une distribution principale 230/400 V AC sans coupure,
- une sous-distribution 230/400 V AC sans coupure,
- un redresseur/chargeur alimentant l'onduleur et chargeant la batterie d'accumulateurs,
- une batterie d'accumulateurs,
- une armoire de raccordement entre le chargeur et la batterie,
- un onduleur triphasé pour alimenter la distribution principale 230/400 V AC depuis le 220 V DC délivré par l'association chargeur/batterie.

Dans chaque division, la distribution électrique 230/400 V AC sans coupure est alimentée à partir de la distribution 690 V secouru à travers l'ensemble redresseur/chargeur, batterie en tampon et onduleur triphasé.

En cas de perte de l'onduleur, la distribution électrique 230/400 V AC sans coupure est alimentée par la distribution 400 V AC régulé de la même division via le contacteur statique de l'onduleur.

La tension en sortie de l'onduleur est synchronisée avec celle de la distribution 400 V régulé de sorte que le basculement puisse être réalisé sans coupure.

Les armoires de contrôle-commande sont alimentées par des redresseurs qui adaptent la tension 230/400 V AC au niveau de tension requis (entre 24 et 48 V DC). Chaque convertisseur AC/DC est capable d'alimenter un groupe d'armoire de contrôle-commande. Ces convertisseurs sont installés à proximité des armoires de contrôle-commande dans les locaux électriques.

Chaque armoire de contrôle-commande est alimentée par deux alimentations découplées par diode, d'une part par la distribution principale 230/400 V AC sans coupure et d'autre part par la sous-distribution 230/400 V AC sans coupure de la même division. L'installation des convertisseurs AC/DC est également possible directement dans les armoires de contrôle-commande.

La tension de commande des tableaux électriques est également alimentée par la distribution principale et la sous-distribution via des diodes de découplage. L'alimentation en courant alternatif est redressée au niveau de tension nécessaire (ex. 220 V DC), les diodes assurent le découplage entre les deux alimentations.

#### Caractéristiques des équipements :

Les convertisseurs statiques sont installés dans des armoires en tôle

d'acier. La partie onduleur comporte un dispositif de basculement électronique (contacteur statique) qui garantit un transfert d'alimentation sans coupure vers le réseau 230/400 V AC régulé en cas de défaillance de l'onduleur.

Les batteries d'accumulateurs au plomb sont constituées de cellules montées en bacs étanches transparents groupés en châssis avec leur système de mesure.

Les redresseurs 220 V DC sont de type statique triphasé, installés dans des armoires en tôle d'acier. Les redresseurs sont directement connectés à l'armoire de raccordement batterie par des barres en cuivre. L'armoire de raccordement batterie contient l'organe de protection de la batterie d'accumulateurs (fusible ou disjoncteur), le sectionneur d'isolement et une possibilité de raccordement pour le dispositif de décharge batterie. Les tableaux de la distribution 230/400 V AC sans coupure sont installés dans des armoires en tôle d'acier constituées de cellules, ils sont divisés en compartiments pour les arrivées de câbles, les jeux de barres et les appareils de coupures. Chaque cellule peut prendre trois positions différentes : marche, essai et débouché.

Les départs alimentant des actionneurs motorisés sont équipés d'associations contacteurs fusibles, les départs de câbles sont équipés de sectionneurs associés à des fusibles.

### 5.2.4. PHENOMENES PHYSIQUES DETERMINANT LE FONCTIONNEMENT

Les tableaux 230/400 V AC sans coupure sont alimentés par les tableaux 690 V AC secouru via l'ensemble chargeur/batterie /onduleur. En cas de perte de l'onduleur, les tableaux sans coupure sont alimentés par les tableaux 230/400 V AC régulé via le contacteur statique.

Tant que le 690 V AC secouru est disponible, l'alimentation se fait par le biais du chargeur/onduleur, la batterie d'accumulateurs étant maintenue chargée par le redresseur en charge flottante.

En cas de Manque De Tension Externe voire de Manque De Tension Généralisé, dans chacune des quatre divisions les systèmes alimentés par la distribution sans coupure restent alimentés par leur batterie d'accumulateurs jusqu'au démarrage/couplage des générateurs diesels de leur division. Un by-pass manuel depuis la distribution de 400 V AC régulé peut être utilisé pour permettre des opérations de maintenance préventive de la batterie d'accumulateurs, comme par exemple une charge à tension haute, tranche en puissance ou lors des arrêts de tranche.

#### Concept d'alimentation électrique des vannes d'isolement enceinte :

Les traversées des systèmes mécaniques sont équipées de vannes d'isolement. Dans le cas où cet isolement est réalisé par deux vannes motorisées, une est située à l'intérieur et l'autre à l'extérieur de l'enceinte. Les vannes d'isolement internes sont alimentées en 400 V AC sans coupure, les vannes externes sont alimentées en 400 V AC régulé et peuvent être réalimentées par des batteries (**voir 8.3.5.4**). Pour ces tableaux, des interconnexions entre divisions sont prévues et seront utilisées en cas de maintenance d'un générateur diesel principal.

L'isolement enceinte est garanti en cas de manque de tension externe cumulé à la maintenance d'un générateur diesel principal ou d'une batterie d'accumulateurs cumulé à une défaillance unique.

### 5.2.5. ESSAIS, INSPECTION ET MAINTENANCE

Un by-pass manuel permet de séparer le redresseur et la batterie d'accumulateurs du réseau en cas de charge de la batterie d'accumulateurs à tension haute. Dans ce cas les utilisateurs restent alimentés par le by-pass

Chaque division est équipée d'une sous-distribution qui alimente uniquement le second départ de chaque utilisateur à double alimentation d'une division. Cette sous-distribution peut être alimentée par la distribution principale de sa division ou après basculement manuel, par la distribution principale d'une division voisine.

Le raccordement à la division voisine est uniquement réalisé lors d'opérations de maintenance tranche en fonctionnement ou lors des arrêts de tranche.

Ceci permet :

- le fonctionnement des 4 divisions de contrôle-commande lors d'opérations de maintenance préventive dans une division,
- le secours par batterie des armoires de contrôle-commande et des utilisateurs pendant la charge à tension haute d'une batterie dans une division,
- de réaliser les essais de décharge batterie tranche en puissance.

## 5.3. ALIMENTATION ELECTRIQUE DES MECANISMES DE COMMANDE DE GRAPPES

### 5.3.1. MISSION DE FONCTIONNEMENT

Le système d'alimentation électrique des mécanismes de commande des grappes distribue du 220 V DC à tous les mécanismes de commande des grappes.

### 5.3.2. BASE DE CONCEPTION

Le système d'alimentation électrique des mécanismes de commande de grappes contient les équipements électriques permettant la distribution de 220 V DC aux mécanismes de commande de grappes.

### 5.3.3. DESCRIPTION DU SYSTEME - CARACTERISTIQUES DE L'EQUIPEMENT

#### Description du système

Le système d'alimentation électrique des mécanismes de commande des grappes est constitué de deux tableaux interconnectés où sont installés les disjoncteurs d'AAR, pour l'alimentation électrique des mécanismes de commande de grappes.

L'alimentation est fournie par la distribution 220 V DC de l'îlot conventionnel secourue avec une batterie d'accumulateurs en tampon.

Les batteries d'accumulateurs alimentent les mécanismes de commande de grappes pendant la durée requise pour l'ilotage afin d'éviter l'arrêt automatique du réacteur lors des transitoires sur le réseau de la tranche.

#### Caractéristiques de l'équipement

Chaque mécanisme de commande de grappe est équipé de trois bobines, la bobine de grappin fixe, la bobine de grappin mobile et la bobine de montée qui sont activées dans une certaine séquence par le système de commande des grappes afin de réaliser leur mouvement vertical. Le système de commande des grappes nécessite une commande individuelle de chaque groupe de grappe, un mouvement d'un groupe de grappe ou le fonctionnement simultané de toutes les grappes.

### 5.3.4. PHENOMENES PHYSIQUES DETERMINANT LE FONCTIONNEMENT

L'arrêt automatique du réacteur initié par le système de protection du réacteur est réalisé en ouvrant :

- les disjoncteurs d'AAR,
- les contacteurs de chaque groupe de grappes avec une logique en 2 sur 4 pour chacun des groupes de grappes.

### 5.3.5. ESSAIS, INSPECTION ET MAINTENANCE

La disposition des disjoncteurs et des contacteurs permet de réaliser des essais périodiques tranche en puissance sans provoquer de chute de grappes.

## 5.4. ALIMENTATION ELECTRIQUE SANS COUPURE DEDIEE ACCIDENT GRAVE

### 5.4.1. MISSIONS DE FONCTIONNEMENT

Le système d'alimentation électrique sans coupure dédié accident grave alimente ses utilisateurs dans des conditions de tension comprises dans les limites statiques et dynamiques admissibles pour ces utilisateurs pendant tous les modes de fonctionnement possibles et les transitoires correspondants.

Le système d'alimentation électrique sans coupure 230/400 V dédié accident grave alimente :

- Les pilotes des soupapes de la ligne de décharge accident grave du circuit primaire,
- les convertisseurs AC/DC spécifiques à l'alimentation électrique des armoires de contrôle-commande et à l'instrumentation utilisée en accident grave,
- les convertisseurs AC/DC pour la tension de commande des tableaux électriques utilisés en accidents graves,
- les indicateurs en salle de commande utiles à l'opérateur pour la gestion et le suivi d'un accident grave,
- les vannes d'isolement enceinte externes,
- les files EDE F1 (ventilateurs et réchauffeurs)

### 5.4.2. BASE DE CONCEPTION

Le système d'alimentation électrique sans coupure contient tous les équipements électriques permettant de produire et de distribuer le 230 V et le 400 V AC pour la gestion d'un accident grave cumulé à la perte de toutes les sources externes et internes.

Les batteries d'accumulateurs sont dimensionnées pour garantir une autonomie suffisante en fin de vie.

### 5.4.3. DESCRIPTION DU SYSTEME - CARACTERISTIQUES DE L'EQUIPEMENT

#### Description du système

Le système d'alimentation électrique sans coupure dédié accident grave est installé dans deux divisions. Dans chacune de ces divisions, il comprend les équipements suivants :

- une distribution 230/400 V AC alimentant les armoires de contrôle-commande et la tension de commande des tableaux électriques via des convertisseurs AC/DC,
- un redresseur/chargeur alimentant l'onduleur et chargeant la batterie d'accumulateur,
- une batterie d'accumulateur,
- une armoire de raccordement entre le chargeur et la batterie,
- un onduleur triphasé pour alimenter le tableau 230/400 V AC depuis le 220 V DC délivré par l'association chargeur/batterie.

La distribution électrique 230/400 V AC sans coupure dédiée accident grave est alimentée à partir de la distribution 690 V secouru à travers l'ensemble redresseur/chargeur, batterie en tampon et onduleur triphasé.

En cas de perte de l'onduleur, la distribution électrique 400 V sans coupure dédiée accident grave est alimentée par la distribution 400 V régulé de la même division via le contacteur statique de l'onduleur.

La tension en sortie de l'onduleur est synchronisée avec celle de la distribution 400V régulé de sorte que le basculement puisse être réalisé sans coupure.

Les armoires de contrôle-commande accident grave sont alimentées par des redresseurs qui adaptent la tension 230/400 V AC au niveau de tension requise (entre 24 et 48 V DC).

Chaque armoire de contrôle-commande est alimentée par deux alimentations découplées par diode, d'une part par la sous distribution 230/400 V AC sans coupure et d'autre part, par la distribution 230/400 V AC sans coupure dédiée accident grave de la même division.

Il en est de même pour la tension de commande des tableaux électriques utilisés en accident grave.

Deux liaisons entre le tableau 230/400 V AC sans coupure et les tableaux alimentant les vannes d'isolement enceinte externes alimentées par la division et la division voisine sont prévues afin de permettre la manœuvre de ces vannes lorsque les seules sources disponibles sont les batteries dédiées accident grave. Ces liaisons ne sont utilisées que dans ces conditions.

#### Caractéristiques de l'équipement

Les caractéristiques des équipements de l'alimentation sans coupure dédiée accident grave sont du même type que celle de l'alimentation sans coupure (**voir 8.3.5.2.3**).

#### 5.4.4. PHENOMENES PHYSIQUES DETERMINANT LE FONCTIONNEMENT

Les tableaux 230/400 V AC sans coupure dédiés accident grave sont alimentés par les tableaux 690 V AC via l'ensemble chargeur/batterie/onduleur dédié. En cas de perte de l'onduleur, les tableaux sans coupure sont alimentés par les tableaux 230/400 V AC régulé via le contacteur statique.

Tant que le 690 V AC secouru est disponible, l'alimentation se fait par le biais du chargeur/onduleur, la batterie d'accumulateurs étant maintenue chargée par le redresseur en charge flottante.

En cas de perte des sources externes et internes, les systèmes alimentés par la distribution sans coupure restent alimentés par les batteries d'accumulateurs qui disposent d'une autonomie de 12 heures.

Une liaison manuelle depuis la distribution de 400 V AC régulé peut être utilisée pour permettre des opérations de maintenance préventive de la batterie d'accumulateurs.

Les tableaux alimentant les vannes d'isolement enceinte externes sont alimentés par le tableau 400 V régulé. En cas de perte totale des alimentations externes et internes, ces tableaux peuvent être ré-alimentés après que l'opérateur a basculé leur alimentation sur celle du système d'alimentation sans coupure dédié accident grave. Dans ce cas, chacune des batteries 12 h alimente les tableaux des vannes d'isolement externes.

Un by-pass manuel permet de séparer le redresseur et la batterie d'accumulateurs du réseau en cas de charge de la batterie d'accumulateurs à tension haute. Dans ce cas les utilisateurs restent alimentés par le by-pass.

#### 5.4.5. ESSAIS, INSPECTION ET MAINTENANCE

Ultérieurement.

## 6. DISTRIBUTION ELECTRIQUE NORMALE

### 6.1. MISSION DE FONCTIONNEMENT

La distribution électrique normale alimente les utilisateurs opérationnels de l'îlot nucléaire.

### 6.2. BASE DE CONCEPTION

La distribution électrique normale contient tous les équipements permettant l'alimentation électrique des actionneurs non secourus de l'îlot nucléaire.

### 6.3. DESCRIPTION DU SYSTEME - CARACTERISTIQUES DE L'EQUIPEMENT

#### Description du système :

Le système d'alimentation électrique normale contient dans chaque division les équipements suivants :

- une distribution 10 kV normal qui alimente un groupe motopompe primaire,
- dans deux divisions, une distribution 690 V normal alimentée par la distribution 10 kV normal de l'îlot nucléaire via un transformateur, pour l'alimentation des actionneurs non secourus de puissance inférieure à 400/500 kW,
- une distribution 400 V normal alimentée par la distribution 10 kV normal de l'îlot nucléaire via un transformateur pour l'alimentation d'actionneurs opérationnels et des chaufferettes pressurisées non secourues,
- une sous-distribution 400 V normal pour l'éclairage normal et d'autres utilisateurs nécessaires pendant les opérations de maintenance.

Chacun des tableaux 10 kV normal est alimenté par un tableau 10 kV normal de l'îlot conventionnel, l'appareil de coupure est installé dans l'îlot conventionnel.

Les distributions BT sont alimentées via un disjoncteur au niveau 10 kV qui assure les fonctions de protections électriques en cas de défaut sur le jeu de barres BT.

Les transformateurs BT de type sec sont directement raccordés aux jeux de barres BT.

#### Caractéristiques de l'équipement :

Voir le **chapitre 8.3.5.1.3**.

### 6.4. PHENOMENES PHYSIQUES DETERMINANT LE FONCTIONNEMENT

Les tableaux 10 kV normal sont alimentés par les tableaux 10 kV normal de l'îlot conventionnel pendant le fonctionnement normal, le démarrage et l'arrêt normal de la tranche ainsi que pendant les arrêts de tranche.

### 6.5. ESSAIS, INSPECTION ET MAINTENANCE

Les distributions 690 V normal sont alimentées par les distributions 10 kV de l'îlot conventionnel. La disponibilité de ces tableaux est nécessaire lors des arrêts de tranche pendant des opérations de maintenance de l'îlot conventionnel afin d'alimenter des utilisateurs tels que l'eau glacée opérationnelle, le traitement de l'eau de la piscine BK ou la ventilation du bâtiment réacteur. Il n'y a pas d'interconnexion dans l'îlot nucléaire mais le jeu de barres 10 kV de l'îlot conventionnel qui fournit l'alimentation normale 690 V de l'îlot nucléaire peut être ré-alimenté par le train voisin (utilisation d'un disjoncteur mobile).

Les sous-distributions 400 V normal alimentent des utilisateurs tels que l'éclairage normal, prises électriques, palans, ponts, ventilation normale, qui sont nécessaires en arrêt de tranche ou pendant des opérations de maintenance préventive. Des interconnexions sont prévues entre les sous-distributions des divisions 1 et 2 respectivement 3 et 4. Elles ne seront utilisées qu'en période de maintenance (liaison réalisée par fermeture des interrupteurs sectionneurs fusibles à commande manuelle).

## 1. PRINCIPES DE CABLAGE

### 1.1. INTRODUCTION

Ce chapitre sur les principes de câblage vise à fournir :

- une description générale des principes de câblage,
- les critères de séparation entre les chemins de câbles et les différentes catégories de câbles,
- la description de la réalisation du routage des câbles.

Les principes de câblage sont conformes aux exigences du RCC-E D7000 (**voir chapitre 1.6**).

### 1.2. PRINCIPES DE CABLAGE, CHEMINS DE CABLES PRINCIPAUX

#### 1.2.1. PRINCIPES GENERAUX DE CABLAGE

Les systèmes de distribution électrique de l'Îlot Nucléaire et de l'Îlot Conventionnel sont installés dans des bâtiments distincts, ceux de l'Îlot Conventionnel dans un bâtiment électrique spécifique de l'Îlot Conventionnel, ceux de l'Îlot Nucléaire dans les Bâtiments des Auxiliaires de Sauvegarde (BAS) dans les locaux électriques.

Les systèmes de distribution électrique de l'Îlot Nucléaire sont principalement situés dans les locaux électriques des BAS, localement des sous-distributions peuvent se situer dans d'autres bâtiments.

Des entreponts de câblage sont prévus sous les locaux tableaux et les locaux de contrôle-commande dans chaque division des BAS.

Les Bâtiments Diesels sont connectés aux BAS par des galeries souterraines distinctes.

Le Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (BAN) est alimenté par les quatre divisions. Le Bâtiment Combustible (BK) est principalement alimenté par deux divisions.

Les câbles basse tension et de contrôle-commande des quatre divisions sont nécessaires dans chacune des quatre casemates où sont installées les vannes de vapeur principales. La pose des câbles respecte la séparation entre les divisions.

#### 1.2.2. PRINCIPE DE CABLAGE DES CABLES DE CONTROLE - COMMANDE

Les câbles de contrôle-commande suivent les mêmes axes principaux que les câbles de puissance mais sont installés sur des tablettes distinctes.

Les différents systèmes de contrôle-commande requièrent différents types de bus indépendants comme le définit l'architecture du contrôle-commande (**voir chapitre 7.2**).

En général, les câbles de contrôle ou de mesure sont installés avec les câbles d'alimentation électrique lorsqu'ils arrivent à proximité des capteurs.

### 1.3. CRITERES DE SEPARATION ENTRE LES CHEMINS DE CABLES

#### 1.3.1. GENERALITES

Le système d'alimentation électrique des auxiliaires de l'Îlot Nucléaire est divisé en un système d'alimentation électrique normal et un système d'alimentation électrique secouru.

Les tableaux électriques secourus et non secourus sont installés dans les mêmes locaux, une séparation physique entre les chemins de câbles alimentant les systèmes non secourus et secourus n'est pas nécessaire. Les câbles classés et les câbles non classés (câbles de puissance ou de contrôle-commande) cheminent sur les mêmes tablettes et aux mêmes entreponts de câblage compte tenu du fait

que chacun des câbles de l'Îlot Nucléaire est strictement assigné à un seul train.

L'alimentation électrique des différents trains de sauvegarde est installée dans des divisions distinctes. Cette séparation en divisions garantit une protection contre la propagation d'une défaillance résultant d'une agression interne. Les câbles appartenant à des trains différents sont physiquement séparés les uns des autres. Chaque train électrique est considéré comme étant un volume de feu individuel et est physiquement séparé des trains adjacents par des protections anti-incendie, des murs de protection ou d'autres moyens adaptés. Les espaces utilisés pour les interconnexions entre divisions sont également considérés comme étant des volumes de feu distincts.

Les câbles de différents trains passant à travers des locaux communs sont séparés par des écrans anti-incendie, des murs de protection, une distance suffisante ou des moyens adaptés. Les câbles de différents trains aboutissant dans un même local sont séparés autant que possible avec une analyse au cas par cas. La perte des fonctions réalisées par tous les équipements d'un même local résultant d'un incendie est prise en compte dans la conception des systèmes.

Les équipements de contrôle-commande et les tableaux électriques sont installés dans des locaux différents. Leurs câbles suivent les mêmes axes principaux mais sont disposés sur des tablettes différentes (différenciation entre les catégories de câbles, voir **chapitre 8.4.1.4**).

#### 1.3.2. INSTALLATION DES CABLES D'INTERCONNEXION

Les exigences de cheminement et les séparations entre les catégories de câbles décrites au **chapitre 8.4.1.4** sont respectées.

Les câbles de contrôle-commande reliant 2 divisions lorsqu'ils ne sont pas en fibre optique sont équipés de dispositifs d'isolement galvanique, un dans chaque division.

#### 1.3.3. INSTALLATION ET SEPARATION A PROXIMITE DE LA SALLE DE COMMANDE PRINCIPALE

Le câblage de la salle de commande principale doit être séparé du câblage de la station de repli afin de s'affranchir des agressions internes. Les câbles reliant des systèmes redondants et la salle de commande principale sont séparés (par exemple posés sur des tablettes différentes).

#### 1.3.4. EXIGENCES CONCERNANT LE CABLAGE DES RESEAUX

Les réseaux redondants ou les réseaux en anneau situés dans les entreponts de câblage sont disposés sur des tablettes différentes (**voir également chapitre 7.2**).

#### 1.3.5. SEPARATION DES CABLES DE L'ÎLOT CONVENTIONNEL ET DE L'ÎLOT NUCLEAIRE

Les câbles électriques provenant de l'Îlot Conventionnel sont posés avec les câbles de l'Îlot Nucléaire sur les mêmes tablettes.

Les câbles de contrôle-commande provenant de l'Îlot Conventionnel peuvent cheminer sur les mêmes tablettes que les câbles de l'Îlot Nucléaire. Pour éviter toute perturbation sur les réseaux de l'Îlot Nucléaire, les câbles provenant de l'Îlot Conventionnel sont équipés d'un blindage relié à la terre à l'entrée de chaque bâtiment.

### 1.4. REALISATION DES CHEMINS DE CABLES

Les câbles de différents niveaux de tension sont posés sur des tablettes en fonction de leur nature afin d'éviter les interférences électromagnétiques.

Des distances minimales entre tablettes supportant des câbles de nature électrique différente sont prévues conformément au RCCE D7000 (**voir chapitre 1.6**).

A proximité d'un même équipement, les câbles de contrôle peuvent cheminer avec les câbles puissance BT ou les câbles de mesure de cet équipement sur une même tablette. Les câbles de mesure cheminent dans des goulottes capotées dès lors qu'ils se trouvent à proximité d'un câble BT.

Les câbles de catégories 2 et 3 peuvent être posés ensemble sur les tablettes terminales (qui supporte un faible nombre de câbles). A proximité des actionneurs alimentés, des exceptions aux règles précédemment mentionnées sont possibles.

En zone nucléaire contrôlée, les chemins de câbles principaux sont installés dans les locaux à faible débit de dose.

Pour la protection contre les risques électriques, tous les éléments métalliques ou métallisés constituant les chemins de câbles et leurs supportages sont reliés à la terre par un collecteur de masse raccordé aux deux extrémités à la prise de terre du bâtiment. Tous les câbles de contrôle-commande (mesure et contrôle) sont équipés d'un blindage relié à la terre aux deux extrémités.

Dans l'Îlot Nucléaire, les cheminements ne sont parcourus que par des câbles d'un même train. Des dispositifs de protection contre l'incendie sont mis en œuvre si un cheminement définit une zone de feu (voir ETC-F). En général, les tablettes sont interrompues avant et après le franchissement d'une barrière coupe-feu. Dans tous les cas, les tablettes sont interrompues avant de franchir une traversée entre deux bâtiments.

## 2. SYSTEME DE MISE A LA TERRE ET DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

### 2.1. MISSION DU SYSTEME

La principale mission des systèmes de mise à la terre et de protection contre la foudre est de limiter les risques vis à vis des surtensions susceptibles d'affecter les systèmes électriques. De ce fait, les éléments suivants sont pris en compte :

- amplitude et fréquence des surtensions,
- exigences vis à vis de la sécurité du personnel et des équipements.

### 2.2. LIMITE DU SYSTEME

Ces mesures s'appliquent à l'Îlot Nucléaire, à l'Îlot Conventionnel et aux ouvrages de site.

#### 2.2.1. DESCRIPTION DU SYSTEME

Cette section détaille les concepts de base pour tous les types d'installations externes et internes de protection contre la foudre, le système de mise à la terre interne et externe ainsi que les exigences complémentaires de compatibilité électromagnétique (CEM) pour une réduction optimum des interférences électromagnétiques vis à vis des installations électriques et électroniques.

Les installations externes de protection contre la foudre sont composées de parafoudres, de conducteurs de mise à la terre et d'un réseau de terre maillé. Leur objectif est d'écouler les décharges d'origine atmosphérique dans le sol.

Les installations de protection internes et externes contre la foudre sont conformes à la réglementation française :

- « Arrêté du 31 décembre 1999 fixant la réglementation technique générale destinée à prévenir et limiter les nuisances et les risques externes résultant de l'exploitation des INB »

Les installations de protection contre la foudre comportent des mesures complémentaires visant à réduire les effets

électromagnétiques des courants induits par la foudre dans les volumes à protéger comme les structures des bâtiments, les cheminements de câbles, les câbles aériens, etc.

L'installation de mise à la terre assure la protection du personnel vis à vis des tensions de contact inadmissibles.

Des exigences additionnelles de compatibilité électromagnétique (CEM) comportent des mesures qui réduisent les effets électromagnétiques induits par la foudre ou d'autres sources d'interférences (par ex. blindage de câbles).

L'ensemble des mesures prises a pour but d'éviter toutes surtensions inacceptables pour les installations électriques et le contrôle-commande. Des mesures sont prises pour qu'un courant de court-circuit résultant d'un défaut de mise à la terre sur une installation électrique n'entraîne pas de différence de potentiel interne inacceptable vue des systèmes de contrôle-commande.

Afin de respecter les exigences en matière de CEM, toutes ces mesures sont également appliquées aux autres systèmes électroniques, tels que systèmes de communication, de contrôle d'accès, de détection incendie, les câbles de ces systèmes étant posés en parallèle et sur les mêmes tablettes que les câbles de contrôle-commande.

#### 2.2.2. CLASSEMENT DU SYSTEME

Le système de protection contre la foudre et de mise à la terre garantit la sécurité du personnel et des matériels dans la centrale. Son classement est donc le suivant :

- le système de protection contre la foudre et de mise à la terre est classé F2,
- le classement matériel est EE2,
- le classement séisme est la classe 2 avec exigence de « Stabilité ».

## 3. MESURES DE PROTECTION ELECTRIQUE

### 3.1. REGIME DE NEUTRE EN HTA ET BT

#### • Réseau 10 kV et réseau 220 V DC

Les neutres des réseaux 10 kV et les polarités des réseaux à courant continu pour l'alimentation électrique des mécanismes de commande des grappes sont isolés (configuration IT).

Avec ce type de régime de neutre, il est possible de poursuivre l'exploitation un certain temps après l'occurrence d'un défaut de mise à la terre d'une phase.

Cette configuration comprend :

- un système de surveillance et de recherche des défauts de mise à la terre,
- un dispositif de coupure automatique de l'alimentation électrique en cas de deuxième défaut de mise à la terre.

#### • Réseaux basse tension

Les points neutres des réseaux basse tension sont directement mis à la terre, les conducteurs N et PE sont séparés (configuration TN-S). Toute mise à la terre provoque un court-circuit qui entraîne le déclenchement des protections.

La configuration comprend :

- déclenchement au premier défaut,
- protection homopolaire via le point neutre des transformateurs MT/BT,
- interconnexion de toutes les masses métalliques,
- dispositif de protection pour chaque actionneur, par disjoncteur ou fusible.

## 3.2. PROTECTIONS ELECTRIQUES

Pour les arrivées 10 kV ou les connexions entre jeux de barre 10 kV, seul un dispositif de protection contre les courts-circuits est installé. Il comporte un relais ampèremétrique à temps indépendant relié à un transformateur de courant.

Les départs 10 kV moteur sont protégés contre les court-circuits par un relais ampèremétrique à temps indépendant et un relais de protection contre les surcharges relié au même transformateur de courant.

Pour les départs vers les transformateurs HTA/BT, la protection est réalisée par un relais ampèremétrique à temps indépendant. Cette protection est complétée par une protection homopolaire pour la détection des défauts phase/terre au secondaire du transformateur.

L'équipement basse tension est protégé par des :

- associations contacteurs fusibles,
- disjoncteurs,
- interrupteurs sectionneurs-fusibles.

Les dispositifs de protection électrique sont conçus de telle manière qu'en cas de court-circuit ou de surcharge, seules les protections en amont les plus proches du défaut déclenchent afin de ne couper que la partie défaillante du système électrique.

sous chapitre **8.5**

## INSTALLATION

Ce sous-chapitre résume les principales caractéristiques de l'installation des bâtiments de l'îlot nucléaire, de l'îlot conventionnel et des autres ouvrages de site permettant de réaliser les fonctions de sûreté et de respecter les exigences de disponibilité pour les systèmes de la distribution électrique et du contrôle-commande.

### 1. GENERALITES

Chaque train de l'alimentation électrique secouru est installé dans une division distincte. La séparation en divisions garantit qu'en cas d'agression interne dans une division, seule la division concernée est affectée.

Les Bâtiments Diesels sont géographiquement séparés de manière à ce qu'une chute d'avion ne rende indisponible que 2 générateurs diesels principaux.

La structure du schéma unifilaire permet une séparation fonctionnelle entre les systèmes d'alimentation normale et secourue.

Une séparation physique des alimentations normales et secourues n'est pas nécessaire. Une séparation entre les équipements HTA et BT ou en tension continue n'est pas nécessaire.

Dans leur majorité, les équipements électriques de l'îlot nucléaire sont implantés dans les locaux des bâtiments électriques ; des équipements décentralisés tels que des sous-distributions locales sont également installées dans d'autres locaux tels que ceux des bâtiments Diesels.

### 2. LOCAUX ELECTRIQUES

Les locaux électriques sont conçus suivant les règles d'installation en vigueur, par exemple, les murs, les sols et les plafonds sont exempts de poussière, le local ne contient pas d'équipement mécanique, l'accès est limité au personnel autorisé.

Les fixations des équipements au génie civil doivent résister aux agressions.

Les chargeurs sont installés le plus près possible des batteries d'accumulateurs pour disposer d'un câble de raccordement court (minimisation du risque de court-circuit).

La description des conditions d'ambiance est réalisée au **chapitre 9.4.1**.

### 3. LOCAUX BATTERIES

Les locaux batteries sont conçus suivant les règles d'installation en vigueur.

Les batteries d'accumulateurs sont situées dans des locaux dédiés avec un sol résistant à l'acide et une ventilation distincte pour l'extraction des gaz.

### 4. ENTREPONTS DE CABLAGE

La description des chemins de câbles et de la pose des câbles est réalisée au **chapitre 8.4.1**.

### 5. INSTALLATION DES EQUIPEMENTS DE CONTROLE-COMMANDE

L'installation des équipements de contrôle-commande est décrite au **chapitre 7.2**.