



UNITED NATIONS
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION



Directives techniques pour le
développement de la petite hydroélectricité

GESTION

Partie 2 : Exploitation et maintenance

SHP/TG 005-2 : 2019



CLAUDE DE NON-RESPONSABILITÉ

Le présent document n'a pas été revu par les services d'édition de l'Organisation des Nations Unies. Les appellations employées dans le présent document et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI) aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites, ou à leur système économique ou degré de développement. Les qualificatifs tels que « développé », « industrialisé » et « en développement » ne sont employés que pour des raisons de commodité statistique et n'expriment pas nécessairement un jugement sur le stade de développement atteint par un pays ou par une zone particulière. La mention de noms de sociétés ou de produits commerciaux ne signifie pas que l'ONUDI approuve lesdites sociétés ou produits. Bien que les auteurs du présent document aient veillé avec le plus grand soin à l'exactitude des informations y figurant, l'ONUDI et ses États Membres n'assument aucune responsabilité en ce qui concerne les conséquences qui pourraient découler de leur utilisation. Le présent document peut être cité ou réimprimé librement, mais une telle utilisation doit faire mention de la source.

Directives techniques pour le développement de la
petite hydroélectricité

GESTION

Partie 2 : Exploitation et maintenance

SHP/TG 005-2 : 2019

REMERCIEMENTS

Les directives techniques sont le fruit d'une collaboration entre l'Organisation des Nations unies pour le développement industriel (ONUDI) et le Réseau international sur les petites centrales hydroélectriques (INSHP). Environ 80 experts internationaux et 40 organismes internationaux ont participé à l'élaboration et à l'examen par les pairs du document, fournissant observations et suggestions concrètes pour garantir le professionnalisme et l'applicabilité des directives.

L'ONUDI et le Centre International sur la Petite Hydraulique apprécient grandement les contributions apportées lors de l'élaboration de ces directives, en particulier celles des organisations internationales suivantes :

- Marché commun de l'Afrique orientale et australe (COMESA)

- Le réseau mondial de centres régionaux pour les énergies renouvelables (GN-SEC), en particulier le Centre de la CEDEAO pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique (ECREEE), le Centre d'Afrique de l'Est pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique (EACREEE), le Centre du Pacifique pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique (PCREEE) et le Centre des Caraïbes pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique (CCREEE).

Le gouvernement chinois a facilité la finalisation de ces directives et a joué un rôle important dans leur élaboration.

L'élaboration de ces directives a grandement bénéficié des apports précieux, de la révision, des commentaires constructifs et des contributions reçues de M. Adnan Ahmed Shawky Atwa, M. Adoyi John Ochigbo, M. Arun Kumar, M. Atul Sarthak, M. Basse Edet Nkposong, M. Bernardo Calzadilla-Sarmiento, Mme. Arun Kumar, M. Atul Sarthak, M. Basse Edet Nkposong, M. Bernardo Calzadilla-Sarmiento, Mme Chang Fangyuan, M. Chen Changjun, Mme Chen Hongying, M. Chen Xiaodong, Mme Chen Yan, Mme Chen Yueqing, Mme Cheng Xialei, Mme Chileshe Kapaya Matantilo. Chileshe Kapaya Matantilo, Mme Chileshe Mpundu Kapwepwe, M. Deogratias Kamweya, M. Dolwin Khan, M. Dong Guofeng, M. Ejaz Hussain Butt, Mme Eva Kremere, Mme Fang Lin, M. Fu Liangliang, M. Garaio Donald Gafiye, M. Guei Guillaume Fulbert Kouhie, M. Guo Chenguang, M. Guo Hongyou, M. Harold John Annegam, Mme Hou ling, M. Hu Jianwei, Mme Hu Xiaobo, M. Hu Yunchu, M. Huang Haiyang, M. Huang Zhengmin, Mme Januka Gyawali, M. Jiang Songkun, M. K. M. Dharesan Unnithan, M. Kipyego Cheluget, M. Kolade Esan, M. Lamysier Castellanos Rigoberto, M. Li Zhiwu, Mme Li Hui, M. Li Xiaoyong, Mme Li Jingjing, Mme Li Sa, M. Li Zhenggui, Mme Liang Hong, M. Liang Yong, M. Lin Xuxin, M. Liu Deyou, M. Liu Heng, M. Louis Philippe Jacques Tavernier, Li Zhenggui, Mme Liang Hong, M. Liang Yong, M. Lin Xuxin, M. Liu Deyou, M. Liu Heng, M. Louis Philippe Jacques Tavernier, Mme Lu Xiaoyan, M. Lv Jianping, M. Manuel Mattiat, M. Martin Lugmayr, M. Mohamedain SeifElnasr, M. Mundia Simainga, M. Mukayi Musarurwa, M. Olumide TaiwoAlade, M. Ou Chuanqi, Mme. Pan Weiping, M. Ralf Steffen Kaeser, M. Rudolf Hupfl, M. Rui Jun, M. Rao Dayi, M. Sandeep Kher, M. Sergio Armando Trelles Jasso, M. Sindiso Ngwenga, M. Sidney Kilmete, Mme Sitraka Zarasoa Rakotomahefa, M. Shang Zhihong, M. Shen Cunke, M. Shi Rongqing, Mme Sanja Komadina, M. Tareqemtairah, M. Tokihiko Fujimoto, M. Tovoniaina Ramanantsoa Andriampaniry, M. Tan Xiangqing, M. Tong Leyi, M. Wang Xinliang, M. Wang Fuyun, M. Wang Baoluo, M. Wei Jianghui, M. Wu Cong, Mme Xie Lihua, M. Xiong Jie, Mme Xu Jie, Mme Xu Xiaoyan, M. Xu Wei, M. Yohane Mukabe, M. Yan Wenjiao, M. Yang Weijun, Mme Yan Li, M. Yao Shenghong, M. Zeng Jingnian, M. Zhao Guojun, M. Zhang Min, M. Zhang Min, M. Zhang Min, M. Wang Baoluo, M. Weianghui, M. Wu Cong, Mme. Zhang Min, M. Zhang Liansheng, M. Zhang Zhenzhong, M. Zhang Xiaowen, Mme Zhang Yingnan, M. Zheng Liang, M. Zheng Yu, M. Zhou Shuhua, Mme Zhu Mingjuan.

Les suggestions et les recommandations concernant d'éventuelles mises à jour des directives sont les bienvenues.

Table des matières

Avant-propos	III
Introduction.....	IV
1 Portée	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions.....	1
4 Exigences de base.....	1
4.1 Gestion de l'exploitation.....	1
4.2 Gestion de la sécurité.....	5
4.3 Gestion des opérations de révision et de maintenance.....	6
4.4 Gestion de la formation en cours d'emploi.....	7
4.5 Gestion des archives	9
4.6 Gestion civilisée de la production	10
5 Structures hydrauliques.....	10
5.1 Structures de dérivation	10
5.2 Structures d'admission	12
5.3 Système conducteur d'eau (tunnel, canal ouvert ou une combinaison des deux)	13
5.4 Centrale électrique et sous-station (ou poste de commutation)	14
6 Ouvrages hydromécaniques.....	14
6.1 Conduite forcée.....	14
6.2 Vannes et treuils	15
6.3 Grille de débris	17
7 Équipement électromécanique	17
7.1 Turbine.....	17
7.2 Générateur	22
7.3 Système de régulation des turbines hydrauliques	30
7.4 Système d'excitation	32
7.5 Vanne principale et pont roulant.....	33
7.6 Systèmes d'eau, d'huile et d'air	36
7.7 Transformateur.....	40
7.8 Installation de l'appareillage électrique.....	43
7.9 Système de protection par relais et de surveillance.....	48
7.10 Système à courant continu.....	49
7.11 Protection contre la foudre et mise à la terre	50
7.12 Communication	51
8 Exploitation optimisée	51
8.1 Exigences de base.....	51

SHP/TG 005-2:2019

8.2	Optimisation de l'exploitation en interne.....	53
8.3	Optimisation de l'exploitation des centrales électriques en cascade.....	53
Annexe A (Informative)	Classement des équipements et des installations de la centrale hydroélectrique	54

Avant-propos

L'ONUDI est un organisme spécialisé de l'Organisation des Nations Unies qui vise à promouvoir un développement industriel inclusif et durable à l'échelle mondiale. La pertinence du développement industriel inclusif et durable en tant qu'approche intégrée des trois piliers du développement durable (social, environnemental et économique) est reconnue par le Programme de développement durable à l'horizon 2030 et les objectifs de développement durable (ODD) correspondants, qui encadreront les efforts déployés par les Nations Unies et les pays en faveur d'un développement durable au cours des quinze prochaines années. Le mandat de l'ONUDI en ce qui concerne le développement industriel inclusif et durable répond à la nécessité d'appuyer la création de systèmes énergétiques durables, essentiels au développement économique et social et à l'amélioration de la qualité de vie. Les préoccupations internationales en matière d'énergie et les débats qu'elles suscitent ont pris de l'ampleur au cours des deux dernières décennies, les questions de la réduction de la pauvreté, des risques environnementaux et des changements climatiques occupant désormais le devant de la scène.

Le Centre International sur la Petite Hydraulique est une organisation internationale de coordination et de promotion du développement mondial de la petite hydroélectricité, qui s'appuie sur la participation volontaire de divers acteurs, notamment des points focaux régionaux, sous-régionaux et nationaux, ainsi que des institutions, des services publics et des entreprises, et dont l'objectif principal est le bénéfice social. Le Centre International sur la Petite Hydraulique s'emploie à promouvoir le développement mondial des petites centrales hydroélectriques en favorisant la coopération triangulaire, technique et économique, entre les pays en développement, les pays développés et les organisations internationales, en vue d'apporter aux zones rurales des pays en développement des solutions énergétiques adéquates, abordables et respectueuses de l'environnement ; ce qui leur permettra d'accroître les possibilités d'emploi, d'améliorer les conditions environnementales, de réduire la pauvreté, d'élever le niveau de vie des populations et les normes culturelles locales, et d'assurer le développement économique.

L'ONUDI et le Centre International sur la Petite Hydraulique collaborent à l'élaboration du Rapport mondial sur le développement des petites centrales hydroélectriques depuis 2010. D'après ce rapport, en l'état actuel, le développement de la petite hydroélectricité ne permet pas de répondre à la demande dans le monde. L'un des obstacles au développement, dans la plupart des pays, est le manque de technologies. L'ONUDI, en collaboration avec le Centre International sur la Petite Hydraulique et des experts issus de différents pays et organisations internationales, et sur la base d'expériences de développement réussies, a décidé d'établir les Directives techniques pour le développement de la petite hydroélectricité afin de répondre à la demande des États Membres.

Ces Directives techniques ont été rédigées conformément aux règles éditoriales énoncées dans la deuxième partie des Directives ISO/IEC (voir www.iso.org/directives).

Nous appelons votre attention sur la possibilité que certains éléments de ces Directives techniques soient soumis à des droits de brevet. L'ONUDI et le Centre International sur la Petite Hydraulique ne pourront être tenus responsables de l'identification de ces droits de brevet.

Introduction

La petite hydroélectricité est de plus en plus considérée comme une solution énergétique renouvelable essentielle pour répondre de manière adéquate au défi de l'électrification des zones rurales reculées. Toutefois, si la plupart des pays d'Europe, d'Amérique du Nord et du Sud, ainsi que la Chine, disposent d'une importante capacité installée, le potentiel de la petite hydroélectricité dans de nombreux pays en développement reste inexploité et son développement est souvent entravé par divers facteurs, notamment le manque de bonnes pratiques et de normes de développement applicables à l'échelle mondiale.

Fondées sur l'expertise et les meilleures pratiques en usage dans le monde entier, ces Directives techniques pour le développement de la petite hydroélectricité permettront de remédier aux limites actuelles des réglementations régissant le développement des petites centrales hydroélectriques. L'objectif est que les pays utilisent ces directives convenues pour améliorer leurs politiques actuelles, ainsi que les technologies dont ils disposent et leurs écosystèmes. Les pays disposant de capacités institutionnelles et techniques limitées pourront améliorer leurs connaissances dans le domaine du développement de la petite hydroélectricité, attirant ainsi davantage d'investissements, tout en encourageant la mise en place de politiques favorables qui, à terme, contribueront à accélérer le développement économique au niveau national. Ces Directives techniques seront utiles à tous les pays, mais surtout elles faciliteront l'échange de données d'expérience et de meilleures pratiques entre les pays aux capacités techniques limitées.

Les Directives techniques peuvent servir de principes et de base pour la planification, la conception, la construction et la gestion des petites centrales hydroélectriques dont la capacité n'excède pas 30 MW.

- La section « Termes et définitions » des Directives techniques définit les termes techniques professionnels couramment employés dans le domaine des petites centrales hydroélectriques.
- La section « Conception » des Directives techniques fournit des lignes directrices sur les exigences fondamentales, la méthodologie et les modalités des différentes étapes du projet : sélection du site, hydrologie, géologie, élaboration du projet, configurations, calculs énergétiques, hydraulique, sélection des équipements électromécaniques, construction, estimation des coûts du projet, évaluation économique, financement, évaluations sociales et environnementales ; l'objectif étant de déployer les meilleures solutions de conception compte tenu de l'ensemble de ces aspects.
- La section « Unités » des Directives techniques précise les exigences techniques relatives aux turbines, aux générateurs, aux systèmes de régulation des turbines hydroélectriques, aux systèmes d'excitation, aux vannes principales et aux systèmes de surveillance, de contrôle, de protection et d'alimentation électrique en courant continu des petites centrales hydroélectriques.
- La section « Construction » des Directives techniques peut servir de document de référence technique pour la construction de petites centrales hydroélectriques.
- La section « Gestion » des Directives techniques fournit des orientations techniques pour la gestion, l'exploitation et la maintenance ainsi que la rénovation technique et l'acceptation des projets de petites centrales hydroélectriques.

Directives techniques pour le développement de la petite hydroélectricité-Gestion

Partie 2 : Exploitation et maintenance

1 Portée

Cette partie des directives relatives à la gestion présente les exigences de base relatives à l'exploitation et à la maintenance d'une petite centrale hydroélectrique, ainsi que les exigences particulières relatives à l'exploitation et à la maintenance d'une structure hydraulique, des ouvrages hydromécaniques et des équipements électriques et mécaniques.

2 Références normatives

Les documents suivants sont mentionnés dans le texte de telle sorte que tout ou partie de leur contenu constitue des exigences du présent document. Dans le cas des références datées, seule l'édition citée est valable. Dans le cas des références non datées, c'est la dernière édition du document visé (modifications comprises) qui est valable.

SHP/TG 001, *Directives techniques pour le développement de la petite hydroélectricité - Termes et définitions*

3 Termes et définitions

Aux fins du présent document, les termes et définitions figurant dans le document SHP/TG 001 s'appliquent.

4 Exigences de base

4.1 Gestion de l'exploitation

4.1.1 Les procédures de gestion de l'exploitation de la centrale hydroélectrique doivent être élaborées en se fondant sur les conditions réelles de la centrale. Une fois établies, elles doivent être appliquées de manière rigoureuse.

4.1.2 L'opérateur de service doit assumer pleinement ses responsabilités et assurer l'exploitation et la maintenance de la centrale. En outre, un ingénieur d'exploitation est chargé de la gestion quotidienne des équipes et de l'exécution des programmes de maintenance quotidienne.

4.1.3 L'opérateur de service doit examiner avec attention les permis de travail et d'exploitation. Il est aussi responsable de leur retour pour archivage après la fin des opérations.

4.1.4 L'opérateur doit inspecter régulièrement les équipements d'exploitation selon un calendrier et des itinéraires prédéfinis. Ces inspections doivent être conformes aux exigences du système d'inspection des équipements.

4.1.5 En cas de détection de défauts dans l'équipement par l'opérateur, ces derniers doivent être gérés conformément au système de gestion des défauts. Le taux annuel d'élimination des défauts d'équipement doit atteindre 100 %.

4.1.6 Les opérateurs doivent respecter scrupuleusement les règles établies en ce qui concerne les relèves de poste. En cas d'accident ou de situation anormale lors de ces relèves, le processus de relève doit être immédiatement interrompu. L'opérateur en poste doit alors prendre les mesures nécessaires pour gérer la situation, avec l'aide du personnel de relève, suivant ses instructions.

4.1.7 Tout l'équipement de la centrale hydroélectrique doit être clairement marqué avec son nom, son numéro et sa couleur. Ces marquages doivent être placés de manière à être facilement visibles pendant l'opération.

4.1.8 La salle de contrôle de la centrale hydroélectrique doit avoir les manuels essentiels, notamment le manuel de sécurité, le manuel d'exploitation, le manuel de maintenance, le manuel de régulation de l'eau, ainsi que les spécifications de tous les équipements majeurs. De plus, un ensemble de dessins importants doit accompagner les équipements et être régulièrement mis à jour.

4.1.9 Les tableaux et diagrammes suivants doivent être affichés dans la centrale hydroélectrique :

- a) Tableau analogique du schéma électrique principal en ligne simple ;
- b) Tableau d'affichage pour une exploitation sécuritaire ;
- c) Diagramme des systèmes d'huile, d'air comprimé et d'eau de refroidissement ;
- d) Courbe caractéristique de fonctionnement de la turbine ;
- e) Plan d'itinéraire de l'inspection quotidienne de l'usine ;
- f) Plan des voies d'évacuation et de l'emplacement des équipements de lutte contre l'incendie.

4.1.10 Les tableaux et les graphiques suivants doivent être disponibles dans la centrale hydroélectrique :

- a) Paramètres des équipements principaux ;
- b) Liste des responsables et du personnel habilité à signer et à délivrer les permis de travail et les permis d'exploitation ;

- c) Tableau des sorties de la protection par relais et du dispositif automatique ;
- d) Tableau de la séquence des opérations d'arrêt normal et d'arrêt d'urgence ;
- e) Liste des personnes à contacter en cas d'urgence.

4.1.11 Il convient de tenir les registres suivants dans la centrale hydroélectrique :

- a) Registre des vérifications devant être effectuées par les équipes à chaque changement d'équipe ;
- b) Registre des activités réalisées pendant chaque quart de travail (journal de bord) ;
- c) Registre des défauts d'équipement et de leur traitement ;
- d) Registre de suivi des clés de la centrale ;
- e) Registre de marche et arrêt des disjoncteurs ;
- f) Registre d'analyse du déclenchement des disjoncteurs ;
- g) Registre de test de la batterie de stockage et des chargeurs de batterie ;
- h) Registre des instructions données au personnel ;
- i) Registre de démarrage et d'arrêt du groupe turbo-alternateur ;
- j) Registre d'inspection et de test des outils d'isolation électrique et des dispositifs de sécurité ;
- k) Registre des activités liées à la sécurité ;
- l) Registre de révision et de test des équipements ;
- m) Registre des exercices de sécurité et des réponses aux accidents et aux incendies ;
- n) Registre de traitement des accidents survenus avec l'équipement ;
- o) Registre d'inspection des structures hydrauliques ;
- p) Registre des défaillances des actions des dispositifs automatiques du groupe turbo-alternateur ;
- q) Registre des systèmes de protection par relais et des dispositifs automatiques des disjoncteurs ;
- r) Registre de mise en service des systèmes de protection par relais de protection et des dispositifs automatiques ;

SHP/TG 005-2:2019

- s) Registre des outils et des pièces de rechange ;
- t) Registre des visiteurs ;
- u) Registre des évaluations techniques du personnel d'exploitation.

4.1.12 La centrale hydroélectrique doit être dotée des systèmes de gestion suivants, lesquels doivent être régulièrement révisés et mis à jour pour rester efficaces et instructifs :

- a) Système de délivrance des permis de travail ;
- b) Système de délivrance des permis d'exploitation ;
- c) Système de relève de poste ;
- d) Système d'inspection régulière des équipements ;
- e) Système de gestion des responsabilités et des procédures devant être suivies par les opérateurs de service ;
- f) Système de gestion des défauts d'équipement ;
- g) Système de démarrage, de synchronisation avec le réseau et d'arrêt normal des équipements de la centrale ;
- h) Système de gestion de la révision des équipements ;
- i) Système de gestion de l'acceptation des équipements ;
- j) Système de gestion des structures hydrauliques ;
- k) Système de gestion des défauts des équipements et des installations et de leur traitement ;
- l) Système de gestion des pièces de rechange ;
- m) Système de gestion de la sécurité ;
- n) Système de gestion du contrôle des inondations et des situations d'urgence ;
- o) Système de gestion des équipements d'urgence ;
- p) Système de gestion de la lutte contre les incendies ;
- q) Système de gestion du classement des équipements et des installations ;
- r) Autres systèmes de gestion spécifiques à la centrale.

4.2 Gestion de la sécurité

4.2.1 Il convient d'appliquer rigoureusement les procédures des systèmes de délivrance des permis de travail et des permis d'exploitation. Le taux d'application de ces permis doit atteindre 100 %.

4.2.2 Il est essentiel de signaler les accidents de manière opportune. De plus, les accidents doivent être classifiés en différentes catégories selon les règlements applicables.

4.2.3 La gestion de la sécurité doit être conforme aux exigences suivantes :

- a) La centrale doit disposer de plans de lutte contre les inondations et de plans d'intervention d'urgence. Ces plans doivent être prêts à être mis en œuvre en cas de situation d'urgence.
- b) Les voies d'accès et les routes à l'intérieur de la centrale doivent être maintenues dégagées pour permettre une intervention rapide en cas d'urgence, en particulier lors des opérations de lutte contre les inondations.

4.2.4 Les mesures anti-accident doivent être conformes aux exigences suivantes :

- a) La centrale doit élaborer et mettre en œuvre des mesures organisationnelles et techniques pour prévenir les accidents. De plus, des inspections périodiques doivent être effectuées pour s'assurer que ces mesures sont appliquées de manière rigoureuse.
- b) Des exercices anti-accidents doivent être organisés régulièrement et être documentés.

4.2.5 La gestion de la lutte contre l'incendie et de la sécurité dans la centrale hydroélectrique doit répondre aux exigences suivantes :

- a) Les mesures de sécurité et de lutte contre l'incendie doivent être conformes aux réglementations nationales en vigueur. La personne responsable du système de sécurité et de lutte contre l'incendie doit être formée conformément aux normes réglementaires et posséder l'expérience nécessaire. Elle sera responsable de la gestion des situations d'urgence et devra également veiller à l'application du plan de sécurité préventif pour éviter les incidents.
- b) Les divers types d'équipements de lutte contre l'incendie doivent être placés à des emplacements stratégiques définis par des experts. Ces équipements doivent être inspectés régulièrement.
- c) Les substances inflammables et explosives doivent être stockées en toute sécurité conformément aux normes et réglementations applicables. Leur utilisation dans la zone opérationnelle doit se faire avec une extrême prudence et elles doivent être retirées immédiatement après utilisation.
- d) Les opérateurs et le personnel de la centrale doivent être formés à l'utilisation des équipements de lutte contre l'incendie.

- e) Les activités liées à la sécurité et à la prévention des incendies doivent être gérées de manière appropriée, ce qui inclut l'inspection régulière du système d'alarme incendie.

4.2.6 La gestion des outils et des équipements de sécurité de la centrale hydroélectrique doit être conforme aux exigences suivantes :

- a) Les outils de sécurité doivent être rangés dans des armoires spéciales, être classés par numéro et être gérés par le personnel d'encadrement désigné.
- b) Les outils et les équipements de sécurité doivent être soumis à des tests périodiques et ne doivent pas être utilisés au-delà de leur durée de vie.
- c) Avant chaque utilisation, les outils et les équipements de sécurité doivent être inspectés minutieusement. S'ils sont endommagés, ils ne doivent pas être utilisés.

4.2.7 Tous les équipements et toutes les installations de la centrale hydroélectrique doivent être soumis à une inspection de sécurité et être classés selon des normes spécifiques. Le taux de perfection des équipements et des installations doit atteindre 100 %. De plus, au moins 80 % de ces équipements et installations doivent atteindre le standard du Grade I (voir l'annexe A).

4.3 Gestion des opérations de révision et de maintenance

4.3.1 Un plan de révision doit être établi en tenant compte des recommandations du fabricant et de l'état opérationnel de l'équipement de la centrale hydroélectrique. La révision doit être effectuée conformément au plan établi. La centrale doit progressivement passer d'une révision périodique à une maintenance basée sur l'état de l'équipement.

4.3.2 Les révisions doivent être planifiées en fonction de la disponibilité des apports d'eau et des exigences opérationnelles du réseau électrique. Il est conseillé d'effectuer les révisions pendant la saison sèche.

4.3.3 Les révisions doivent être réalisées par des techniciens qualifiés, utilisant des outils et des équipements avancés. Des spécifications ou des directives détaillées doivent être préparées pour guider la révision et la maintenance des équipements de la centrale hydroélectrique. Pendant la révision, il est important d'identifier et d'appliquer des points de contrôle de qualité pour les procédures de travail clés.

4.3.4 Les révisions périodiques doivent être conformes aux exigences suivantes :

- a) Un plan doit être élaboré en tenant compte des recommandations du fabricant et de l'état opérationnel de l'équipement.
- b) La révision périodique se divise en plusieurs niveaux, allant des inspections routinières et mineures (quotidiennes, hebdomadaires, mensuelles, trimestrielles, semestrielles) aux révisions annuelles, en passant par des révisions capitales ou majeures, jusqu'aux projets de rénovation et de modernisation.

- c) Avant de commencer une révision, il est essentiel d'inspecter l'équipement sur place, d'identifier les problèmes existants, d'analyser leurs causes et de préparer un plan global qui servira de base à la révision.
- d) Chaque révision périodique doit être classée par catégorie. Un flux de processus pour la révision doit être établi et approuvé par l'autorité compétente avant sa mise en œuvre.
- e) La qualité de la révision doit être conforme aux spécifications pertinentes.
- f) Après la révision, l'équipement doit être soumis à des inspections et des tests approfondis avant d'être remis en service.
- g) Les données techniques relatives à la révision, aux inspections et aux tests réalisés doivent être méticuleusement enregistrées et archivées.

4.3.5 Les réparations d'urgence doivent être gérées conformément aux exigences suivantes :

- a) Il est nécessaire d'établir des mécanismes de réparation d'urgence et d'intervention d'urgence pour permettre une organisation rapide de la réparation en cas d'accident.
- b) Un plan de réparation d'urgence doit être élaboré pour les accidents et les pannes typiques, en tenant compte des spécificités de la centrale. Ce plan doit être soumis à l'autorité compétente pour examen et approbation. Une fois approuvés, les travaux de réparation d'urgence doivent être confiés à une agence qualifiée selon les réglementations en vigueur, dont les responsabilités doivent être clairement définies.
- c) Les outils, les dispositifs et les équipements d'éclairage utilisés pour les réparations d'urgence doivent être conservés et entretenus à la centrale électrique. Ils doivent également faire l'objet d'inspections et de tests réguliers.

4.4 Gestion de la formation en cours d'emploi

4.4.1 La formation en cours d'emploi doit être gérée conformément aux exigences suivantes :

- a) Des plans de formation annuels doivent être élaborés. Ces formations doivent être dispensées sous la supervision du chef de la station ou d'une agence professionnelle.
- b) Les employés doivent recevoir une formation technique professionnelle couvrant les équipements de la centrale, les procédures opérationnelles, les questions de sécurité, l'utilisation des équipements de lutte contre l'incendie et d'autres pratiques de travail pertinentes.
- c) Le personnel d'exploitation et de maintenance doit être formé, si possible, sur un simulateur numérique en temps réel pour se familiariser de manière pratique avec l'exploitation des équipements de la centrale et la gestion des situations anormales.

- d) Le personnel concerné doit être formé avant d'utiliser de nouveaux équipements, technologies ou processus. Il est important que le personnel d'exploitation et de maintenance reçoive une formation complète au moins une fois par an pour assurer une performance optimale de la centrale et de ses équipements.

4.4.2 La formation du personnel doit répondre aux exigences suivantes :

- a) Le personnel doit comprendre le fonctionnement quotidien de la centrale et de ses équipements.
- b) Il doit connaître les caractéristiques techniques et la disposition spatiale des équipements de la centrale.
- c) Le personnel doit connaître le câblage et les modes de fonctionnement des équipements électriques primaires et secondaires.
- d) Il doit connaître la disposition spatiale et les modes de fonctionnement des systèmes d'huile, d'air et d'eau.
- e) Le personnel doit maîtriser les techniques de maintenance et de révision des équipements et connaître les exigences de sécurité associées à ces tâches.
- f) Il doit connaître les méthodes à utiliser et les précautions à prendre lors des opérations de commutation.
- g) Le personnel doit recevoir une formation sur l'exploitation, la maintenance, les technologies de révision et les exigences de sécurité spécifiques aux structures hydrauliques et aux équipements hydromécaniques.
- h) Le personnel doit avoir connaissance des plans d'urgence en cas d'accidents, d'urgences ou de catastrophes naturelles, ainsi que des tâches spécifiques à exécuter dans ces situations.
- i) Le personnel doit comprendre comment exploiter la centrale et les équipements en toute sécurité et connaître les systèmes de gestion pertinents.
- j) Le personnel doit connaître les procédures de révision, de test et de réglage du système de contrôle et de protection par relais.
- k) La formation du personnel doit couvrir les équipements hydromécaniques et leurs procédures d'exploitation.
- l) Le personnel doit être capable d'analyser et d'évaluer l'état de l'équipement en se basant sur les opérations et les résultats d'inspection. Il doit pouvoir diagnostiquer et corriger les défauts de l'équipement.
- m) Le personnel doit pouvoir identifier correctement les causes des défaillances ou des accidents à partir des lectures d'instruments, des indications de signaux et des situations anormales de l'équipement, et réagir de manière rapide et adéquate.

4.5 Gestion des archives

4.5.1 Des systèmes de gestion des archives doivent être établis et mis en œuvre dans la centrale hydroélectrique. Il est important de trier, d'analyser et d'archiver rapidement tous les dossiers d'exploitation, de maintenance, de révision et d'inspection ainsi que les rapports de test et les autres données techniques. Les enregistrements liés aux conditions de fonctionnement anormales, aux défaillances d'équipement, aux accidents, aux urgences et aux catastrophes naturelles doivent être archivés de manière opportune.

4.5.2 Les archives doivent être gérées conformément aux exigences suivantes :

- a) Les archives doivent être conservées dans une salle et dans une armoire spécifiques, conçues pour répondre aux besoins de la gestion des archives.
- b) Les archives doivent être classées et stockées selon un système de classification. Elles doivent être inspectées chaque année par le chef de la station.
- c) Si les archives sont gérées électroniquement, des copies de sauvegarde doivent être conservées.

4.5.3 Les archives et données techniques suivantes doivent être fournies :

- a) Les rapports de conception de la centrale et un ensemble complet de plans architecturaux et techniques.
- b) Le rapport final d'achèvement des travaux de construction de la centrale ainsi que tous les dessins illustrant la structure telle qu'elle a été effectivement construite.
- c) Les spécifications techniques, les dessins et les certificats de qualité de l'équipement utilisé dans la centrale.
- d) Les dessins d'installation des équipements, les enregistrements de ces installations et les données associées.
- e) Le rapport de test de mise en service et les données y associées.
- f) Le rapport de maintenance préventive et des tests réalisés sur les équipements électriques au fil des ans.
- g) Les archives sur la gestion des défauts de l'équipement.
- h) Les enregistrements de toutes les activités de maintenance préventive, de révision, de maintenance capitale, ainsi que des projets de rénovation et de modernisation, accompagnés des rapports de test associés.
- i) Les rapports détaillant les analyses spécifiques des accidents et des pannes d'équipement.
- j) Les rapports classifiés compilant les données relatives aux pratiques de gestion de la sécurité au fil des ans.

- k) Les rapports d'observation et d'analyse des structures de dérivation d'eau, des structures de prise d'eau et du système de conduite d'eau élaborés au fil des ans.
- l) Les données hydrologiques et d'observation des inondations accumulées au fil des ans.
- m) Les données relatives à la formation et aux examens du personnel d'exploitation.

4.6 Gestion civilisée de la production

4.6.1 La zone de la centrale doit être agrémentée d'espaces verts et d'éléments esthétiques. Les surfaces pavées doivent être planes et en bon état, les systèmes d'éclairage doivent être fonctionnels et complets, et les systèmes de drainage doivent être efficaces. Les murs de soutènement doivent également être bien entretenus et exempts de mauvaises herbes.

4.6.2 Des clôtures ou des barrières de sécurité doivent être installées autour du poste de commutation, ainsi que des panneaux d'avertissement. Les chemins d'inspection doivent rester propres et dégagés, et les marquages des équipements doivent être clairs et précis.

4.6.3 La centrale doit être propre et ne pas présenter de fuite d'eau. Les portes et les fenêtres doivent être en bon état et les équipements doivent être propres.

4.6.4 Les outils, les données, les livres et les documents doivent être rangés de manière ordonnée dans des armoires ou des espaces de rangement dédiés, suivant la classification établie.

4.6.5 Les diagrammes et les schémas doivent être soigneusement affichés, et tous les panneaux, armoires et bureaux doivent être maintenus propres et en bon état.

4.6.6 Les conduits de câbles doivent être propres, et leurs plaques de recouvrement doivent être complètes et en bon état.

4.6.7 Les activités qui ne sont pas directement liées à la production doivent être interdites dans des zones critiques comme la salle de contrôle et la salle des machines.

4.6.8 Les opérateurs de service doivent porter un uniforme et des insignes de service. Le port de vêtements inappropriés, comme des pantoufles, des talons hauts ou des jupes, est interdit. Les opérateurs aux cheveux longs doivent les attacher et porter des casquettes de travail.

4.6.9 L'élevage de volaille et de bétail est interdit dans la zone de la centrale.

5 Structures hydrauliques

5.1 Structures de dérivation

5.1.1 Des évaluations régulières doivent être effectuées pour assurer la sécurité des structures de dérivation.

5.1.2 Les éléments à surveiller et la fréquence des mesures dépendent des exigences de la conception de la structure. Les résultats des mesures doivent être analysés rapidement et être consignés dans les dossiers.

5.1.3 Les structures hydrauliques doivent être inspectées régulièrement par le personnel. Un registre des inspections doit être tenu pour faciliter l'identification rapide des problèmes et la mise en place de mesures correctives.

5.1.4 L'inspection des structures de dérivation doit porter sur les éléments suivants :

- a) Il convient de vérifier si la structure de libération présentent des fissures, des fuites ou des infiltrations, et si la fondation du barrage présente des fuites anormales ou un déplacement inhabituel.
- b) Il faut vérifier si la pente du barrage en terre et en enrochement est stable, si le sommet et la pente du barrage sont lisses et exempts de fissures, d'affaissements, de gonflements, de nids de fourmis ou de terriers d'animaux qui pourraient compromettre la stabilité structurelle ou la sécurité de l'écoulement des eaux d'infiltration. Il faut également s'assurer que la protection de la pente est complète et qu'elle ne présente pas de déficiences partielles telles qu'un relâchement, un affaissement, un glissement de la couche d'amortissement ou une protection de pente creuse. Enfin, il convient de vérifier si la surface en aval et au pied du barrage présentent des bassins de fuite, des zones d'affaissement, des phénomènes de suffusion, une croissance anormale de plantes, et si l'eau d'infiltration est boueuse.
- c) Il faut inspecter le barrage en béton pour détecter l'érosion, l'abrasion, les infiltrations d'eau et le tassement inégal des monolithes. Il faut vérifier que les joints de dilatation et l'étanchéité fonctionnent correctement et inspecter les fissures qui pourraient compromettre l'intégrité de la structure et favoriser les infiltrations. Il faut également s'assurer que les variations de la pression de soulèvement sont normales.
- d) Il faut vérifier l'intégrité de la structure de débordement, l'absence de fissures, d'affaissements et d'infiltrations d'eau dans les dalles de base et dans les parois latérales des déversoirs et des tunnels. Il faut inspecter les dispositifs de dissipation d'énergie pour détecter tout dommage.
- e) Il convient de s'assurer que les installations auxiliaires des structures de retenue et de libération d'eau sont en bon état de fonctionnement et ne présentent aucun dommage.

5.1.5 La maintenance des structures de dérivation doit être gérée conformément aux règles applicables. La maintenance doit répondre aux exigences suivantes :

- a) La crête du barrage, les pentes, les parapets et les installations d'observation doivent être maintenus en bon état. Les drains doivent être nettoyés régulièrement afin de garantir qu'ils restent dégagés.
- b) Il est interdit de stocker des matériaux sur la crête, sur la pente ou sur le talus du barrage. La surface du barrage ne doit pas être utilisée comme zone de transit, et ses différentes parties (crête, pente, pied) ne doivent pas servir de conduits d'eau.
- c) Dans la zone du barrage et dans les zones en amont et en aval qui peuvent avoir une incidence sur la sécurité du projet, il est interdit de mener des activités qui pourraient endommager la structure, telles que creuser des fosses, construire des étangs à poissons ou forer des puits.

- d) Il ne doit y avoir ni plantes ni cultures sur la surface du barrage, laquelle ne doit pas être utilisée pour le pâturage. Il est interdit de retirer le gazon, le sable ou les pierres qui sont utilisés pour la protection des pentes et des installations de dérivation des infiltrations.
- e) Des mesures doivent être prises pour empêcher l'érosion et le ravinement de la surface du barrage par les eaux de pluie. Les installations de filtration du corps du barrage et les dispositifs de soulagement de la pression doivent être maintenus en bon état pour assurer leur fonctionnement normal.
- f) Lorsque l'eau est chargée en sédiments, les installations de chasse du réservoir doivent être activées régulièrement pour les évacuer. Dans les zones sujettes au gel, des mesures spécifiques doivent être prises pour prévenir la formation de glace.
- g) Les déversoirs en béton équipés de clapets hydrauliques automatiques doivent répondre aux normes applicables aux barrages en béton, et il faut s'assurer que les clapets fonctionnent de manière fluide, sans obstruction à leur ouverture ou à leur fermeture.
- h) Les dispositifs de dégonflage des barrages en caoutchouc doivent être sûrs et fiables. Le sac du barrage doit être en bon état et être capable de supporter les charges hydrauliques, notamment lors des déversements de crues. Les dispositifs électromécaniques et les conduites d'eau ou d'air doivent être en état de marche et fonctionner correctement.
- i) Il faut s'assurer que la structure des ouvrages de décharge est en bon état. Si des fissures anormales, des affaissements ou des infiltrations d'eau sont détectés, ou si les installations de dissipation d'énergie sont endommagées, il faut arrêter la décharge pour effectuer des réparations d'urgence. Si les réparations nécessaires ne peuvent être effectuées immédiatement, un plan alternatif de décharge doit être mis en place pour éviter les accidents et permettre les réparations.
- j) Les conduits de décharge doivent rester dégagés. Pendant la décharge, il est important de retirer rapidement tout matériel dérivant en amont et d'interdire l'accès aux radeaux et aux bateaux près de l'entrée des ouvrages de décharge.
- k) Les installations auxiliaires des ouvrages de décharge, y compris les vannes et les valves de décharge, doivent être en bon état de fonctionnement, avec un mécanisme de levage fiable et une puissance opérationnelle sûre.
- l) En cas de détection de défauts dangereux, tels que des fissures anormales, des déformations ou des infiltrations d'eau dans les structures de retenue, des mesures doivent être prises immédiatement pour y remédier rapidement.

5.2 Structures d'admission

5.2.1 Il est essentiel de maintenir le niveau d'eau le plus bas dans le bassin de retenue à un seuil qui assure une profondeur d'immersion adéquate pour les admissions sous pression.

5.2.2 La maintenance des structures de prise d'eau doit répondre aux exigences suivantes :

- a) La pente latérale de la prise d'eau (ou de la sortie) doit être maintenue stable.
- b) L'évent d'air de l'admission ne doit pas être obstrué.
- c) La chambre de levage doit être exempte de débris.

5.3 Système conducteur d'eau (tunnel, canal ouvert ou une combinaison des deux)

5.3.1 Les structures du système conducteur d'eau doivent faire l'objet d'inspections régulières, avec une attention particulière portée aux risques géologiques sur les pentes des collines, en particulier pendant la saison des pluies. Les vérifications et les inspections doivent répondre aux exigences suivantes. Tout problème identifié doit être traité rapidement.

- a) Il faut vérifier si les tunnels présentent des fissures, des déformations, des fuites, de l'érosion, de l'abrasion, de la cavitation, de la carbonisation et des pertes de matériau d'étanchéité. Dans les tunnels non revêtus, il faut surveiller les chutes de pierres graves et les infiltrations d'eau. Dans les tunnels revêtus, il faut s'assurer que le béton ne s'écaille pas trop et qu'il n'y a pas d'infiltrations d'eau. Il est crucial de contrôler la stabilité de la pente et les infiltrations d'eau à l'entrée ou à la sortie du tunnel.
- b) Il faut vérifier si des matériaux lourds sont empilés au-dessus des caniveaux à ciel ouvert ou des tunnels non pressurisés, particulièrement lorsque l'épaisseur du rocher supérieur est insuffisante (moins de trois fois le diamètre du tunnel).
- c) Il faut vérifier la stabilité du corps principal du canal et des pentes latérales et surveiller les éboulements de sol-roche ou les ruptures de berge. Il faut contrôler la présence de dépôts de limon dans le canal et examiner la surface pour détecter l'abrasion, les dommages au revêtement ou des infiltrations d'eau importantes.
- d) Il faut inspecter la stabilité du corps de l'aqueduc et des piliers, et vérifier l'absence d'inclinaisons, de fissures, de dommages ou d'infiltrations d'eau importantes.
- e) Il faut examiner le bassin de compensation pour détecter tout tassement inégal, toute infiltration, fissure ou abrasion grave ou tout revêtement endommagé. Il faut vérifier que la ventilation du bassin (ou de la tour) de compensation fonctionne correctement.
- f) Il faut examiner la dalle de base du bassin de charge, du déversoir et du mur de soutènement pour détecter toute distorsion, infiltration d'eau ou tout effondrement de la pente latérale. Il faut s'assurer que les installations de déversement et de drainage ainsi que les ouvertures de chasse de sable sont en bon état.

5.3.2 La maintenance et la réparation des structures du système conducteur d'eau doivent répondre aux exigences suivantes :

- a) Les installations auxiliaires de la chambre de compensation, comme celles utilisées pour l'observation du niveau d'eau, doivent être sécurisées et fonctionner de manière fiable.

- b) Le tunnel doit être vidé pour permettre une inspection et une révision approfondies. Un nettoyage régulier sous supervision experte et conformément aux réglementations applicables est nécessaire.
- c) La vitesse moyenne d'écoulement dans le canal sous le débit de conception ne doit pas dépasser la limite admissible pour les matériaux de revêtement. Il faut veiller à ce que les vitesses soient appropriées pour éviter les dépôts de sédiments ou l'érosion.
- d) Tout dommage, fissure, érosion ou scellement vieilli de l'aqueduc doit être réparé ou remis à neuf. Si la base du conduit présente des fissures ou des distorsions, des mesures de réparation ou de renforcement sont nécessaires.
- e) En cas de fuites d'eau ou de brèches qui compromettent la stabilité de la montagne, une intervention rapide est essentielle pour prévenir des problèmes plus graves.

5.4 Centrale électrique et sous-station (ou poste de commutation)

5.4.1 La centrale et la sous-station (ou le poste de commutation) doivent être régulièrement inspectées. Ces inspections doivent être conformes aux exigences suivantes. Tout problème identifié doit être traité rapidement.

- a) Il faut vérifier que les structures de la centrale et leurs installations annexes sont en bon état.
- b) Il faut contrôler régulièrement les poutres, les dalles et les piliers en béton de la centrale pour détecter d'éventuelles fissures et surveiller leur évolution. Il faut vérifier les socles en béton du groupe turbo-alternateur pour s'assurer qu'ils ne présentent ni fissures ni dommages.
- c) Il faut examiner les pentes et les collines situées derrière la centrale pour détecter toute instabilité ou signe d'effondrement.
- d) Il faut s'assurer que la base et la structure de la station de surpression sont stables.

5.4.2 Les opérations de maintenance et de réparation dans la centrale et dans la sous-station (ou le poste de commutation) doivent être conformes aux règles applicables. Elles doivent répondre aux exigences suivantes :

- a) Si des éléments structurels de la centrale présentent des distorsions graves, des dommages, des fissures ou des infiltrations d'eau qui pourraient compromettre la sécurité du personnel et de l'équipement, des mesures doivent être prises immédiatement. En cas de signes de glissement de terrain à proximité de la centrale, il est crucial d'intervenir rapidement.
- b) Si la centrale ne répond pas aux normes de protection contre les inondations, des mesures d'ingénierie doivent être prises pour rectifier la situation.

6 Ouvrages hydromécaniques

6.1 Conduite forcée

6.1.1 La conduite forcée doit répondre aux exigences suivantes :

- a) La surface intérieure de la conduite forcée doit être protégée par un revêtement anticorrosion d'épaisseur uniforme.
- b) Il convient de s'assurer que la conduite forcée ne présente ni déformations, ni fissures ni infiltrations d'eau.
- c) La conduite doit pouvoir glisser librement le long de son axe dans le joint de dilatation.
- d) Les trous d'homme et les joints de dilatation de la conduite forcée doivent être correctement comprimés pour assurer l'étanchéité de la conduite.
- e) La conduite forcée doit être inspectée régulièrement.
- f) Les supports en selle et les ancrages de la conduite forcée doivent être vérifiés pour s'assurer qu'ils sont intacts et stables et qu'ils ne présentent aucun signe de fissures, de dommages, de déplacements ou d'affaissements.

6.1.2 La maintenance des conduites forcées doit satisfaire aux exigences suivantes :

- a) La surface de la conduite forcée doit être régulièrement traitée avec des produits anticorrosion.
- b) Si des signes de corrosion, de fissures ou d'instabilité sont détectés sur la conduite, des réparations ou des remplacements doivent être effectués rapidement.
- c) Si l'écart entre le tuyau enterré et le béton ou la roche augmente, ce qui peut nuire à la capacité de ces matériaux à supporter la pression interne, un jointoiment des joints doit être réalisé pour corriger ce problème.
- d) Si un tuyau exposé subit des vibrations, des mesures d'amortissement doivent être mises en place.

6.2 Vannes et treuils

6.2.1 Le fonctionnement normal des vannes doit répondre aux exigences suivantes :

- a) La vanne doit être stable et fiable, sans déformation ni corrosion. Les joints doivent être intacts, les poulies doivent être en bon état de fonctionnement, et tous les roulements, bagues et cordes doivent être bien graissés.
- b) Si les principaux composants de la vanne, tels que les panneaux, les poutres, les longerons et les bras de vannes radiales, sont corrodés, une inspection structurelle doit être réalisée immédiatement. Il est nécessaire de vérifier la résistance et la dureté de ces composants et de prendre des mesures correctives sans tarder, en cas de besoin.
- c) Les composants enterrés de la vanne doivent être inspectés régulièrement. Ceux qui sont érodés, dont les joints sont déplacés de plus de 2 mm ou qui sont gravement corrodés, doivent être remplacés. Si plus de 30 % des composants de la vanne doivent être remplacés, il est conseillé de remplacer toute la vanne.

6.2.2 Le fonctionnement normal des dispositifs de levage doit répondre aux exigences suivantes :

- a) Le dispositif de levage doit avoir une source d'alimentation de secours fiable.
- b) Les dispositifs de commande électriques et les installations auxiliaires du dispositif de levage doivent être sûrs et fiables.
- c) Les dispositifs de levage extérieurs doivent être équipés de couvertures de protection et les commandes électriques doivent être sécurisées par un dispositif de verrouillage.
- d) Les câbles du dispositif de levage de la vanne ne doivent pas présenter de distorsion, d'effondrement, d'aberration ou de brins cassés. Le fil, les brins et l'âme des câbles ne doivent pas être écrasés. Les câbles doivent être maintenus lubrifiés.
- e) Le treuil doit fonctionner de manière sûre et fiable.
- f) Le niveau sonore des dispositifs de levage hydraulique ne doit pas dépasser 85 dB.
- g) Les dispositifs de levage à vis électriques doivent être équipés de protections de sécurité fiables contre les surcharges électriques et mécaniques.
- h) Les dispositifs de levage à vis manuels ou électro-manuels doivent être équipés de manivelles de sécurité, et les dispositifs électro manuels doivent être dotés de mesures permettant de couper l'électricité lors de l'utilisation manuelle.

6.2.3 La maintenance des vannes doit répondre aux exigences suivantes :

- a) Il est important de nettoyer régulièrement les vannes pour retirer la croissance aquatique, les mauvaises herbes et les saletés qui peuvent s'accumuler sur la vanne et dans la fente de la vanne.
- b) Les composants rotatifs de la vanne doivent être maintenus correctement lubrifiés.
- c) Les joints et les connexions de la vanne doivent être fiables et ne pas présenter de signe d'effritement.
- d) Dans les zones froides, des mesures doivent être prises pour réduire la charge de la glace sur les vannes pendant la saison de gel.
- e) Les joints d'eau usés, déchirés ou vieillis doivent être remplacés en temps opportun.
- f) Les roulements ou bagues des roues de la vanne doivent être régulièrement graissés et remplacés s'ils sont cassés.

6.2.4 La maintenance des dispositifs de levage doit répondre aux exigences suivantes :

- a) La partie électrique du dispositif de levage doit constamment être maintenue en bon état.

- b) Les réducteurs et les engrenages doivent être inspectés et entretenus régulièrement, et l'huile hydraulique doit être filtrée et remplacée selon les besoins.
- c) Les roues de freinage et les surfaces des cales de frein doivent être maintenues propres, et l'écartement des mâchoires de frein doit conserver un degré normal. Les cales de frein usées doivent être remplacées rapidement.
- d) Si les valeurs de réglage de la pompe variable, de la soupape de décharge et du manomètre sont anormales, elles doivent être réinitialisées.
- e) Les câbles et les poulies doivent être fréquemment huilés pour éviter la corrosion.
- f) Les indicateurs de hauteur et les limiteurs de charge doivent être vérifiés et réinitialisés régulièrement.

6.3 Grille de débris

6.3.1 Les installations de filtration de débris à la prise d'eau doivent être sûres et fiables.

6.3.2 Les installations de gestion des débris doivent assurer une zone de débordement suffisante pour gérer le flux de débris. Les sédiments et les saletés doivent être retirés rapidement.

7 Équipement électromécanique

7.1 Turbine

7.1.1 Le fonctionnement normal des turbines doit répondre aux exigences suivantes :

- a) Les turbines doivent fonctionner en continu et sur de longues périodes, conformément aux paramètres de conception pertinents.
- b) Les turbines ne doivent pas être mises en marche si la température de l'huile des paliers est inférieure à 5 °C. L'alimentation en eau de refroidissement doit être arrêtée si la température de l'huile des paliers et des régulateurs est inférieure à 10 °C.
- c) Pour les paliers de butée dotés de bagues métalliques, la température ne doit pas dépasser 60 °C (70 °C est la limite maximale). L'alarme est réglée à 65 °C et le déclenchement de l'unité à 70 °C. Pour les paliers utilisant des bagues métalliques élastiques en plastique, la température ne doit pas dépasser 55 °C.
- d) Le système de refroidissement des paliers doit fonctionner normalement, sans fuite ni bruit anormal. La température de l'eau de refroidissement doit être maintenue entre 5 °C et 30 °C, avec une pression entre 0,15 MPa et 0,3 MPa.
- e) Lors de l'arrêt d'un groupe turbo-alternateur, il est crucial de vérifier que le niveau d'huile dans les paliers est adéquat et que la qualité de l'huile répond aux normes requises.

SHP/TG 005-2:2019

- f) Les aubes directrices, leurs liaisons et les goupilles de cisaillement doivent fonctionner normalement.
- g) Il ne doit pas y avoir de fuite d'eau importante dans le joint principal d'arbre et les manchons d'arbre des aubes directrices.
- h) Les conduites d'huile, d'air et d'eau doivent être exemptes de fuites et d'obstructions.
- i) La vanne à vide doit fonctionner normalement.
- j) Les valeurs de faux-rond et de vibration de tous les composants du groupe turbo-alternateur doivent être maintenues dans les limites acceptables.
- k) Le régulateur doit normalement fonctionner en mode de contrôle automatique. En cas de fonctionnement instable ou de dysfonctionnement du système de régulation, il peut être nécessaire de passer en mode de contrôle manuel.
- l) L'exploitation est interdite dans les conditions suivantes :
 - 1) En cas de fluctuation excessive des niveaux d'eau en amont et en aval ou de pression pulsatoire excessive dans le tube de fuite.
 - 2) Si les composants présentent un faux-rond ou des vibrations excessifs, ou si la goupille de cisaillement est cassée.
 - 3) Si la pression d'huile des unités de pression d'huile chute en dessous du seuil fixé pour une faible pression en raison d'un dysfonctionnement.
- m) Dans les unités équipées d'une vanne de régulation, il est essentiel que le mouvement coordonné entre cette vanne et le régulateur fonctionne correctement.
- n) Il convient de s'assurer que tous les instruments de mesure affichent des indications correctes.
- o) Les conditions de fonctionnement du groupe turbo-alternateur doivent être vérifiées et enregistrées toutes les heures.
- p) Les unités en veille chaude, prêtes à être mises en service à tout moment, doivent être inspectées régulièrement, tout comme les unités en service. Il est important d'éviter toute opération qui n'est pas directement liée au maintien de l'état de veille ou au fonctionnement de l'unité.

7.1.2 Les procédures de démarrage normal des différents types de turbines doivent être conformes aux exigences suivantes :

- a) Turbine à réaction :
 - 1) Il faut vérifier que les aubes directrices s'ouvrent et se ferment normalement, et que la soupape de décharge d'air de la volute fonctionne correctement.

- 2) Il faut s'assurer que les fuites d'eau des aubes directrices en position fermée restent dans les limites acceptables et qu'elles ne gênent pas l'arrêt normal du groupe turbo-alternateur.
- 3) Il faut vérifier que l'ouverture et la fermeture des pales du rotor de la turbine Kaplan correspondent au réglage Alpha-Beta.
- b) Turbine à impulsion :
 - 1) Il convient de s'assurer qu'il n'y a pas de fuite d'eau dans l'aiguille en position fermée, et de vérifier le fonctionnement de la soupape de décharge d'air de la buse lors du démarrage du groupe turbo-alternateur.
 - 2) Il faut s'assurer que le déflecteur fonctionne normalement et qu'il est correctement positionné.
 - 3) Il faut vérifier que la sous-buse de freinage fonctionne normalement.

7.1.3 Pour démarrer le groupe turbo-alternateur, les conditions suivantes doivent être réunies :

- a) La vanne principale doit être entièrement ouverte, la vanne de régulation complètement fermée, et la conduite forcée doit être pleine.
- b) Le régulateur doit être en position entièrement fermée et être verrouillé. La pression d'huile dans l'accumulateur de pression doit être normale et la source d'alimentation de la pompe à huile doit être activée.
- c) Le niveau d'huile des paliers du groupe turbo-alternateur doit être normal, la couleur de l'huile doit être conforme et il ne doit pas y avoir de fuite d'huile.
- d) Les systèmes de protection électrique et mécanique, ainsi que les sources d'alimentation opérationnelle en courant alternatif et en courant continu doivent fonctionner normalement.
- e) Le système électrique doit être en état de fonctionnement et être prêt à être mis en service.
- f) Le dispositif de freinage du groupe turbo-alternateur doit être en état de fonctionnement et doit se trouver en position de fermeture.

7.1.4 Les inspections suivantes doivent être effectuées avant la mise en service des nouveaux groupes turbo-alternateurs ou après leur maintenance, et tous les permis de travail doivent être retournés. Les nouvelles unités peuvent être mises à l'essai après avoir été inspectées et lorsqu'il est assuré qu'il n'y a pas de personnes travaillant à l'intérieur du groupe turbo-alternateur.

- a) Il convient de s'assurer qu'aucun débris ne se trouve dans le système conducteur d'eau, y compris dans la conduite forcée, dans la volute et dans le conduit d'air.

SHP/TG 005-2:2019

- b) Il faut vérifier que le dispositif de freinage fonctionne correctement et qu'il est bien en position de fermeture.
- c) Il faut s'assurer que le mécanisme des aubes directrices est en bon état, sans dommages ni goupilles de cisaillement desserrées.
- d) Il convient de s'assurer qu'aucun débris ou outil n'a été oublié à l'intérieur du générateur, et de vérifier que la pression des ressorts de la brosse en carbone sur l'anneau collecteur est normale, sans conditions de blocage ou de desserrage.
- e) Il faut vérifier que le dispositif d'automatisation du groupe turbo-alternateur fonctionne correctement.
- f) Il faut s'assurer que tous les dispositifs d'étanchéité de la turbine sont en bon état.
- g) Il faut vérifier que le mécanisme de fonctionnement de la vanne principale, de la vanne de régulation et de l'interrupteur de course de la turbine fonctionne normalement.
- h) Il faut confirmer que les systèmes d'huile, d'air et d'eau sont en état de fonctionnement normal.
- i) Il faut s'assurer que le régulateur fonctionne de manière adéquate.
- j) Il faut retirer les clôtures de sécurité autour de l'unité.
- k) Il faut vérifier que le levage du rotor est terminé.
- l) Il faut s'assurer que tous les tests électriques, de survitesse et de rejet de charge sont effectués conformément aux normes pertinentes et sont dûment enregistrés.
- m) Les groupes turbo-alternateurs nouvellement installés doivent être soumis à un test de fonctionnement continu à pleine charge pendant 72 heures. Si le débit d'eau disponible ou des problèmes de réseau empêchent le groupe d'atteindre sa charge nominale, le test doit être effectué sous la plus grande charge possible selon les conditions actuelles.

7.1.5 La maintenance et le traitement des pannes de turbines doivent satisfaire aux exigences suivantes :

- a) L'inspection et la maintenance régulières des turbines comprennent les opérations suivantes :
 - 1) La mesure et l'enregistrement du balourd de l'arbre principal de la turbine, ainsi que de la tension et du courant de l'arbre du groupe turbo-alternateur ;

- 2) La commutation entre les systèmes principaux et de secours pour ce qui est des équipements auxiliaires et du système d'accessoires ;
 - 3) Le remplissage ou le changement de l'huile de lubrification et de la graisse lubrifiante en fonction de l'utilisation de l'huile par les différents paliers et pièces lubrifiées ;
 - 4) L'inspection du joint d'étanchéité de l'arbre principal et son ajustement à une valeur intermédiaire appropriée, et le contrôle de la qualité de l'eau de scellement ;
 - 5) Le nettoyage et le rinçage à contre-courant du filtre d'alimentation en eau propre afin d'assurer une alimentation en eau propre ;
 - 6) La vidange de tous les séparateurs d'air et d'eau afin d'enlever l'eau et les saletés accumulées ;
 - 7) L'inspection de l'ouverture des aubes directrices afin de vérifier son uniformité, et la vérification des écarts latéraux verticaux et d'extrémité ;
 - 8) L'inspection et la vérification de l'écartement du labyrinthe de la turbine ;
 - 9) Le levage du rotor avant de redémarrer les groupes turbo-alternateurs après un arrêt de 72 heures. Pour les paliers de butées utilisant des bagues métalliques élastiques en plastique, le redémarrage du groupe turbo-alternateur sans levage du rotor est possible ;
 - 10) Un nettoyage régulier des surfaces de l'équipement.
- b) La maintenance et le traitement des turbines en fonctionnement doivent satisfaire aux exigences suivantes :
- 1) si un bruit anormal est détecté pendant le fonctionnement de la turbine, le groupe turbo-alternateur doit être arrêté immédiatement afin d'être inspecté ;
 - 2) En cas de survitesse, les aubes directrices doivent être fermées immédiatement afin d'en déterminer la cause. Des mesures de maintenance et de correction doivent ensuite être prises ;
 - 3) Si la goupille de cisaillement des aubes directrices se rompt, le groupe turbo-alternateur doit être arrêté pour remplacer la goupille ;
 - 4) En cas d'augmentation anormale de la température des paliers, des vérifications doivent être faites pour détecter d'éventuelles fuites d'huile, s'assurer que le niveau et la couleur de l'huile sont normaux et que l'alimentation en eau de refroidissement des paliers est adéquate. Il faut également surveiller les vibrations, le balourd et les bruits anormaux à l'intérieur des paliers. La température des paliers doit être contrôlée régulièrement. Si les problèmes persistent, l'unité doit être arrêtée pour procéder à inspection plus approfondie et mettre en œuvre des mesures correctives ;

- 5) Si la température de la douille de palier dépasse 65 °C et continue d'augmenter après ces mesures correctives, le groupe turbo-alternateur doit être arrêté pour réaliser une inspection plus approfondie ;
- 6) En cas de chute du niveau d'huile dans un palier, le groupe turbo-alternateur doit être arrêté immédiatement et les mesures nécessaires doivent être prises ;
- 7) Si une fuite d'eau est détectée dans le refroidisseur de palier, le groupe turbo-alternateur doit être arrêté immédiatement afin de procéder au remplacement ou à la réparation du refroidisseur, après quoi un test de pression doit être effectué ;
- 8) En cas de blocage ou d'arrêt de l'eau de refroidissement dans le palier, il convient d'arrêter le groupe turbo-alternateur afin d'identifier et de corriger la cause du problème ;
- 9) Si les valeurs de vibration et de balourd dépassent les limites autorisées, il convient d'arrêter le groupe afin d'identifier et de corriger la cause du problème ;
- 10) Les unités qui ne sont pas équipées de dispositif de freinage doivent être rénovées. Les méthodes de freinage manuelles, telles que l'utilisation d'un coussinet ou d'un bâton en bois, ne doivent pas être utilisées ;
- 11) Toutes les autres défaillances pouvant compromettre la sécurité du personnel ou des équipements doivent être traitées de manière appropriée.

7.2 Générateur

7.2.1 Les critères de fonctionnement normal des générateurs sont les suivants :

- a) Le générateur doit pouvoir être exploité de manière continue sur une longue durée, et les paramètres de fonctionnement doivent rester dans les limites établies par le fabricant.
- b) Dans le cas des générateurs refroidis par air, la température de l'air doit être conforme aux limites prescrites. L'air utilisé pour le refroidissement doit être propre, sec et non corrosif.
- c) La hausse de température et la température maximale des enroulements du stator, des enroulements du rotor et du noyau de fer ne doivent pas dépasser les limites spécifiées par le fabricant.
- d) La fluctuation de tension sous une sortie de puissance constante doit être maintenue à moins de ± 5 % de la valeur nominale, avec un maximum de ± 10 %. Le courant d'excitation ne doit pas dépasser la valeur nominale. La tension minimale de fonctionnement doit être conforme aux exigences de stabilité du réseau électrique et ne doit pas être inférieure à 90 % de la valeur nominale, tandis que le courant du stator ne doit pas dépasser 105 % de la valeur nominale.

- e) Le générateur peut fonctionner à sa capacité nominale même avec des fluctuations de fréquence de $\pm 0,5$ Hz. Le courant du rotor ne doit pas dépasser la valeur nominale lorsque la fréquence est inférieure à 49,5 Hz. Pour les petits réseaux électriques isolés, la plage de fluctuation de la fréquence du groupe turbo-alternateur peut être élargie si nécessaire.
- f) Le fonctionnement en phase incomplète est interdit. En cas de conditions de panne, une surintensité de courte durée est autorisée. Cependant, les limites de surintensité de l'enroulement du stator et la durée admissible doivent être maintenues conformément aux instructions du fabricant. La survenue d'une surintensité autorisée ne doit pas dépasser deux fois par an.
- g) Lorsque le groupe turbo-alternateur fonctionne avec un facteur de puissance avancé, il convient de s'assurer que les courants du stator et du rotor ne dépassent pas les limites prescrites.
- h) Les freins doivent être désactivés lors du démarrage du groupe. Lors de l'arrêt du groupe, les freins doivent être fermés à seulement 20 à 35 % de la vitesse nominale, et la durée du freinage ne doit pas dépasser 2 minutes. La pression de l'air des freins doit être maintenue dans la plage normale (0,5 MPa à 0,7 MPa) comme prescrit par le fabricant. La machine doit s'arrêter dans le temps prescrit après le serrage des freins. Il faut éviter de faire fonctionner les groupes turbo-alternateurs à basse vitesse. Pour les turbines Pelton, lorsque le rinçage inverse ou le jet d'eau est utilisé, la durée maximale du freinage ne doit pas dépasser cinq minutes. De plus, les dispositifs de surveillance et de contrôle de l'activation et de la désactivation du rinçage ou du jet d'eau des freins doivent fonctionner correctement.

7.2.2 Les conditions suivantes doivent être réunies pour le démarrage normal, la mise en parallèle, l'augmentation de la charge et l'arrêt des générateurs :

- a) Le démarrage normal des groupes turbo-alternateurs doit être réalisé par un opérateur autorisé, et seulement après avoir obtenu la confirmation que tous les permis de travail ont été délivrés. L'arrêt normal doit être effectué conformément aux instructions fournies par le personnel autorisé.
- b) Les unités de secours et leurs systèmes et équipements auxiliaires doivent être maintenus en bon état et être prêts à démarrer immédiatement à tout moment.
- c) Lorsque la vitesse du générateur atteint environ 50 % de sa vitesse nominale, il convient d'inspecter la vibration et l'état de contact des balais de carbone sur l'anneau collecteur. Il faut également vérifier le bruit émis par toutes les parties du groupe turbo-alternateur pour détecter toute anomalie. En cas d'irrégularités, il est crucial de trouver et de résoudre les causes sous-jacentes.
- d) Une fois que la vitesse du groupe turbo-alternateur a atteint presque la valeur nominale, le processus d'augmentation de la tension doit être lancé en activant le système d'excitation. La tension doit être augmentée progressivement jusqu'à atteindre sa valeur nominale.
- e) Les éléments suivants doivent être inspectés pendant l'augmentation de la tension du générateur :

- 1) Pour les générateurs à excitation contrôlée par silicium, il convient de vérifier qu'il y a un nombre approprié de tours du potentiomètre pour réguler l'excitation ;
 - 2) Le courant triphasé du stator doit être nul. Si un courant est détecté, cela peut indiquer un problème tel qu'un court-circuit. Dans ce cas, l'interrupteur de désexcitation doit être coupé immédiatement, et le groupe doit être arrêté afin de procéder à une inspection plus approfondie et de déterminer s'il y a un court-circuit dans le circuit du stator ou si le fil de terre a été enlevé ;
 - 3) Il convient de vérifier si les tensions du stator triphasé sont équilibrées ;
 - 4) Il faut examiner la résistance d'isolation du circuit du rotor du groupe turbo-alternateur ;
 - 5) Sous tension nominale à vide, il faut vérifier si la tension et le courant du rotor dépassent les valeurs nominales. En cas de dépassement, il convient d'arrêter immédiatement le groupe turbo-alternateur et d'inspecter le circuit principal d'excitation pour détecter d'éventuels défauts.
- f) Si l'une des conditions suivantes est remplie, il ne faut pas fermer le disjoncteur de parallélisme ou de synchronisation :
- 1) L'aiguille du synchroscope tourne trop rapidement ;
 - 2) L'aiguille s'arrête près du repère de synchronisation ;
 - 3) L'aiguille fluctue ;
 - 4) En cas de défaillance du synchroscope ;
 - 5) L'opérateur est nerveux et tremble.
- g) Les exigences suivantes doivent être satisfaites pour déconnecter le groupe turbo-alternateur du réseau électrique et l'arrêter :
- 1) Avant l'arrêt, la charge du groupe turbo-alternateur doit être progressivement réduite jusqu'à être proche de zéro ;
 - 2) Une fois la charge réduite, le disjoncteur du groupe turbo-alternateur doit être coupé ;
 - 3) Pour les générateurs à excitation contrôlée par silicium, la désexcitation doit se faire par une réduction progressive du flux de courant continu ;
 - 4) L'interrupteur sélectionneur doit être déconnecté ;
 - 5) Si l'arrêt du groupe turbo-alternateur est prévu pour une longue durée, il est important de mesurer et d'enregistrer la résistance d'isolation des circuits du rotor et du stator.

7.2.3 Après une révision majeure ou mineure, le groupe turbo-alternateur doit faire l'objet d'une procédure d'acceptation qualifiée avant d'être mis en service. Les éléments d'acceptation doivent satisfaire aux exigences suivantes :

- a) Toutes les lignes de mise à terre temporaire, les cartes de signalisation et les blocs de protection doivent être retirés. Il ne doit y avoir personne qui travaille sur l'équipement et tous les objets et outils doivent être à leur place.
- b) La résistance d'isolation de l'enroulement du stator et du circuit du rotor doit être adéquate.
- c) Les conditions des circuits primaire et secondaire doivent être normales.
- d) Le circuit d'excitation doit être en état normal, et les interrupteurs de transfert d'excitation manuels et automatiques doivent être en position de coupure.
- e) L'interrupteur sectionneur, le disjoncteur et l'interrupteur de désexcitation du générateur doivent être en position de fermeture.
- f) Pour les unités verticales, le processus de levage du rotor doit être terminé.

7.2.4 Les tâches suivantes doivent être accomplies dans le cadre de la surveillance et de la maintenance régulières d'un générateur :

- a) Toutes les modifications sur les compteurs du tableau de commande centralisé et des panneaux électriques doivent être enregistrées une fois par heure.
- b) La température de l'enroulement du stator, du noyau du stator, de l'eau sortant du refroidisseur d'air, ainsi que les températures d'entrée et de sortie de l'air et des paliers, doivent être enregistrées une fois par heure.
- c) Les relevés de tous les compteurs installés sur les différents panneaux d'unité et de commande doivent être enregistrés toutes les heures. De plus, l'isolation du rotor et l'équilibre des tensions triphasées du stator doivent être inspectés.
- d) Dans les centrales équipées de systèmes de surveillance par microprocesseur, les enregistrements doivent être effectués toutes les heures.
- e) Les bruits, les vibrations et les odeurs émanant des pièces rotatives du générateur et du système d'excitation doivent être surveillés. Tout signe anormal doit être enregistré et signalé immédiatement pour permettre la mise en œuvre rapide de mesures correctives.
- f) Il faut inspecter les connexions des circuits primaires et secondaires afin de détecter tout signe de surchauffe ou tout changement de couleur. Il faut également vérifier l'absence de bruits anormaux dans les transformateurs de potentiel et de courant, ainsi que le niveau et la couleur de l'huile dans les disjoncteurs à huile.

- g) Une inspection régulière du générateur et de ses accessoires doit être réalisée au moins une fois par quart de travail.
- h) Des tests préventifs doivent être effectués régulièrement sur le générateur.

7.2.5 La mesure de la résistance d'isolation et les procédures de séchage des générateurs doivent satisfaire aux exigences suivantes :

- a) Si un générateur a été arrêté pendant plus de 3 à 10 jours, il est nécessaire de mesurer la résistance d'isolation des circuits du stator et du rotor avant de reprendre l'exploitation. Cette mesure doit être adaptée aux conditions météorologiques actuelles de la centrale électrique.
- b) Dans les groupes turbo-alternateurs de haute tension (6,3 kV et plus), la résistance d'isolation du circuit du stator doit être mesurée avec un mégohmmètre de 2,5 kV. Les valeurs mesurées doivent être converties à une valeur standard à 75 °C, à des fins de comparaison. La mesure de la résistance d'isolation de l'enroulement du stator peut inclure le câble d'alimentation. Dans les cas où le générateur est connecté à un transformateur, l'enroulement basse tension du transformateur peut également être inclus dans la mesure.
- c) Dans les groupes turbo-alternateurs dont la tension de sortie est de 400 V, la résistance d'isolation du stator et du rotor doit être mesurée avec un mégohmmètre de 500 V. Celle-ci doit être supérieure à 0,5 MΩ.
- d) La résistance d'isolation de tous les systèmes d'excitation, également mesurée avec un mégohmmètre de 500 V, doit être supérieure à 0,5 MΩ.
- e) Si la résistance d'isolation est insuffisante à cause de l'humidité, plusieurs méthodes de séchage peuvent être employées :
 - 1) Refroidissement à l'air naturel pendant une rotation sans charge ou séchage en faisant circuler l'air chaud ;
 - 2) Séchage par courant continu ;
 - 3) Séchage par lampes électriques ;
 - 4) Cuisson dans un four électrique ;
 - 5) Séchage par court-circuit.

7.2.6 En cas de panne, le générateur peut supporter une surcharge de courte durée. La durée admissible de cette surcharge doit être conforme aux limites détaillées dans le tableau 1. Lorsque le courant du stator du générateur dépasse la valeur admissible, il est nécessaire de vérifier la durée pendant laquelle le facteur de puissance, la tension et le courant du générateur peuvent rester au-dessus de leurs valeurs normales sans causer de dommages. Pour éviter que le courant du stator ne dépasse la valeur maximale admissible, on peut réduire le courant d'excitation. Si la diminution du courant d'excitation ne suffit pas à ramener le générateur dans les limites de courant admissibles, un rapport doit être envoyé au centre de répartition de charge ; l'objectif étant de demander une réduction de la charge active sur le générateur jusqu'à ce que le courant revienne à un niveau admissible.

Tableau 1 Durée admissible d'une surcharge de courte durée du générateur

Courant de surcharge/courant nominal	1,1	1,12	1,15	1,2	1,25	1,5
Durée admissible en continu (minute)	60	30	15	6	5	2

7.2.7 Les procédures à suivre pour la maintenance et la résolution des problèmes du générateur sont les suivantes :

- a) En cas de surcharge, la charge réactive du générateur doit être réduite en coordination avec le centre de répartition de charge. Si le courant du stator ne peut pas être ramené à la valeur nominale en réduisant le courant d'excitation, il est nécessaire de diminuer la charge active du générateur. En cas de défaillance du système électrique, il convient d'observer les conditions de surcharge du générateur et de surveiller strictement la température de l'enroulement du stator.
- b) Si le système d'excitation est mis à la terre en un point, le groupe turbo-alternateur doit être arrêté pour prendre les mesures correctives nécessaires.
- c) Si la température du générateur est anormale, il convient d'inspecter le dispositif de mesure de température et les composants associés afin de déterminer si leur fonctionnement est normal.
- d) En cas de dysfonctionnement du circuit du transformateur de potentiel, il faut vérifier et éventuellement remplacer les fusibles du circuit secondaire. Si la panne persiste, il faut demander l'arrêt du groupe turbo-alternateur afin de prendre des mesures correctives.
- e) Si l'indicateur de sortie en kW/MW du générateur disparaît, il convient de vérifier les éléments suivants :
 - Il faut vérifier si les fusibles du circuit de fonctionnement sont grillés ;
 - Il faut ensuite examiner l'état des connexions électriques du relais de surveillance, ainsi que les bobines de fonctionnement du disjoncteur du générateur
 - et l'état des contacts auxiliaires ;
 - Il convient enfin de prendre les mesures correctives nécessaires. Si le problème persiste, le groupe turbo-alternateur doit être arrêté pour procéder à une inspection détaillée et résoudre la panne.
- f) Lorsque le disjoncteur du générateur se déclenche automatiquement, il est crucial d'inspecter l'enroulement du stator pour détecter un éventuel court-circuit entre phases ou un court-circuit phase-terre.

En cas de court-circuit aux bornes du générateur, sur la barre omnibus ou sur la ligne, ou en cas de fonctionnement défectueux du dispositif de protection par relais ou du mécanisme de fonctionnement du disjoncteur, ou d'une action accidentelle par l'opérateur, l'interrupteur de désexcitation du générateur doit être immédiatement déclenché, et l'interrupteur de commande d'excitation manuel ou automatique doit être mis en position de coupure. Les causes du déclenchement doivent être identifiées et des mesures correctives doivent être prises pour remédier à la situation.

- g) Lorsque la protection contre les surintensités à basse tension est activée, provoquant le déclenchement du disjoncteur du générateur ainsi que des disjoncteurs du transformateur principal et de la ligne, cela indique généralement une panne de ligne. L'opérateur doit démarrer l'unité et la maintenir en position sans charge, en préparation pour une synchronisation rapide dès que la panne de ligne est résolue et qu'une autorisation est donnée par le centre de répartition de charge.
- h) En cas d'activation de la protection différentielle,
- le groupe turbo-alternateur doit être arrêté et désexcité immédiatement ;
 - Il faut contrôler les indicateurs de panne, le circuit différentiel, le circuit de protection par relais afin de s'assurer de leur bon fonctionnement ;
 - Il faut rechercher des signes comme des arcs électriques, de la fumée ou du feu qui pourraient indiquer un claquage de l'isolation interne du générateur ;
 - Il faut inspecter un éventuel court-circuit ou défaut à la terre dans la zone couverte par la protection différentielle ;
 - Il faut mesurer la résistance d'isolation entre phases et phase-terre des enroulements du générateur avec un mégohmmètre de 2,5 kV ;
 - Si aucun défaut n'est trouvé et que la résistance d'isolation est bonne, un rapport peut être envoyé au centre de répartition de charge afin d'augmenter progressivement la tension. Une attention particulière doit être accordée aux conditions pendant ce processus et le groupe turbo-alternateur doit être arrêté immédiatement en cas de condition anormale ;
 - Tant que les causes de l'activation de la protection différentielle ne sont pas identifiées, il est interdit de redémarrer le groupe turbo-alternateur ou de le synchroniser de force avec le réseau.
- i) Lorsque la protection contre la surtension se déclenche, il faut vérifier la cause du déclenchement de la surtension, résoudre les défaillances éventuelles et organiser la maintenance nécessaire en fonction de la situation.
- j) Si le disjoncteur du générateur fonctionne de manière défectueuse, il faut ajuster immédiatement l'excitation du générateur et sa vitesse de rotation afin de les ramener à une position sans charge et de déterminer les causes de la panne. Si aucune anomalie n'est détectée, le groupe doit être immédiatement synchronisé avec le réseau.
- k) Pendant un fonctionnement parallèle non synchrone, il est important de vérifier la résistance d'isolation de l'enroulement du stator du générateur, notamment pour détecter d'éventuels dommages aux bornes du générateur. Si des réparations sont nécessaires et que tous les autres composants de l'unité sont normaux, le groupe doit être redémarré et être synchronisé avec le réseau.

- l) Si l'augmentation de la tension du générateur échoue, il est nécessaire de vérifier la source d'alimentation du système d'excitation et l'état de contact du circuit d'excitation afin d'identifier le problème et de le résoudre.
- m) Si un défaut est détecté dans un dispositif d'excitation à réactance de dérivation à double enroulement, le groupe turbo-alternateur doit être arrêté, et chaque élément du système doit être inspecté individuellement afin d'identifier et de résoudre les pannes.
- n) Lorsque les conditions suivantes sont réunies, le groupe turbo-alternateur doit être arrêté pour réparation :
 - 1) Si l'augmentation de la tension dans le système d'excitation sans balais échoue ;
 - 2) Si l'augmentation de la tension dans le système d'auto-excitation contrôlé par silicium échoue ;
 - 3) En cas de perte d'excitation du générateur ;
 - 4) En cas d'apparition de fumée, de feu ou d'une odeur de brûlé dans le stator ou dans le rotor du générateur ;
 - 5) Si des étincelles fortes apparaissent dans la brosse de l'anneau collecteur et que les mesures correctives échouent ;
 - 6) En cas de panne irrécupérable des composants électriques et des câbles ;
 - 7) Si des matières métalliques ou d'autres substances étrangères tombent dans le générateur.
- o) Lorsque les vibrations du générateur augmentent, il est recommandé d'augmenter le courant d'excitation du générateur et de réduire la charge pour essayer de récupérer le synchronisme avec le réseau. Si le synchronisme entre la centrale et le système électrique est toujours perdu deux minutes après ces ajustements, la centrale doit être déconnectée du réseau électrique. Il faut ensuite prendre des mesures correctives pour remédier au problème.
- p) Si les valeurs indiquées par les compteurs de mesure du stator ou du rotor disparaissent soudainement, il faut utiliser les valeurs d'un autre compteur de mesure pour continuer le suivi. Il faut aussi vérifier si le compteur de mesure est endommagé ou si le circuit secondaire est déconnecté. Il convient ensuite de résoudre les pannes identifiées en prenant les mesures nécessaires.
- q) Si le générateur prend feu, il est crucial de déclencher immédiatement le disjoncteur. Il faut ensuite réduire l'ouverture de l'aube directrice, tout en évitant de freiner brusquement le groupe turbo-alternateur. S'il est confirmé que l'isolation interne du générateur a brûlé, le groupe turbo-alternateur doit être arrêté. Il faut ensuite prendre des mesures de protection incendie pour minimiser les dommages. Le personnel doit éteindre l'incendie en utilisant des extincteurs non conducteurs conformément aux exigences. Les dispositifs d'extinction d'incendie utilisant de l'eau ne doivent être employés que lorsqu'il est confirmé que la source d'alimentation a été déconnectée.

7.3 Système de régulation des turbines hydrauliques

7.3.1 Le fonctionnement normal du régulateur doit répondre aux exigences suivantes :

- a) Le régulateur doit fonctionner de manière stable, sans vibrations ni blocages anormaux.
- b) Il ne doit y avoir aucun tremblement anormal de la vanne de distribution principale ou du servomoteur auxiliaire. Les leviers et les axes de goupille dans le tableau de commande ne doivent pas se desserrer ou tomber.
- c) Aucune fuite d'huile ne doit être présente dans les tuyaux d'huile ou aux points de connexion du régulateur.
- d) Le filtre à huile doit être nettoyé régulièrement, et le niveau et la couleur de l'huile dans le régulateur doivent être vérifiés.
- e) La pompe à huile et les circuits électriques du régulateur doivent fonctionner normalement, avec la capacité de démarrer et de s'arrêter dans la plage de pression d'huile spécifiée.
- f) Les soupapes de sécurité et les clapets anti-retour doivent fonctionner de manière fiable.
- g) Les instruments du réservoir d'huile sous pression doivent indiquer un fonctionnement normal, et le manomètre du filtre doit montrer que la pression de fonctionnement du circuit de contrôle hydraulique du régulateur est normale.
- h) Le manomètre utilisé pour contrôler le démarrage et l'arrêt de la pompe à huile doit fonctionner normalement.
- i) Le moteur de la pompe à huile doit fonctionner normalement.
- j) Le niveau d'huile du réservoir d'huile sous pression et du réservoir d'huile de retour doit être normal.
- k) L'indicateur de niveau d'huile visible du dispositif d'huile sous pression doit être en bon état.
- l) Le dispositif à huile sous pression doté d'un réservoir d'air intermédiaire doit fournir de l'air à la pression normale et répondre aux exigences relatives au rapport huile-air.
- m) La valeur de pression réglée de la soupape de sécurité de la pompe à huile doit être conforme aux normes établies.
- n) La valve unidirectionnelle du régulateur à haute pression d'huile doit fonctionner normalement, et le moteur électrique ne doit pas tourner en sens inverse lorsque la pompe s'arrête.

7.3.2 Le système hydraulique et le régulateur doivent répondre aux exigences suivantes :

- a) Le verrouillage du servomoteur doit être retiré pendant le fonctionnement.

- b) Le servomoteur doit fonctionner normalement en modes manuels mécanique et électrique. Il ne doit pas y avoir de soubresauts ni de vibrations anormales.
- c) Il ne doit pas y avoir de fuite d'huile autour de la vanne de pression hydraulique, et le joint d'étanchéité du corps de la vanne doit être intact.
- d) Le temps de fermeture du régulateur doit être réglé et conforme aux normes. Il faut également empêcher tout desserrage ou toute modification accidentelle de la position du mécanisme de réglage.
- e) La plage morte manuelle du servomoteur pendant le fonctionnement en charge doit être réglée de manière à assurer une réponse précise et efficace du système de régulation.
- f) Le dispositif de retour électrique du servomoteur doit fonctionner correctement, sans défauts tels que la « rupture de la ligne de retour ».
- g) Après l'arrêt du groupe turbo-alternateur, le servomoteur doit être verrouillé.
- h) L'ouverture à vide doit être ajustée de manière raisonnable, selon les paramètres de contrôle du groupe turbo-alternateur.
- i) Pour les groupes turbo-alternateurs équipés d'une vanne de régulation, l'action combinée du régulateur et de la vanne doit être normale.

7.3.3 Le système de régulation doit être mis hors service si l'une des défaillances suivantes survient :

- a) Panne du manomètre à contact électrique utilisé pour la commande d'arrêt de la pompe à huile.
- b) Panne de la pompe à huile.
- c) Panne de la soupape de sécurité.
- d) Fonctionnement en phase incomplète du moteur électrique.
- e) Panne de l'indicateur de niveau d'huile visible sur le réservoir d'huile sous pression.
- f) Défaut de réglage du temps de fermeture du régulateur.
- g) Rupture de la ligne de retour.
- h) Défaut de fréquence du groupe turbo-alternateur.
- i) Fuite d'huile autour de la vanne de pression hydraulique.

7.3.4 L'inspection, la réparation et l'entretien du système de régulation comprennent les tâches suivantes :

- a) Inspecter les composants du dispositif d'huile sous pression, tels que le manomètre à contact électrique, la pompe à huile et son moteur électrique, la soupape de sécurité, la vanne électromagnétique d'arrêt d'urgence, les mécanismes de régulation du temps d'arrêt d'urgence, les indicateurs de niveau d'huile des réservoirs d'huile sous pression et de retour, ainsi que la vanne principale d'huile et le panneau de commande de la pompe à huile.
- b) Inspecter les pièces de contrôle de la pression d'huile, notamment le noyau du filtre à huile et le manomètre du filtre à huile, et vérifier s'il y a des fuites d'huile au niveau du corps de la vanne de pression d'huile.
- c) Effectuer un remplissage régulier d'huile sur l'arbre clé du régulateur.
- d) Vérifier fréquemment le rapport huile-air dans le réservoir d'huile sous pression du régulateur pour s'assurer qu'il est normal.
- e) Observer l'état de fonctionnement des pièces et des composants électriques du régulateur.
- f) Inspecter le circuit de commande externe.
- g) Inspecter l'aspect extérieur du système de régulation.

7.4 Système d'excitation

7.4.1 Pour que le système d'excitation fonctionne normalement, il faut que les conditions suivantes soient réunies :

- a) Le tableau de commande et l'armoire doivent être propres et ordonnés, sans accumulation de poussière.
- b) Les connexions de câbles doivent être en bon état, sans signes de vieillissement anormal, et elles doivent être solidement fixées.
- c) Les pièces et les composants ne doivent pas être endommagés.
- d) Le système de ventilation doit fonctionner correctement.
- e) Les balais de carbone doivent être en bon état, sans saut ni surchauffe.
- f) Toutes les fonctions limites du régulateur d'excitation doivent être opérationnelles et fonctionner normalement.

7.4.2 Le système d'excitation doit être mis hors service si les défaillances suivantes se produisent :

- a) La température d'un dispositif ou d'un équipement augmente de manière évidente et reste au-dessus de la valeur admissible malgré les mesures prises.

- b) L'isolation du système diminue au point de ne pas permettre un fonctionnement normal.
- c) Les contacts de l'interrupteur de désexcitation, du disjoncteur du champ magnétique ou d'autres commutateurs de courant alternatif ou de courant continu surchauffent.
- d) Une défaillance dans l'armoire d'alimentation du redresseur empêche le générateur de fonctionner continuellement à sa charge nominale et à son facteur de puissance nominal.
- e) Une défaillance du système de refroidissement ne peut pas être résolue rapidement.
- f) L'unité automatique du régulateur d'excitation tombe en panne et l'unité manuelle ne peut pas être activée.
- g) Le canal automatique ne peut pas fonctionner normalement sur une longue période.

7.4.3 La révision et l'entretien des systèmes d'excitation comprennent les tâches suivantes :

- a) Il est important de nettoyer la poussière accumulée dans l'armoire, dans le panneau et dans les composants de redressement.
- b) Il faut inspecter le circuit opérationnel du système d'excitation.
- c) Il faut vérifier tous les mécanismes de commutation.
- d) Il faut inspecter la protection contre les surtensions, les limites et les autres unités de fonctions auxiliaires du système d'excitation.
- e) Il faut évaluer la performance globale des entrées et sorties ainsi que la plage de déphasage du régulateur d'excitation.
- f) Il faut prendre les mesures nécessaires pour corriger tout défaut opérationnel détecté.

7.4.4 Après avoir effectué des travaux de révision sur le système d'excitation, il est nécessaire de réaliser des tests systématiques.

7.5 Vanne principale et pont roulant

7.5.1 La plaque signalétique de la vanne principale doit être placée à un endroit approprié.

7.5.2 Les conditions suivantes doivent être réunies avant d'ouvrir la vanne principale :

- a) La vanne de vidange de la conduite forcée doit être complètement fermée.
- b) Le régulateur doit être en position de fermeture complète.

- c) Le verrou mécanique de la vanne principale doit être en position d'insertion.
- d) La pression d'eau à l'avant et à l'arrière de la vanne doit être presque équilibrée.

7.5.3 Les conditions suivantes doivent être réunies pour la fermeture de la vanne principale :

- a) Le circuit de commande de la vanne principale doit être en état de fonctionnement.
- b) La vanne principale doit être dotée d'une fonction de protection de secours.
- c) La vanne principale doit être fermée après l'arrêt du groupe turbo-alternateur.
- d) Si l'aube directrice ne peut pas se fermer complètement en raison d'une panne, la vanne principale doit être capable de se fermer sous l'écoulement de l'eau en cinq minutes. Cette capacité est également requise pour les vannes coulissantes hydrauliques, les vannes papillon et les vannes coulissantes électriques manuelles.
- e) Après la fermeture de la vanne, le verrou mécanique doit être mis en place pour confirmer et sécuriser la position fermée de la vanne.

7.5.4 L'exploitation et l'entretien de la vanne principale doivent répondre aux exigences suivantes :

- a) Il convient d'inspecter régulièrement la vanne principale et son dispositif de commande afin de s'assurer qu'ils fonctionnent correctement.
- b) Il faut inspecter la vanne principale, la section étendue, le joint de dilatation et la bride de raccordement pour détecter d'éventuelles fuites d'eau.
- c) Il faut vérifier que tous les pressostats et les manomètres affichent des indications correctes et fiables.
- d) Il faut s'assurer que la vanne de dérivation sur le passage de dérivation est bien positionnée et qu'elle fonctionne normalement.
- e) Il faut vérifier que la soupape d'air fonctionne correctement.
- f) Il faut s'assurer que le bruit produit par l'ouverture et la fermeture de la vanne principale est normal.
- g) Il faut vérifier si la vanne peut se fermer dans le délai spécifié lorsque de l'eau s'écoule à travers elle.
- h) Il faut inspecter le fonctionnement de l'interrupteur de course et vérifier si la position de l'indicateur d'ouverture est correcte.
- i) Il faut s'assurer que tous les dispositifs de signalisation fonctionnent correctement.

- j) Il faut contrôler le bon fonctionnement de la source d'alimentation opérationnelle et du dispositif de commande électrique.
- k) Le mécanisme d'entraînement doit être régulièrement lubrifié avec de l'huile et de la graisse.

7.5.5 L'exploitation et la maintenance des vannes principales à commande hydraulique doivent également répondre aux exigences suivantes :

- a) Le niveau d'huile dans le dispositif de pression d'huile ne doit pas être inférieur à 1/3 au-dessus de la ligne inférieure de la marque d'huile. L'huile sous pression doit être filtrée tous les trois mois, et le réservoir d'huile doit être nettoyé et inspecté régulièrement.
- b) La pression du gaz dans l'accumulateur de pression doit être vérifiée régulièrement. Si nécessaire, de l'azote doit être ajouté jusqu'à atteindre la valeur définie.
- c) Il faut vérifier que les conduites d'eau et d'huile sont intactes et qu'il n'y a pas de fuites au niveau des joints.
- d) Il faut s'assurer que la position du servomoteur opérant la vanne principale est correcte et qu'il n'y a pas de fuites au niveau des joints.
- e) Il faut vérifier que la pompe à huile sous pression et la pompe à huile en circulation fonctionnent normalement et que la pompe à huile manuelle peut ouvrir la vanne comme prévu.
- f) Il faut confirmer que la position du servomoteur de la vanne principale est correcte et qu'il n'y a pas de fuites au niveau des joints.
- g) Enfin, il faut vérifier le bon fonctionnement du dispositif de verrouillage.

7.5.6 Les exigences opérationnelles d'une grue sont les suivantes :

- a) Le dispositif de frein automatique de la grue doit fonctionner correctement.
- b) Le système de contrôle micro-régulateur du pont roulant doit fonctionner de manière fiable.
- c) Il convient de s'assurer que les structures métalliques et les enveloppes extérieures de l'équipement électrique sont mises à la terre de manière fiable.
- d) L'isolation des câbles doit être fiable.
- e) Il faut s'assurer que l'équipement de protection contre les incendies est fonctionnel et que les isolations en caoutchouc dans la cabine de l'opérateur sont efficaces.

- f) Les poids d'équilibrage de la grue ne doivent pas être affectés par les changements de charge.
- g) Après l'utilisation de la grue, le démarreur doit être remis à sa position initiale, et l'alimentation électrique doit être coupée. Si la grue est équipée d'un dispositif de freinage, celui-ci doit être serré.
- h) Le tampon terminal du rail doit être fiable.

7.5.7 La réparation et l'entretien d'une grue doivent répondre aux exigences suivantes :

- a) La grue doit être inspectée une fois par an et le bloc de poulies doit être entretenu tous les deux à six ans.
- b) Lorsque des travaux d'entretien ou de réparation sont effectués sur les rails de la grue, il est nécessaire de sécuriser les deux extrémités de la zone de travail avec des serre-rails en acier.
- c) Lorsqu'un arrêt de travail est prévu, il faut couper l'alimentation électrique de la grue et installer un serre-rail.
- d) Avant de mettre en service une grue nouvellement installée ou récemment réparée, il est impératif de réaliser des tests de charge statique et dynamique. Ces tests doivent être conformes aux réglementations en vigueur.

7.6 Systèmes d'eau, d'huile et d'air

7.6.1 Le fonctionnement normal des équipements du système d'approvisionnement en eau doit répondre aux exigences suivantes :

- a) Le système doit fournir de l'eau à un débit et à une pression qui satisfont aux exigences spécifiées.
- b) La pression en aval de la soupape de réduction doit rester dans la plage de valeurs de conception définies.
- c) Le filtre doit fonctionner correctement.
- d) Le nettoyage du filtre doit se faire sans interrompre l'approvisionnement en eau. Les dispositifs de sédimentation et de libération des sédiments doivent fonctionner de manière fiable.
- e) L'eau utilisée pour la lubrification des paliers et pour le joint d'étanchéité de l'arbre principal doit répondre à des exigences de qualité spécifiques.
- f) Les vannes électromagnétiques ou électriques doivent pouvoir fonctionner normalement sans être bloquées ou rencontrer de résistance.
- g) La pompe principale d'alimentation en eau doit fonctionner correctement et la pompe de secours doit pouvoir démarrer à tout moment.

7.6.2 L'équipement d'alimentation en eau doit être mis hors service si les défaillances suivantes se produisent :

- a) Si une pression anormale se produit à l'arrière de la soupape de réduction de pression, ou si la pression dépasse la valeur de conception lorsque l'eau est coupée.
- b) Si le filtre automatique ne peut pas effectuer son nettoyage normalement.
- c) Si la vanne électromagnétique ou la vanne électrique rencontre un blocage ou une résistance.
- d) Si le transducteur de pression ne fonctionne pas normalement.

7.6.3 Les opérations de réparation et de maintenance des équipements du système d'approvisionnement en eau doivent satisfaire aux exigences suivantes :

- a) Si la pression arrière de la soupape de réduction de pression n'est pas stable et ne répond aux exigences après une tentative de réparation, elle doit être remplacée.
- b) En cas de blocage sérieux du filtre, il est nécessaire de le démontrer pour réparer le noyau du filtre ou le remplacer.
- c) Si la vanne électromagnétique est bloquée, elle doit être remplacée par une nouvelle vanne électromagnétique ou par une vanne électrique.
- d) En cas de défaillance dans la transmission des données, le transducteur de pression doit être remplacé.
- e) L'huile de lubrification de la pompe d'alimentation en eau et du moteur électrique doit être remplacée une fois par an.
- f) Si la pompe d'alimentation en eau est fortement corrodée et présente des défaillances fréquentes, elle doit être remplacée.
- g) Les tuyaux d'alimentation en eau sérieusement corrodés doivent être remplacés.
- h) Les tuyaux doivent avoir une couleur uniforme et distincte.

7.6.4 Le fonctionnement normal de l'équipement du système de drainage doit répondre aux exigences suivantes :

- a) Le système de tuyauterie du drainage ne doit présenter aucune fuite.
- b) La pompe à eau doit démarrer et fonctionner correctement, sans émettre de bruits anormaux.

SHP/TG 005-2:2019

- c) Le capteur de niveau et l'annonceur du puisard doivent fonctionner normalement.
- d) La vanne anti-retour de la tuyauterie de drainage doit fonctionner normalement.

7.6.5 La pompe de drainage d'eau doit être remplacée dans les cas suivants.

- a) Si la pompe présente un défaut majeur.
- b) En cas de dysfonctionnement du capteur de niveau et de l'annonceur du puisard.
- c) Si le débitmètre d'eau et l'annonceur ne fonctionnent pas correctement.

7.6.6 Les opérations de réparation et de maintenance de l'équipement du système de drainage d'eau doivent répondre aux exigences suivantes :

- a) L'huile utilisée pour lubrifier la pompe de drainage d'eau et le palier du moteur électrique doit être remplacée une fois par an ou selon les recommandations du fabricant.
- b) Si la pompe de drainage fonctionne de manière anormale, elle doit être réparée ou remplacée.
- c) En cas d'indication anormale, le capteur de niveau d'eau et l'annonceur doivent être réparés ou remplacés.
- d) Les tuyaux exposés du système de drainage qui sont gravement corrodés doivent être remplacés.
- e) Les tuyaux doivent avoir une couleur uniforme et distincte.

7.6.7 Le fonctionnement normal de l'équipement du système d'huile doit répondre aux exigences suivantes :

- a) L'équipement et les tuyaux du système d'huile doivent être installés conformément aux spécifications de la conception.
- b) Le système doit avoir une capacité de stockage d'huile équivalant à 110 % de la consommation maximale d'huile du système.
- c) Une machine de filtration d'huile appropriée doit être disponible et placée de manière stratégique dans la centrale électrique.
- d) Les dispositifs de protection contre l'incendie doivent être conformes aux normes de conception établies.

7.6.8 L'équipement du système d'huile doit être mis hors service dans les cas suivants :

- a) Si les tuyaux du système d'huile sont corrodés ou obstrués.
- b) Si les dispositifs de protection contre l'incendie ne répondent pas aux normes requises.

7.6.9 Les opérations de réparation et de maintenance de l'équipement du système d'huile doivent satisfaire aux exigences suivantes :

- a) Si les tuyaux du système d'huile sont corrodés ou obstrués, ils doivent être remplacés.
- b) Si le volume de stockage d'huile est inférieur à 110 % de l'utilisation maximale d'huile, il est nécessaire d'ajouter suffisamment d'huile de secours.
- c) Les dispositifs de protection contre l'incendie doivent être régulièrement inspectés et entretenus.
- d) La couleur des tuyaux d'huile doit être uniforme et distincte.

7.6.10 Le fonctionnement normal de l'équipement du système d'air doit répondre aux exigences suivantes :

- a) Les systèmes d'air comprimé doivent être dotés de compresseurs principaux et de secours, avec la pression requise et un système de basculement automatique. Ils doivent être maintenus en bon état de fonctionnement.
- b) Un stock suffisant de pièces de rechange doit être disponible.
- c) Les réservoirs d'air comprimé, y compris les soupapes de sécurité et de drainage, doivent être régulièrement examinés afin de s'assurer qu'ils sont en état de fonctionnement normal et sûr.

7.6.11 L'équipement du système d'air doit être mis hors service si les défaillances suivantes se produisent :

- a) Le compresseur d'air produit une pression anormale.
- b) En cas de fuite d'air dans le réservoir d'air comprimé. En cas de blocage à l'ouverture de drainage ou en cas de défaut dans la soupape de sécurité.
- c) Le séparateur huile-eau ne peut pas fonctionner normalement.

7.6.12 Les réparations et les opérations de maintenance de l'équipement du système d'air comprennent les tâches suivantes :

- a) Compresseur d'air : Il faut tenir un registre du nombre de démarrages du compresseur d'air. Si le compresseur principal montre des signes de dysfonctionnement, le compresseur de secours doit être utilisé pendant que l'équipement défectueux est réparé.
- b) Réservoir d'air comprimé : Le réservoir doit être régulièrement inspecté pour détecter toute fuite d'air. Il est nécessaire d'ouvrir régulièrement la sortie de drainage afin d'éliminer les saletés accumulées. La soupape de sécurité doit être contrôlée chaque année afin de s'assurer qu'elle fonctionne correctement. c) La couleur des tuyaux doit être uniforme et distincte.

7.7 Transformateur

7.7.1 Le fonctionnement normal du transformateur doit répondre aux exigences suivantes :

- a) Après une réparation du transformateur ou une période d'inactivité de plus d'un demi mois, il est crucial de mesurer la résistance d'isolation entre les enroulements et entre l'enroulement et le boîtier extérieur du transformateur avant sa remise en service. Le Tan δ et le ratio d'absorption (R_{60}/R_{15}) du transformateur doivent également être mesurés. Si la résistance d'isolation chute à 50 % de sa valeur originale, un échantillon d'huile doit être prélevé afin d'être testé.
- b) Le courant et la tension du transformateur doivent être maintenus dans les limites de leurs spécifications nominales.
- c) L'augmentation de la température du transformateur et la température de l'huile doivent rester dans les limites normales.
- d) Le commutateur de réglage hors charge ne doit pas être manipulé pendant que le transformateur est sous charge. Avant de changer de prise, il faut déconnecter l'alimentation électrique des côtés haute et basse tension du transformateur. Les fluctuations de tension doivent rester dans une marge de ± 5 % de la tension nominale de la prise.
- e) Le transformateur peut être exploité dans une plage de température autorisée, laquelle est déterminée par les critères de refroidissement et les conditions de température spécifiques du transformateur.
- f) Pour garantir un état de fonctionnement normal, il est important d'enregistrer la température des enroulements et de l'huile à chaque quart de travail.

7.7.2 Les contrôles suivants doivent être effectués quotidiennement lors de l'inspection de routine du transformateur :

- a) Il faut vérifier si la température de l'huile est normale, s'assurer qu'il n'y a pas de fuite ou de suintement d'huile, et que le niveau d'huile dans le réservoir conservateur est correct.
- b) Il faut vérifier le niveau d'huile dans la traversée, s'assurer qu'il n'y a pas de dommages externes, de fissures, de saletés grasses excessives, ni de traces de décharges électriques ou d'autres anomalies.
- c) Il faut s'assurer que le bruit produit par le transformateur est normal.
- d) Il faut vérifier que le système de refroidissement fonctionne correctement.

- e) Il faut vérifier l'état du déshydrateur à gel de silice et s'assurer que la couleur du gel de silice est normale.
- f) Il faut s'assurer qu'il n'y a pas de signes de surchauffe au niveau des joints de câbles, sur les câbles eux-mêmes et sur les barres omnibus.
- g) Le clapet de décharge et le canal de sécurité pour gaz du relais Bulchoz doivent être en bon état.
- h) Il faut s'assurer que la prise du commutateur de réglage est dans la bonne position et que les indicateurs de la source d'alimentation fonctionnent normalement.
- i) Le relais Bulchoz ne doit pas contenir de gaz.
- j) Les armoires de commande et les boîtes de terminaison secondaires doivent être hermétiquement fermées et être exemptes d'humidité.
- k) La surface extérieure des transformateurs de type sec doit être exempte de saletés.
- l) Il ne doit y avoir aucune fuite d'eau dans la salle des transformateurs, et les portes, les fenêtres et l'éclairage doivent être en bon état. Il faut maintenir une bonne ventilation et des températures normales.
- m) Le boîtier extérieur et toutes les parties du transformateur doivent être maintenus propres.
- n) Le ventilateur du transformateur et le système de radiation thermique doivent être en bon état.
- o) Le boîtier extérieur du transformateur doit être correctement mis à la terre.

7.7.3 En cas de fonctionnement anormal ou de défaillances du transformateur, il convient de suivre les procédures suivantes :

- a) Si des phénomènes anormaux tels que des fuites d'huile, un niveau d'huile insuffisant dans le conservateur d'huile, une augmentation excessive de la température de l'huile ou un bruit inhabituel se produisent, des mesures doivent être prises rapidement. Ces incidents doivent être consignés dans le journal de quart et dans le registre des défauts, et être signalés sans délai.
- b) Le transformateur doit être arrêté immédiatement dans les conditions suivantes :
 - 1) En cas de sons anormaux et explosifs provenant de l'intérieur du transformateur ;
 - 2) Si la température anormale de l'huile ou des enroulements du transformateur continue d'augmenter même après une réduction de la charge ;
 - 3) En cas de fuite d'huile importante ;
 - 4) En cas de projection d'huile du conservateur ou du tuyau anti-explosion ;

- 5) En cas de casse ou de décharge électrique grave de la traversée ;
- 6) Si de la fumée s'élève ou si le transformateur prend feu.
- c) Si la température de l'huile du transformateur dépasse les valeurs autorisées, il est nécessaire d'identifier les causes de cette surchauffe et de prendre des mesures pour la réduire. Si une panne interne est détectée dans le transformateur, la charge doit être immédiatement réduite et le transformateur doit être arrêté.
- d) En cas de baisse notable du niveau d'huile, il faut rapidement en déterminer les causes. Une fois les causes identifiées, il convient d'ajouter de l'huile jusqu'à atteindre le niveau approprié.
- e) Si le transformateur s'arrête automatiquement en raison d'une surcharge, d'un court-circuit externe ou d'une défaillance du circuit secondaire d'un dispositif de protection, il ne doit être redémarré qu'après avoir résolu ces problèmes et après une inspection externe du transformateur.
- f) En cas de déclenchement de la protection différentielle du transformateur, les mesures suivantes doivent être prises :
 - 1) Il convient de mener une inspection détaillée afin de vérifier la présence éventuelle de courts-circuits ou de problèmes de mise à la terre. Cette inspection doit inclure le transformateur principal, le disjoncteur, le transformateur de courant, le jeu de barres, le câble d'alimentation et les isolateurs, l'objectif étant de localiser tout problème potentiel dans la zone couverte par la protection différentielle ;
 - 2) Il est recommandé de mesurer la résistance d'isolation du transformateur et des équipements connectés à l'aide d'un mégohmmètre. De plus, un test de mise sous charge du transformateur peut être réalisé pour confirmer son bon état de fonctionnement.
 - 3) Si, lors du test de mise sous charge, le disjoncteur se déclenche à nouveau, il convient d'identifier les causes de ce déclenchement ;
- g) En cas de déclenchement du relais Bucholz, les mesures suivantes doivent être prises :
 - 1) Il faut vérifier si le déclenchement du relais Bucholz est dû à l'entrée d'air, à une fuite d'huile, à un niveau d'huile trop bas ou à des défaillances dans le circuit secondaire ;
 - 2) Si aucune anomalie n'est détectée lors de l'inspection visuelle et de l'analyse, il est important de vérifier la nature du gaz accumulé dans le relais Buchholz afin d'identifier les causes sous-jacentes de la panne.
- h) Si le déclenchement du relais de Bucholz n'est pas dû à un défaut de la protection du relais ou du circuit secondaire, le transformateur ne doit pas être remis en service avant que la cause du problème ait été identifiée.
- i) Si l'arrêt du transformateur est dû à l'action de la protection différentielle ou est confirmé par le relais Bucholz, il est nécessaire d'arrêter le transformateur et d'en extraire le noyau pour réaliser une inspection détaillée.

- j) Si un transformateur prend feu, il est impératif de couper immédiatement l'alimentation électrique des côtés haute et basse tension. Il faut ensuite utiliser le système d'aspersion d'eau automatique ou les extincteurs pour éteindre le feu.

7.7.4 La révision et la maintenance des transformateurs nécessite la mise en œuvre des dispositions suivantes. Lors d'une révision majeure du transformateur, il convient de procéder comme suit :

- a) Retirer le noyau du transformateur pour effectuer une révision approfondie.
- b) Procéder à une révision de l'enroulement, du fil conducteur et du dispositif de blindage magnétique.
- c) Inspecter le commutateur de prise.
- d) Procéder à une révision du noyau de fer, des boulons de poussée du noyau, de la poutre d'entrefer, des clous de timbre et de la plaque de mise à la terre.
- e) Inspecter le réservoir d'huile, la traversée, le radiateur de chaleur, le canal d'air de sécurité et le réservoir de stockage d'huile.
- f) Inspecter et tester les dispositifs de protection, les dispositifs de mesure et l'armoire de commande.
- g) Centrifuger et sécher l'huile du transformateur, et tester sa tension de claquage.
- h) Vérifier les dispositifs de protection de l'huile du transformateur.
- i) Remplacer les joints d'étanchéité.
- j) Nettoyer l'intérieur du réservoir d'huile, enlever la rouille et repeindre le boîtier extérieur.
- k) Sécher l'isolation du transformateur, si nécessaire.
- l) Effectuer toutes les mesures et tous les tests prescrits.

7.7.5 Le transformateur doit être soumis à des tests préventifs, selon les exigences spécifiées.

7.8 Installation de l'appareillage électrique

7.8.1 L'installation de l'appareillage électrique doit répondre aux exigences suivantes :

- a) L'inspection de l'aspect extérieur de l'installation doit permettre de s'assurer qu'aucun composant de l'appareillage n'est endommagé ou manquant. Le mécanisme de fonctionnement doit fonctionner correctement, répondre aux exigences spécifiques et ne pas présenter de blocage ni de résistance.

- b) La séquence e phase des installations d'appareillage desservant le même circuit électrique doit être identique et clairement indiquée par des couleurs distinctes. De plus, le boîtier extérieur de l'installation doit être correctement mis à la terre.
- c) Les équipements tels que les sectionneurs, les disjoncteurs et les jeux de barres en service doivent être inspectés deux fois à chaque chart de travail. Cette inspection régulière est particulièrement importante pour les équipements fonctionnant sous de fortes charges ou à haute température et pour ceux présentant des défauts. Si des risques pour la sécurité des personnes ou des équipements sont détectés, il convient de procéder à une fermeture immédiate pour inspection.

7.8.2 La maintenance opérationnelle d'un disjoncteur à vide nécessite l'inspection des éléments suivants :

- a) Chaque inspection des disjoncteurs à vide doit porter sur les éléments suivants :
 - 1) Les indicateurs qui montrent si le disjoncteur est en position ouverte ou fermée doivent être corrects et refléter fidèlement l'état actuel du disjoncteur ;
 - 2) Les isolateurs de support ne doivent présenter ni fissures ni dommages et doivent avoir une surface brillante et propre.
 - 3) Il convient de vérifier qu'il n'y a pas d'anomalies dans la chambre d'extinction d'arc et de s'assurer que la couleur du couvercle de protection n'a pas changé de manière significative ;
 - 4) Le cadre métallique et le support de base du disjoncteur ne doivent présenter ni corrosion sérieuse ni déformation ;
 - 5) Les boulons de connexion des parties visibles ne doivent pas être desserrés et les broches d'arbre doivent être en place et ne pas être déformées ;
 - 6) Le système de mise à la terre du disjoncteur doit être en bon état ;
 - 7) Les parties de connexion des câbles et les parties indiquant la température ne doivent pas présenter de chaleur excessive. De plus, le pré-affaissement du conducteur de jumper doit être modéré ;
- b) La maintenance du disjoncteur à vide comprend les tâches suivantes :
 - 1) Lors des tests préventifs, il est recommandé de nettoyer les cendres et les saletés accumulées sur les surfaces de la chambre d'extinction d'arc à vide, de la tige isolante et des isolateurs de support ;
 - 2) Tous les éléments de fixation doivent être vérifiés afin de détecter tout desserrage, en particulier après 2 000 opérations de mise sous tension et hors tension. Les composants usés doivent être remplacés et les pièces mobiles doivent être correctement graissées ou lubrifiées ;

- 3) Lors de l'inspection des chambres d'extinction d'arc à vide avec boîtier extérieur en verre, il convient d'observer la couleur du couvercle de protection métallique afin de détecter tout changement significatif. Le degré de vide de la chambre doit également être inspecté en cas de doute ;
- 4) Il convient d'examiner la variation de la course de contact du contacteur dans la chambre d'extinction d'arc à vide. Cette inspection est importante car elle reflète l'usure des contacts. Si l'usure dépasse les spécifications techniques, la chambre doit être remplacée ;
- 5) La chambre d'extinction à vide doit être remplacée en temps opportun, si elle a atteint ou dépassé sa durée de vie prévue.

7.8.3 Les vérifications suivantes doivent être effectuées lors de la maintenance des disjoncteurs SF₆ pour assurer leur bon fonctionnement :

- a) Les vérifications normalement effectuées sont les suivantes :
 - 1) Les isolateurs de support doivent être exempts de fissures et de dommages et doivent avoir une surface brillante et propre ;
 - 2) L'indication du manomètre (ou du contrôleur de densité avec indication) doit être comparée avec la courbe de température-pression afin de s'assurer qu'elle se situe dans la plage spécifiée. Les valeurs de pression et de température doivent être enregistrées régulièrement ;
 - 3) L'indicateur de position de mise sous et hors tension doit indiquer si le disjoncteur est en position de mise sous tension ou hors tension, et cette position doit être précise ;
 - 4) Les éléments de fixation intégrés ne doivent pas être desserrés ou être susceptibles de tomber ;
 - 5) L'intérieur des moteurs de stockage d'énergie et des disjoncteurs ne doit pas émettre de bruit anormal ;
 - 6) Les enroulements de l'interrupteur de mise sous tension et hors tension ne doivent pas présenter de phénomènes de fumée ou d'odeur de brûlé ;
 - 7) Le boîtier extérieur et le cadre doivent être correctement mis à la terre ;
 - 8) Le boîtier extérieur et la chambre du mécanisme de commande doivent être intacts et ne pas présenter de signes de corrosion ;
 - 9) Tous les composants doivent être exempts de dommages, de déformations et de rouille.

- b) Points spécifiques de maintenance des disjoncteurs SF₆ :
- 1) Les parties du boîtier extérieur des disjoncteurs qui présentent des signes de rouille ou de corrosion doivent recevoir un traitement anticorrosion et être repeintes chaque année ;
 - 2) Les pièces rotatives et d'entraînement des disjoncteurs doivent être lubrifiées une fois tous les six mois et après trois opérations normales ;
 - 3) Toutes les surfaces d'étanchéité des disjoncteurs doivent être inspectées tous les deux ans pour détecter d'éventuelles fuites. Le taux de fuite annuel ne doit pas excéder 1 % ;
 - 4) Le test de la teneur en micro-humidité du gaz SF₆ doit être réalisé chaque année et le résultat ne doit pas dépasser 300 ppm (à 20 °C) par rapport à la courbe humidité-température.

7.8.4 Les vérifications suivantes doivent être effectuées lors de la maintenance des sectionneurs afin d'assurer leur bon fonctionnement :

- a) Vérifications à effectuer pendant l'exploitation et la maintenance :
- 1) Il convient de s'assurer que les parties de contact du sectionneur Il convient de s'assurer que les sectionneurs ne sont pas surchauffés.
 - 2) Les isolateurs doivent être vérifiés afin de détecter toute trace de dommages, de fissures ou de décharge électrique.
 - 3) Il convient de vérifier si le dispositif de verrouillage de la lame du sectionneur est en bon état.
 - 4) Tous les éléments de fixation doivent être inspectés afin de s'assurer qu'ils sont serrés et en bon état.
 - 5) Les connexions des conducteurs de liaison doivent être bien serrées et sécurisées.
- b) Le sectionneur doit être entretenu comme suit :
- 1) Il est nécessaire de nettoyer la poussière accumulée et d'examiner la surface des éléments en porcelaine afin de détecter tout éclat de glaçure, dommage, fissure ou trace d'étincelle. De plus, il faut vérifier la solidité des liaisons entre l'isolateur en fer et en porcelaine. En cas de dommages graves, le sectionneur doit être remplacé ;
 - 2) Il faut s'assurer que la surface de la lame du couteau est propre et vérifier l'absence de dommages mécaniques, d'oxydation, de surchauffe ou de déformation ;
 - 3) Il faut vérifier que les points de contact et les accessoires des lames du couteau sont intacts et sans dommage ;

- 4) Il faut inspecter le fil conducteur reliant le sectionneur au jeu de barres et au disjoncteur afin de s'assurer de sa solidité et de vérifier qu'il n'y a pas de signes de surchauffe ;
- 5) Il faut examiner les composants de connexion souples afin de détecter toute torsion, dommage ou rupture de brins ;
- 6) Il faut inspecter, nettoyer et lubrifier le mécanisme de fonctionnement et les pièces d'entraînement ;
- 7) Il faut vérifier que la distance entre les pièces d'entraînement et les parties électrifiées est conforme aux normes, et que le positionneur et le dispositif de freinage sont fermes et fonctionnent correctement ;
- 8) Il faut s'assurer que le socle du sectionneur est en bon état et que la mise à la terre est fiable.

7.8.5 Les tableaux de distribution à courant alternatif métalliques fermés doivent être entretenus et exploités conformément aux spécifications techniques fournies par le fabricant.

7.8.6 Les vérifications suivantes des parties extérieures des autres équipements du circuit primaire doivent être effectuées :

- a) Il faut vérifier que les isolateurs en porcelaine du jeu de barres sont complets et exempts de dommages, et que les connexions sont fermes et fiables.
- b) Il faut s'assurer que les transformateurs de courant et de potentiel sont en bon état de fonctionnement.
- c) Il faut vérifier l'absence de saleté et d'eau dans les conduits des câbles.
- d) Il faut examiner les têtes de câbles et les câbles afin de s'assurer qu'ils sont intacts et qu'ils ne présentent pas de signes de surchauffe.
- e) Les fusibles doivent être complets, avec des contacts fiables.
- f) Il faut mettre en place des mesures pour empêcher les petits insectes, les lézards et les rats d'entrer dans les équipements.

7.8.7 L'installation de l'appareillage électrique doit être interrompue pour mettre en œuvre des mesures correctives dans les situations suivantes :

- a) Le boîtier extérieur et les tuyaux d'isolation sont cassés.
- b) Des têtes de connexion de fils et des têtes de câbles sont surchauffées et gravement décolorées au point de fondre.
- c) En cas de fuites potentielles d'huile ou de gaz.

- d) En cas d'incendie ou d'émission d'odeurs et de fumée dans les parties internes.
- e) Si des étincelles ou des décharges électriques se produisent entre l'enroulement et le boîtier extérieur ou le fil conducteur.

7.8.8 Il est essentiel de réaliser régulièrement des tests préventifs sur l'installation d'appareillage et de procéder à la rénovation de l'équipement.

7.9 Système de protection par relais et de surveillance

7.9.1 L'exploitation et la gestion du système de protection par relais doivent répondre aux exigences suivantes :

- a) Les valeurs préétablies et les connexions de la protection par relais ne doivent pas être modifiées sans autorisation.
- b) Après la révision et l'examen de la protection par relais, une inspection d'acceptation doit être effectuée en collaboration avec l'ingénieur responsable du quart de travail. Il est important de s'assurer que tous les travaux et les réglages effectués sont conformes aux normes pertinentes. Les enregistrements de ces interventions doivent être minutieusement documentés.
- c) Il est essentiel de tenir des registres précis chaque fois que la protection par relais se déclenche. En cas de déclenchement erroné, les conditions d'origine doivent être maintenues autant que possible, ou le processus ayant mené à l'action incorrecte doit être détaillé. L'identification rapide des causes et leur correction opportune sont cruciales.
- d) La section transversale des câbles utilisés dans le circuit secondaire et leur résistance d'isolation mise à la terre doivent satisfaire aux exigences de conception.
- e) Chaque quart de travail, la protection par relais en fonctionnement doit être inspectée, en particulier les éléments suivants :
 - 1) Il faut vérifier l'absence de surchauffe ou de bruit anormal, et s'assurer que la plaque de pression est correctement positionnée et que les fusibles secondaires sont en bon état et qu'ils ne présentent pas de signes de corrosion ;
 - 2) Il faut vérifier s'il y a des signes de dommages, de torsion, de changement de couleur, de desserrage ou de rupture de brins sur les câbles et les connexions ;
 - 3) Il faut inspecter les conditions des sonneries, des alarmes, des annonces, des affichages d'état et des lampes indicateurs afin de s'assurer qu'ils fonctionnent correctement.

7.9.2 La gestion de l'utilisation du système de surveillance doit répondre aux exigences suivantes :

- a) La salle de contrôle et le pupitre de commande doivent être maintenus propres et ordonnés.
- b) Seul le personnel autorisé doit manipuler le système de surveillance.

- c) Les opérateurs ne doivent pas modifier les valeurs réglées, les valeurs limites ou les interverrouillages des équipements sans autorisation, ni modifier les procédures et les enregistrements pertinents de manière arbitraire.
- d) Pendant le fonctionnement, il est important de vérifier que la communication entre les différents composants du système est fluide et que les données transmises sont exactes.
- e) L'entretien régulier de l'ordinateur, des systèmes de communication en ligne et des dispositifs de stockage de données de sauvegarde est essentiel pour le bon fonctionnement de la centrale électrique.

7.9.3 Il est impératif de réaliser des inspections régulières afin de vérifier le bon fonctionnement de la protection par relais et du système de surveillance.

7.10 Système à courant continu

7.10.1 L'exploitation et la maintenance des dispositifs de charge doivent répondre aux exigences suivantes :

- a) Les dispositifs de charge doivent être inspectés régulièrement afin de s'assurer que les indications des compteurs en ce qui concerne la tension d'entrée de courant alternatif, la tension de sortie de courant continu et le courant de sortie de courant continu sont correctes, et de vérifier si le bruit de fonctionnement est normal, si les signaux de protection fonctionnent normalement et si l'isolation des composants est en bon état.
- b) Lorsque l'alimentation en courant alternatif est coupée, la batterie doit alimenter le bus de courant continu sans interruption et ajuster la tension du bus de contrôle afin de maintenir une valeur stable. Si la capacité d'alimentation de la batterie tombe à 20 % de sa capacité nominale ou plus, le dispositif de charge de la batterie doit être démarré manuellement ou automatiquement dès que la source d'alimentation en courant alternatif est rétablie. La batterie doit être chargée conformément à la méthode de charge spécifiée par le fabricant. La charge de la batterie peut également être réalisée selon les méthodes suivantes : charge à courant constant limité par la tension, charge à tension constante ou charge flottante.
- c) Il ne faut pas utiliser des batteries de différents âges, de différents degrés de nouveauté ou de différentes capacités. Le boîtier extérieur de la batterie ne doit pas être nettoyé avec un solvant organique. La surcharge et la décharge excessive de la batterie sont strictement interdites. Après décharge, la batterie doit être rechargée rapidement et ne doit pas rester déchargée pendant plus de deux heures. Lors de l'entretien de la batterie, l'opérateur doit éviter de se placer directement au-dessus de la batterie et doit maintenir une distance de sécurité.

7.10.2 Les valeurs indiquées par les dispositifs de surveillance en ligne de l'isolation en fonctionnement doivent être vérifiées afin de s'assurer qu'elles sont conformes aux valeurs réellement mesurées.

7.10.3 Les vérifications suivantes doivent être effectuées régulièrement pour l'entretien et le bon fonctionnement de la batterie :

SHP/TG 005-2:2019

- a) Il faut vérifier si les plaques de connexion de la batterie sont desserrées ou corrodées et il faut inspecter le boîtier afin de détecter toute fuite ou déformation et de s'assurer qu'il est propre.
- b) Il faut vérifier si des vapeurs d'acide s'échappent des électrodes et des soupapes de sécurité de la batterie.
- c) Il faut contrôler si la résistance d'isolation a diminué.
- d) Si les boulons de la ligne de connexion principale sont desserrés ou corrodés, ils doivent être resserrés au couple spécifié ou être remplacés rapidement.
- e) La capacité de la batterie doit être vérifiée régulièrement afin de garantir qu'elle peut fournir une alimentation en courant continu fiable.
- f) Il faut inspecter régulièrement la ventilation, l'éclairage, l'équipement de régulation de la température et les dispositifs de protection contre les incendies de la salle des batteries.

7.10.4 Les procédures de gestion et de maintenance des dispositifs de surveillance par microprocesseur utilisés dans les systèmes d'alimentation en courant continu doivent être conformes aux exigences suivantes :

- a) Les dispositifs de surveillance par microprocesseur des sources d'alimentation en courant continu en fonctionnement doivent être régulièrement inspectés. Il s'agit de vérifier les fonctions et les paramètres pertinents en utilisant les boutons-poussoirs pour basculer entre différents réglages. Le réglage des paramètres de ces dispositifs doit être effectué dans le cadre de limites d'autorisation spécifiques et sous supervision.
- b) Si un dispositif de surveillance par microprocesseur tombe en panne, il faut d'abord essayer de mettre en place un dispositif de charge de secours, si disponible. Le dispositif défectueux doit alors être mis hors service. Si aucun dispositif de charge de secours n'est disponible, il est nécessaire de passer à un fonctionnement manuel. Le système doit être réglé manuellement sur le mode de fonctionnement requis pendant que le dispositif de surveillance est en maintenance. Après l'inspection et la réparation, le dispositif de surveillance doit être remis en service.

7.11 Protection contre la foudre et mise à la terre

7.11.1 La centrale doit être équipée de dispositifs fiables de protection contre la foudre. Ces dispositifs doivent couvrir efficacement la zone à protéger et être correctement mis à la terre.

7.11.2 La surface du parafoudre doit être en bon état, et le parafoudre doit fonctionner de manière fiable et compter les événements de foudre correctement.

7.11.3 La connexion entre le dispositif de protection contre la foudre et le corps de mise à la terre doit être intacte.

7.11.4 La résistance de mise à la terre du dispositif doit être conforme aux exigences de conception spécifiques aux centrales électriques.

7.11.5 La résistance de mise à la terre de la centrale électrique doit être mesurée régulièrement. Si elle ne répond pas aux exigences, des méthodes pour réduire cette résistance peuvent être utilisées, telles que l'installation d'un corps de mise à la terre artificiel sous l'eau, l'utilisation de lignes externes ou la mise à la terre via des puits profonds.

7.11.6 Dans les zones où la résistance du sol est élevée, si la valeur de la résistance de mise à la terre requise est irréaliste, elle doit être déterminée par un calcul de conception. La valeur retenue doit assurer la sécurité des personnes et des équipements, tout en étant réalisable selon les résultats des calculs de conception.

7.11.7 Des tests préventifs annuels doivent être effectués sur le système de protection contre la foudre de la centrale électrique.

7.12 Communication

7.12.1 Il est important de procéder régulièrement à la maintenance et à l'inspection des équipements de communication afin d'identifier et de résoudre rapidement les problèmes susceptibles de compromettre la qualité de la communication. La performance technique de ces équipements doit répondre aux exigences spécifiées pour garantir une communication fluide et fiable entre les centrales électriques, entre les départements de gestion des inondations, entre les services de répartition et entre les systèmes de répartition automatisés.

7.12.2 Une attention particulière doit être portée à la protection contre la foudre des systèmes de communication.

7.12.3 Toutes les activités de démarrage, d'arrêt et de révision du système de communication doivent être planifiées et exécutées de manière centralisée, avec l'approbation d'un ingénieur ou d'un gestionnaire autorisé.

8 Exploitation optimisée

8.1 Exigences de base

8.1.1 Les centrales électriques doivent établir un plan d'exploitation optimisé pour la production d'électricité. Ce plan doit tenir compte des régulations du réseau électrique et de la disponibilité de l'eau, afin de maximiser les bénéfices de l'utilisation optimale des ressources. Les centrales doivent soumettre leurs plans de production d'énergie annuels, mensuels et quotidiens à l'organisation de répartition de l'énergie. Cette soumission doit être faite en temps opportun et conformément aux accords de répartition établis dans le cadre du réseau interconnecté. Les centrales doivent transmettre automatiquement les données d'exploitation en temps réel des groupes turbo-alternateurs, de la centrale elle-même et du réservoir à l'organisation de répartition de l'énergie. Ces informations doivent être précises et être transmises rapidement. Les centrales doivent également fournir à l'organisation de répartition de l'énergie les données de conception de la centrale, les données statistiques d'exploitation et les rapports d'exploitation récapitulatifs.

8.1.2 Pour optimiser l'exploitation de la centrale et assurer le fonctionnement sûr et fiable de ses structures hydrauliques et de ses équipements électromécaniques, il convient de constamment évaluer les procédures de gestion et de maintenance de la centrale. Il convient en particulier de se conformer aux exigences suivantes :

- a) La centrale doit renforcer la gestion de ses opérations, ainsi que la maintenance et la réparation de ses installations, équipements et dispositifs, afin d'en améliorer la fiabilité et l'état de bon fonctionnement.
- b) Dans le cas de centrales situées sur des rivières charriant de grandes quantités de sédiments, il est important de mettre en place des mesures pour évacuer les sables et prévenir l'envasement et la corrosion. L'objectif est de maintenir la capacité de régulation et de stockage de la centrale et de minimiser l'usure des équipements due aux sédiments.
- c) Il faut renforcer la gestion du système de conduite d'eau utilisé pour la production d'électricité et du système d'eau de que ue, ainsi que de leurs équipements auxiliaires afin de réduire les pertes d'eau par infiltration et les pertes de charge hydraulique.

8.1.3 L'exploitation optimisée de la centrale doit répondre aux exigences suivantes et, une fois ses procédures établies, celles-ci ne peuvent être modifiées de manière arbitraire.

- a) L'exploitation optimisée de la centrale doit être conforme aux exigences de conception, aux plan d'exploitation optimisée ou aux directives énoncées dans d'autres documents spéciaux.
- b) L'exploitation optimisée de la centrale doit prendre en compte les données de conception d'ingénierie, telles que le niveau d'eau caractéristique du réservoir.

8.1.4 L'utilisation de l'eau et la production d'électricité doivent répondre aux exigences suivantes :

- a) Le personnel compétent de la centrale électrique doit faire de son mieux pour prévoir le régime hydrique et optimiser la gestion de ses opérations de manière à répondre aux exigences relatives à la prévention des inondations et à minimiser le gaspillage d'eau, tout en maximisant la production d'électricité.
- b) Le personnel de la centrale doit constamment connaître les prévisions de débit entrant, ainsi que les niveaux de stockage et de consommation d'eau nécessaires pour la production d'électricité, afin de renforcer l'utilisation planifiée de l'eau et d'optimiser l'efficacité de la production d'énergie.

8.1.5 Le personnel des centrales électriques doit veiller à ce que les groupes turbo-alternateurs fonctionnent dans une zone de haute efficacité.

8.1.6 Le personnel doit également revoir et actualiser régulièrement les informations relatives aux caractéristiques du projet et aux performances dynamiques des groupes turbo-alternateurs et de la centrale dans son ensemble, afin d'améliorer continuellement le niveau d'exploitation optimisée.

8.1.7 Le personnel d'encadrement des centrales doit établir des archives techniques des opérations, offrir une formation continue au personnel d'exploitation et de maintenance, et œuvrer à la modernisation de la centrale.

8.2 Optimisation de l'exploitation en interne

8.2.1 Le personnel des centrales doit élaborer une stratégie d'exploitation optimisée en interne, compte tenu de la disponibilité de l'eau, de la stabilité du niveau d'eau du réseau et de la performance dynamique des groupes turbo-alternateurs.

8.2.2 L'objectif est de réaliser la génération optimale de la puissance active et réactive des groupes turbo-alternateurs dans le cadre de l'exploitation en usine. Pour une répartition optimale de la charge entre les groupes turbo-alternateurs, des méthodes comme le taux incrémentiel micro ou la planification dynamique peuvent être utilisées, en prenant en compte les caractéristiques des groupes turbo-alternateurs.

8.2.3 Il est recommandé d'utiliser une surveillance en temps réel informatisée pour gérer l'exploitation optimisée en usine. Dans les centrales électriques sans grandes variations de charge, cette optimisation peut également être réalisée en suivant la stratégie d'exploitation optimisée spécifique à l'usine.

8.3 Optimisation de l'exploitation des centrales électriques en cascade

8.3.1 L'exploitation optimisée des centrales en cascade doit viser à maximiser la production d'électricité de l'ensemble des centrales en cascade en coordonnant leur fonctionnement.

8.3.2 Dans les centrales en cascade qui mettent en œuvre une exploitation optimisée, il est important de le faire en tenant compte des caractéristiques de performance du groupe turbo-alternateur et d'autres aspects pertinents de la conception. Le système de surveillance en temps réel informatisé ou la stratégie d'exploitation optimisée en usine doit être strictement mis en œuvre.

8.3.3 Les centrales électriques en cascade doivent transmettre leurs données d'exploitation en temps réel à l'organisation de répartition de l'énergie. Ces données doivent être conformes aux dispositions pertinentes. L'organisation responsable de la répartition de l'énergie électrique doit fournir en temps opportun des instructions claires sur le plan d'exploitation de chaque centrale. Pour certaines centrales en cascade, il peut être judicieux de désigner une centrale clé comme centre de contrôle central, si les conditions s'y prêtent.

Annexe A
(Informative)

Classement des équipements et des installations de la centrale hydroélectrique

A.1 Division des équipements et installations en unités en vue de leur classement

A. 1.1 Tous les équipements et installations liés à la production d'électricité dans la centrale hydroélectrique sont soumis à un système de classement.

A.1.2 La division en unités doit se faire conformément aux principes suivants :

- a) Chaque turbine, chaque générateur (excitateur compris), chaque régulateur (générateur magnétique permanent compris) et chaque vanne sont considérés comme des unités individuelles ;
- b) Chaque système complet d'huile, d'eau et d'air est considéré comme une unité individuelle ;
- c) Chaque transformateur, chaque réacteur électrique et chaque condensateur de puissance est considéré comme une unité individuelle ;
- d) Chaque tableau ou armoire intérieure (console principale comprise) est considéré comme une unité ;
- e) Chaque groupe de disjoncteurs et de sectionneurs est considéré comme une unité ;
- f) Chaque groupe comprenant des transformateurs de tension, des transformateurs de courant, différents transducteurs, des capteurs et des fusibles haute tension est considéré comme une unité ;
- g) Un jeu de barres et un cadre sont considérés comme une seule unité ;
- h) Chaque groupe de parafoudres est considéré comme une unité ;
- i) Un paratonnerre combiné avec un dispositif de mise à la terre forme une unité ;
- j) Chaque câble d'alimentation, câble de commande, système de communication, batterie de stockage et dispositif de redressement est considéré comme une unité ;
- k) Chaque barrage, centrale électrique, tunnel de conduite d'eau, conduite forcée, puits de décompression, structure de décharge des crues et des sédiments, canal de dérivation, canal de fuite, vanne, grille de débris, équipement de nettoyage et treuil est considéré comme une unité ;
- l) Chaque bâtiment ou structure, conduit de câble, dispositif de levage, système d'éclairage et de ventilation est considéré comme une unité ;

Les équipements et installations non mentionnés doivent être classifiés par l'entrepreneur en fonction des conditions spécifiques de la centrale.

A.2 Méthode de classement

A.2.1 Le classement des équipements et des installations est une tâche importante pour la gestion d'une centrale hydroélectrique. Ce classement doit être réalisé chaque année.

A.2.2 Le classement d'une unité spécifique au sein de la centrale est basé sur l'état technique global de chacun des équipements et des installations qui la composent. Si une unité comporte des équipements et des installations appartenant aux grades I, II et III, l'unité entière sera classée dans le grade III. Si l'unité comprend des équipements de grades I et II, l'unité entière sera classée dans le grade II. Les équipements et installations des grades I et II sont considérés comme étant en bon état et fonctionnels.

A.2.3 Le ratio de perfection des équipements et installations est calculé à l'aide de la formule (A.1) :

$$P = \frac{A + B}{A + B + C} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(A.1)$$

où

P est le ratio de perfection des équipements et installations ;

A est le nombre d'unités contenant des équipements et des installations de grade I ;

B est le nombre d'unités contenant des équipements et installations de grade II ;

C est le nombre d'unités contenant des équipements et installations de grade III.

A.3 Principe de classement des équipements et des installations

A.3.1 Grade I : Les équipements et installations sont en excellent état technique et sans défauts. Ils répondent à toutes les exigences de qualité en matière d'installation, de construction, de révision et de maintenance, assurant un fonctionnement sûr, économique et fiable.

A.3.2 Grade II : Les équipements et installations sont dans un bon état technique mais présentent des défauts mineurs. Ces défauts ne compromettent cependant pas la sécurité de l'exploitation.

A.3.3 Grade III : Les équipements et installations présentent des défauts majeurs. La qualité de l'installation, de la construction, de la maintenance et de la révision n'est pas conforme aux spécifications, ce qui met en péril la sécurité opérationnelle.

A.4 Normes servant de critères pour le classement des équipements et installations électriques et mécaniques

A.4.1 Les turbines doivent être classées comme suit :

- a) Les composants de la turbine seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :
 - 1) La turbine doit être capable d'atteindre et de maintenir la sortie nominale indiquée sur la plaque signalétique ou celle approuvée par les autorités supérieures. Elle doit fonctionner normalement dans différentes conditions de travail et de charge ;
 - 2) Les vibrations et le faux-rond de la turbine doivent être conformes aux normes établies et la turbine doit présenter une bonne stabilité et être exempte de rouille ou de corrosion. La température des paliers et la qualité de l'huile des différents composants doivent être conformes aux normes spécifiées ;
 - 3) Lorsqu'elle fonctionne dans les paramètres spécifiés par le fabricant, la turbine ne doit pas présenter de cavitation sérieuse, d'abrasion ou de baisse notable d'efficacité ;
 - 4) Les instruments tels que le manomètre de vide, le manomètre de pression et le thermomètre doivent être installés correctement, être en bon état, fonctionner de manière souple et afficher des indications correctes ;
 - 5) Les composants tels que le rotor, la volute, la bague d'étanchéité, l'arbre principal, le capuchon d'extrémité et les paliers doivent répondre aux exigences de conception et d'installation, et ne doivent présenter aucune fuite d'huile ou d'eau.
- b) Les composants de la turbine seront classés dans le grade III si toutes conditions suivantes sont réunies :
 - 1) La turbine ne peut pas atteindre la sortie indiquée sur la plaque signalétique lorsque la hauteur d'eau et le débit correspondent aux valeurs de conception ;
 - 2) Divers composants du corps principal de la turbine présentent des fuites d'eau, d'huile ou d'air, une corrosion, une abrasion et une érosion graves, ou l'aube directrice ne peut pas se fermer hermétiquement, de sorte que la turbine tourne à basse vitesse même lorsque l'aube est complètement fermée ;
 - 3) La cavitation est grave, et les vibrations et le faux-rond de la turbine dépassent les valeurs admissibles ;
 - 4) La température du palier dépasse la valeur spécifiée.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III sont classés dans le grade II.

A.4.2 Le classement des régulateurs (générateurs magnétiques permanents compris) est réalisé comme suit :

- a) Les composants des régulateurs seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :
- 1) Les paramètres du régulateur (générateur magnétique permanent compris) doivent répondre aux exigences de conception, et les conditions de fonctionnement doivent être conformes aux spécifications opérationnelles ;
 - 2) Le régulateur doit être capable de contrôler rapidement la turbine et de rétablir sa vitesse normale en cas d'augmentation soudaine de la vitesse due à un rejet de charge inattendu ;
 - 3) Les dispositifs automatiques et de signalisation doivent être en parfait état de fonctionnement et leurs actions doivent être précises ;
 - 4) En cas d'arrêt d'urgence, l'annonceur de pression doit réagir conformément aux exigences de conception, notamment lorsque la pression d'huile chute à sa limite inférieure ;
 - 5) L'équipement de compensation d'air automatique et le système de compensation d'huile, ainsi que les capteurs de niveau d'huile et les manomètres de l'accumulateur de pression, doivent fonctionner de manière précise et fiable ;
 - 6) Si un générateur magnétique permanent est installé, il doit fonctionner normalement et fournir une sortie en courant continu fiable.
- b) Les composants du régulateur de la turbine seront classés dans le grade III si toutes les conditions suivantes sont réunies :
- 1) Le système de régulation présente des problèmes majeurs comme des oscillations, des vibrations, des blocages, des abrasions ou des fuites d'huile graves, et ne peut pas être mis en service normalement ;
 - 2) L'huile est fortement dégradée et l'équipement présente une corrosion avancée qui menace la sécurité opérationnelle ;
 - 3) Le dispositif de protection contre les survitesses n'est pas fiable ou la protection de la turbine est défectueuse ;
 - 4) Les systèmes de pression d'huile, de compensation d'huile, de compensation d'air ou d'autres équipements ne fonctionnent pas normalement et menacent la sécurité opérationnelle ;
 - 5) Le générateur magnétique permanent est défectueux et ne peut pas fournir une alimentation en courant continu fiable ;
 - 6) Les composants sont sous l'influence d'autres éléments qui menacent la sécurité.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.4.3 Le classement de la vanne principale doit être réalisé comme suit :

- a) Les composants de la vanne principale seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :
- 1) La vanne principale doit pouvoir se fermer hermétiquement et fonctionner de manière souple et fiable ;

- 2) Le revêtement protecteur doit être intact et ne pas se détacher. Les composants doivent être exempts de corrosion, de cavitation et d'abrasion ;
 - 3) La vanne de dérivation associée doit fonctionner correctement ;
 - 4) Dans le cas des vannes actionnées par pression d'huile, le dispositif de pression d'huile doit fonctionner normalement, sans fuites. Dans le cas des vannes actionnées électriquement, le circuit électrique doit fonctionner de manière fiable.
- b) Les composants de la vanne principale seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
- 1) La vanne principale présente des fuites d'eau importantes ;
 - 2) La vanne principale se bloque lors de l'ouverture ou de la fermeture ;
 - 3) La corrosion et la cavitation posent un risque sérieux pour la sécurité ;
 - 4) Le circuit de commande présente des défauts majeurs ;
 - 5) Les composants sont sous l'influence d'autres éléments qui menacent la sécurité.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.4.4 Le classement du générateur (excitateur compris) doit être réalisé comme suit : a) Les composants du générateur doivent être classés dans le grade I si toutes les conditions suivantes sont réunies :

- 1) Le générateur est capable d'atteindre et de maintenir la sortie indiquée sur la plaque signalétique ou celle approuvée par les autorités supérieures sur une longue période. Il peut être mise en service à tout moment ;
- 2) Les vibrations et le faux-rond de l'unité de générateur sont conformes aux normes établies. Le son produit par le générateur est normal et le niveau de bruit est conforme aux spécifications ;
- 3) Toutes les pièces du générateur sont intactes et complètes. Les bobines à l'extrémité du stator sont exemptes de taches d'huile, de poussière de carbone ou de déformation. Le bloc d'amortissement et le liage sont serrés. Le noyau du stator, la forge du rotor, le cerclage et les fils de liage sont en bon état ;
- 4) L'isolation des enroulements du stator et du rotor ne présente pas de signes de vieillissement évident. Les données de test d'isolation sont conformes aux valeurs spécifiées. La température du noyau du stator est conforme aux exigences et les mesures sont précises ;
- 5) Le système de refroidissement est en excellent état et offre un bon effet de refroidissement.

- 6) L'excitateur et ses accessoires sont intacts et sont capables de répondre aux exigences de fonctionnement normal du générateur. La brosse en carbone est en bon état, bien en contact, et ne présente pas de sauts ou de surchauffe. Le commutateur et l'anneau collecteur sont lisses et exempts de poussière de carbone, et le niveau d'étincelle est conforme aux normes établies ;
 - 7) Les paliers et les dispositifs d'étanchéité fonctionnent correctement, sans fuites d'huile, et la température se situe dans la plage spécifiée ;
 - 8) Les fixations des pôles magnétiques du rotor, du dispositif d'amortissement et des câbles de tête du ventilateur sont sûres et exemptes de fissures et de déformations. Les conduits de ventilation sont exempts de dépôts de rouille et d'obstruction.
- b) Les composants du générateur seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
- 1) Le générateur ne peut pas atteindre les sorties indiquées sur la plaque signalétique ou celles approuvées par les autorités supérieures ;
 - 2) L'isolation des enroulements du stator et du rotor est défectueuse ou sérieusement vieillie, au point que la résistance à la tension diminue ;
 - 3) Un déséquilibre sérieux ou une divergence significative par rapport aux données du fabricant dans la valeur de résistance au courant continu du stator triphasé menace la sécurité opérationnelle ;
 - 4) L'excitateur et ses accessoires présentent de graves défauts qui influencent les sorties du générateur ;
 - 5) Les paliers présentent de graves fuites d'huile ou des pertes d'huile, et une accumulation importante de saleté grasse est observée à l'extrémité du stator ;
 - 6) Le système de freinage est défectueux ;
 - 7) Le générateur présente d'autres défauts majeurs qui compromettent sa sécurité opérationnelle.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.4.5 Le classement du système d'huile doit être réalisé comme suit :

- a) Les composants du système d'huile seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :
- 1) Les configurations de conduites répondent aux exigences spécifiées et les canalisations sont exemptes de vibrations et de déformations ;
 - 2) Les accessoires de conduites et les jauges sont normaux et fiables ;
 - 3) Les conduites et les vannes ne présentent ni fissures ni signes de corrosion ;

- 4) Les vannes et les brides sont hermétiquement scellées, fonctionnent de manière souple et fiable, et sont exemptes de fuites d'huile ;
 - 5) La pression et la qualité de l'huile répondent aux exigences opérationnelles de la centrale ;
 - 6) La qualité de soudure des conduites est conforme aux exigences spécifiées ;
 - 7) La pompe à huile sous pression et le filtre à huile répondent aux exigences de conception et fonctionnent de manière fiable ;
 - 8) Le réservoir de stockage d'huile est exempt de fissures et de fuites, et les jauges fournissent des mesures précises ;
 - 9) L'apparence du système d'huile est propre, et les marquages sont intacts et corrects.
- b) Les composants du système d'huile seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
- 1) Les configurations des conduites ne répondent pas aux exigences ou les vibrations et les déformations dépassent les normes spécifiées ;
 - 2) Des accessoires de sécurité anormaux sur les conduites ou des jauges imprécises compromettent la sécurité et l'efficacité du système ;
 - 3) Les vannes ou les brides présentent des fuites importantes. Les vannes ne peuvent pas être tournées de manière flexible ou être fermées hermétiquement ;
 - 4) Les conduites et les vannes sont endommagées ou sérieusement corrodées ;
 - 5) La pression d'huile n'est pas suffisante pour répondre aux besoins opérationnels et l'huile est sérieusement dégradée ;
 - 6) La qualité de soudure est inférieure aux normes établies, ce qui compromet la sécurité ;
 - 7) De graves défauts menacent la sécurité de la pompe à huile sous pression et du filtre à huile ;
 - 8) Le réservoir de stockage de l'huile présente de graves fuites ;
 - 9) Les composants sont sous l'influence d'autres éléments menaçant la sécurité.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.4.6 Le classement des systèmes d'alimentation en eau et de drainage doit être réalisé comme suit :

- a) Les composants des systèmes d'alimentation en eau et de drainage seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :

- 1) Les configurations des conduites répondent aux exigences spécifiées, et les conduites sont exemptes de vibrations ou de déformations. De plus, les conduites et les vannes ne sont pas endommagées ou corrodées ;
 - 2) Les accessoires des conduites et les jauges et compteurs sont normaux et fiables. Les vannes et les brides sont hermétiquement scellées. Les pompes à eau tournent de manière souple, fonctionnent de manière fiable et ne présentent pas de fuites d'eau ;
 - 3) Le filtre fonctionne normalement, et la qualité et la pression de l'eau répondent aux exigences opérationnelles ;
 - 4) La source d'eau et l'équipement de prise d'eau répondent aux exigences opérationnelles de l'unité ;
 - 5) L'eau utilisée pour lutter contre les incendies est fiable et répond aux exigences de la lutte contre l'incendie ;
 - 6) La qualité de soudure des conduites est conforme aux normes établies ;
 - 7) L'apparence des conduites est propre, et les marquages sont intacts et corrects.
- b) Les composants des systèmes d'alimentation en eau et de drainage seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
- 1) La configuration des conduites ne répond aux exigences, les vibrations ou les déformations des conduites dépassent les normes spécifiées, ou les conduites et les vannes sont endommagées ou sérieusement corrodées ;
 - 2) Les accessoires de sécurité des conduites sont anormaux, les jauges et les compteurs sont inexacts, les vannes et les brides ne sont pas bien scellées, et les pompes à eau ne tournent pas de manière flexible et présentent de graves fuites d'eau ;
 - 3) L'effet filtrant du filtre est médiocre et ne permet pas d'obtenir une eau de qualité conforme aux exigences opérationnelles ;
 - 4) La source d'eau et l'équipement de prise d'eau ne sont pas configurés de manière appropriée et ne permettent pas de répondre aux besoins opérationnels de l'unité ;
 - 5) La qualité de soudure des conduites n'est pas conforme aux exigences et menace la sécurité.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.4.7 Le classement du système d'air (compresseur d'air compris) doit être réalisé comme suit :

- a) Les composants du système d'air seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :

- 1) La configuration du système d'air répond aux exigences spécifiées ;
 - 2) Les conduites et leurs accessoires sont exempts de fissures et de corrosion. Les vannes peuvent se fermer hermétiquement et fonctionnent de manière flexible ;
 - 3) La qualité de soudure des conduites est conforme aux exigences ;
 - 4) Le compresseur d'air peut fonctionner en continu et atteindre la sortie indiquée sur la plaque signalétique. La température de fonctionnement à la sortie nominale ne dépasse pas les limites spécifiées ;
 - 5) Le manomètre est intact, précis et bien en contact. Les dispositifs de protection et automatiques passent les inspections et fonctionnent de manière fiable ;
 - 6) Les accessoires, y compris la soupape de réduction et la soupape de sécurité, sont intacts, en bon état et conformes aux normes. L'environnement autour de l'équipement et du compresseur d'air est soigné et propre ;
 - 7) L'apparence du système d'air est propre et les marquages sont intacts.
- b) Les composants du système d'air seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
- 1) La configuration du système d'air ne permet pas de répondre aux besoins opérationnels de l'unité ;
 - 2) Des anomalies dans les accessoires de sécurité des conduites, des jauges ou des compteurs inexacts ou des dommages graves et de la corrosion sur les conduites et les vannes posent un risque pour la sécurité ;
 - 3) La qualité de soudure des conduites ne répond pas aux exigences, menaçant la sécurité de l'ensemble du système ;
 - 4) Le compresseur d'air ne peut pas atteindre la sortie indiquée sur la plaque signalétique, ou le rapport de pression entre la haute pression et la basse pression de l'air comprimé ne répond pas aux normes ;
 - 5) Les composants sont sous l'influence d'autres éléments menaçant la sécurité.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.4.8 Le classement du transformateur principal (bobine de suppression d'arc) doit être réalisé comme suit :

- a) Les composants du transformateur principal seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :
- 1) Le transformateur est capable d'atteindre et de maintenir continuellement la sortie indiquée sur la plaque signalétique ou celle approuvée par les autorités supérieures ;

- 2) Les composants du transformateur sont intacts, la coque n'est pas corrodée et sa surface est lisse et propre. Les isolateurs en porcelaine ne présentent aucune fissure, et les connecteurs de tête sont en bon contact et ne présentent pas de surchauffe ;
 - 3) La hausse de température de l'huile et du bobinage correspond aux valeurs spécifiées par le fabricant. Le niveau d'huile dans le réservoir conservateur est conforme aux valeurs spécifiées ou approuvées après les tests ;
 - 4) Le transformateur est installé conformément aux exigences technologiques et est exempt de tout phénomène d'enfoncement, d'inclinaison ou de dommage ;
 - 5) Les bobines, les traversées et l'huile isolante électrique (y compris l'huile des traversées) ont été testées conformément aux spécifications techniques et répondent aux exigences spécifiées ;
 - 6) La performance électrique et mécanique du commutateur de prise est bonne. Les signes indicateurs sont corrects et les actions du commutateurs sont flexibles et fiables ;
 - 7) Les jauges et les compteurs sont précis et leurs composants sont en bon état ;
 - 8) Les appareils comme les relais de gaz sont intacts et leurs actions sont vérifiées comme étant fiables et précises ;
 - 9) L'équipement anti-explosion, le déshumidificateur, le conservateur et la jauge d'huile sont en bon état ;
 - 10) Le niveau d'huile du transformateur et des traversées remplies d'huile est conforme aux normes. Il n'y a aucune fuite d'huile et le transformateur ainsi que les traversées sont maintenus propres. La peinture sur le transformateur est intacte ;
 - 11) La section transversale du fil de terre répond aux normes, et le fil de terre est en bon contact et est solidement connecté ;
 - 12) Le transformateur fait régulièrement l'objet de révisions, de réparations mineures et de tests préventifs. Les registres de réparation et de test sont tenus à jour et les résultats des tests sont conformes aux exigences.
- b) Les composants du transformateur seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
- 1) Les bobines, les traversées et l'huile d'isolation électrique (y compris l'huile des traversées) échouent aux test de performance ;
 - 2) Le transformateur émet un bruit anormal ou la protection contre les gaz légers se déclenche souvent sans explication ;

- 3) L'isolation des bobines a beaucoup vieilli et compromet la sécurité et l'efficacité économique du fonctionnement du transformateur ;
 - 4) La distance de fuite des traversées dans les zones polluées ne répond pas aux exigences, et aucune mesure corrective n'a été prise ;
 - 5) La performance électrique ou mécanique du commutateur de prise est insuffisante et ne permet pas de garantir un fonctionnement sûr ;
 - 6) Le transformateur et les tuyaux remplis d'huile présentent d'importantes fuites d'huile ;
 - 7) Les défauts des accessoires ont une incidence négative sur la sortie du transformateur ou nuisent à l'exactitude des instruments ;
 - 8) Les composants sont sous l'influence d'autres éléments menaçant la sécurité.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.4.9 Le classement du réacteur électrique doit être réalisé comme suit :

- a) Les composants du réacteur électrique seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :
- 1) Les composants sont testés périodiquement et satisfont aux normes techniques spécifiées. Leurs paramètres correspondent aux exigences opérationnelles actuelles ;
 - 2) Les bobines du réacteur ne sont pas déformées, les colonnes en béton ne présentent pas de fissures et les pièces en porcelaine ne sont pas endommagées ;
 - 3) Le réacteur est propre, sa peinture est intacte et les marquages sont corrects et clairs.
- b) Les composants du réacteur électrique seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
- 1) Les composants ne sont pas testés comme requis ou ils échouent aux tests périodiques ;
 - 2) Les bobines sont déformées, les colonnes en béton présentent des fissures ou les pièces en porcelaine sont endommagées.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.4.10 Le classement du disjoncteur doit être réalisé comme suit :

- a) Les composants du disjoncteur seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :

- 1) La tension nominale, le courant nominal et la capacité de coupure du disjoncteur sont adaptés aux besoins opérationnels ;
 - 2) Les pièces du disjoncteur sont en bon état, le mécanisme de fonctionnement agit avec souplesse et l'action de protection est fiable ;
 - 3) Le disjoncteur est révisé et testé conformément aux normes techniques spécifiées. Les enregistrements de ces opérations sont tenus à jour. La situation de contact et les principaux indices de performance technique et électrique sont conformes aux exigences ;
 - 4) Le disjoncteur est en bon état, les indications sur l'équipement sont claires et correctes. La propreté générale de l'équipement est maintenue et la peinture est intacte ;
 - 5) Les pièces en porcelaine passent le test d'isolation et ne présentent pas de défauts tels que des fissures ou des dommages.
 - 6) Les mesures de mise à la terre du corps et du support de l'équipement sont fermes et fiables.
- b) Les composants du disjoncteur seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
- 1) Les paramètres de l'équipement ne répondent pas aux exigences opérationnelles ;
 - 2) Les actions de protection du mécanisme de fonctionnement ne sont pas fiables ;
 - 3) La distance de fuite des traversées dans les zones polluées n'est pas conforme aux spécifications et aucune mesure corrective n'a été prise ;
 - 4) Le corps principal du disjoncteur échoue au test d'isolation ;
 - 5) Le disjoncteur présente de graves défauts et l'indication du niveau d'huile n'est pas claire ;
 - 6) Les pièces en porcelaine présentent des fissures ou des dommages ;
 - 7) Les composants sont sous l'influence de défauts majeurs menaçant la sécurité.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.4.11 Le classement du sectionneur et du fusible haute tension doit être réalisé comme suit :

- a) Les composants du sectionneur et du fusible haute tension seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :
- 1) La tension nominale, le courant nominal et la capacité de coupure des composants sont adaptés aux besoins opérationnels ;

- 2) Les interrupteurs peuvent être actionnés de manière flexible et les actions du dispositif de verrouillage sont correctes et fiables ;
 - 3) Le contact électrique est en bon état et la résistance de contact est conforme aux exigences spécifiées ;
 - 4) Les pièces en porcelaine passent les tests d'isolation et sont exemptes de défauts tels que des fissures ou des dommages ;
 - 5) Les résultats des tests périodiques sont conformes aux normes établies dans les spécifications techniques ;
 - 6) Le fusible haute tension est exempt de corrosion électrique.
- b) Les composants du sectionneur et du fusible haute tension seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
- 1) Les paramètres de l'équipement ne répondent pas aux exigences opérationnelles ;
 - 2) L'équipement présente une grave surchauffe et son fonctionnement sûr ne peut pas être garanti ;
 - 3) Les pièces en porcelaine présentent des fissures ou des dommages ;
 - 4) Les interrupteurs ne peuvent pas être actionnés de manière flexible et ne se ferment pas hermétiquement. Le dispositif de verrouillage est imparfait. Les actions de l'équipement sont peu fiables et celui-ci présente une corrosion sérieuse ;
 - 5) Le fusible haute tension présente une corrosion électrochimique grave.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.4.12 Le classement du transformateur de tension et du transformateur de courant doit être réalisé comme suit :

- a) Les composants des transformateurs de tension et de courant seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :
- 1) Les paramètres des transformateurs répondent aux exigences des conditions techniques d'exploitation ;
 - 2) Les composants, y compris les pièces en porcelaine et la partie isolante du corps, sont intacts et exempts de saleté ou de poussière. Les tests électriques sont conformes aux spécifications techniques ;
 - 3) L'isolation à l'huile est bonne et les résultats des tests sont conformes aux exigences des spécifications ;
 - 4) Le niveau d'huile dans les transformateurs est normal et il n'y a pas de suintement d'huile ni de surchauffe ;

- 5) La propreté générale des composants est maintenue, la peinture sur les composants est intacte et les marquages sont corrects et clairs ;
 - 6) Le câblage des transformateurs est correct et les mesures de mise à la terre de l'enveloppe et du côté secondaire sont fermes et fiables.
- b) Les composants des transformateurs de tension et de courant seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
- 1) Le grade de l'inducteur mutuel et le rapport de transformation ne répondent pas aux exigences opérationnelles ;
 - 2) Les composants n'ont pas été testés périodiquement ou ont échoué aux tests ;
 - 3) Il y a un bruit anormal ou un phénomène de surchauffe à l'intérieur de l'inducteur mutuel ;
 - 4) Les composants présentent des fuites d'huile ou une corrosion sérieuse ;
 - 5) Les composants sont sous l'influence d'autres défauts qui menacent la sécurité opérationnelle.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.4.13 Le classement du condensateur de puissance doit être réalisé comme suit :

- a) Les composants du condensateur de puissance seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :
- 1) Les paramètres indiqués sur la plaque signalétique du condensateur répondent aux exigences opérationnelles ;
 - 2) Les composants sont testés périodiquement comme requis et répondent aux exigences spécifiées dans la documentation technique ;
 - 3) Les pièces en porcelaine sont intactes, propres et exemptes de poussière et de dommages ;
 - 4) L'enveloppe du condensateur est bien scellée et exempte de suintement d'huile, de saleté grasse, de déformation ou de corrosion ;
 - 5) La peinture de l'enveloppe du condensateur est intacte.
- b) Les composants du condensateur de puissance seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
- 1) Les paramètres indiqués sur la plaque signalétique ne répondent pas aux exigences opérationnelles ;
 - 2) Les résultats des tests ne répondent pas aux spécifications techniques ;

- 3) Les installations de protection contre l'incendie, d'anti-explosion et de ventilation du condensateur installé à l'intérieur sont dysfonctionnelles, ce qui pose un risque pour la sécurité opérationnelle du condensateur ;
 - 4) Le condensateur fuit gravement ou le réservoir d'huile est dilaté ;
 - 5) Les composants sont sous l'influence d'autres éléments qui menacent la sécurité de leur fonctionnement.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.4.14 Le classement des différents panneaux et armoires électriques doit être réalisé comme suit :

- a) Les composants des panneaux et des armoires électriques seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :
- 1) Les protections-micro-informatisées, les dispositifs d'automatisation, les relais, les instruments et les dispositifs de signalisation sont correctement installés et sont solides et propres. L'enveloppe est bien scellée et porte le nom de l'entreprise ;
 - 2) Le câblage est approprié et conforme aux normes. Les câbles et les bornes sont correctement numérotés, et la section transversale des conducteurs et des câbles est conforme aux spécifications techniques ;
 - 3) Les connexions des sous-ensembles et des composants sont fiables, et les sous-ensembles et les conducteurs de secours sont électriquement neutres ;
 - 4) L'isolation des sous-ensembles, des composants et des circuits secondaires est conforme aux normes pertinentes, et les enveloppes sont mises à la terre en deux positions ;
 - 5) La connexion du circuit est fiable et le schéma de câblage d'installation reflète fidèlement la configuration réelle ;
 - 6) Les erreurs mesurées lors de l'inspection et des tests des sous-ensembles et des composants sont dans les limites définies par les spécifications techniques ;
 - 7) L'équipement primaire dans le panneau ou l'armoire est en bon état, passe les tests, fonctionne de manière fiable et répond aux exigences opérationnelles ;
 - 8) Lors des tests, les actions de l'ensemble des dispositifs sont correctes et fiables.
- b) Les composants des panneaux et des armoires électriques seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
- 1) Les relais, les dispositifs d'automatisation, les instruments et les dispositifs de signalisation ne sont pas correctement et fermement installés ou leurs marquages ne sont pas clairs ;

- 2) Le câblage est irrégulier, les câbles et les bornes ne sont pas numérotés ou une section transversale du conducteur n'est pas conforme aux spécifications techniques ;
 - 3) L'isolation des sous-ensembles, des composants et des circuits secondaires n'est pas conforme aux normes spécifiées ;
 - 4) Les vis des bornes des sous-ensembles et des composants sont mal fixées ;
 - 5) Lors des tests effectués sur les sous-ensembles et les composants, les résultats obtenus ne sont pas conformes aux exigences définies dans les spécifications techniques ;
 - 6) L'apparence de l'équipement primaire dans le panneau ou dans l'armoire est endommagée, l'équipement n'a pas été testé comme requis ou a échoué aux tests. Les actions de l'équipement ne sont pas fiables et l'équipement ne répond pas aux exigences opérationnelles ;
 - 7) Les actions du groupe complet de divers dispositifs ne sont pas fiables lors des tests.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.4.15 Le classement des dispositifs de protection contre la foudre et de mise à la terre doit être réalisé comme suit :

- a) Les composants de ces dispositifs seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :
- 1) Les installations de protection contre la foudre sont configurées et installées conformément aux spécifications de conception et d'installation. Les composants de protection contre la foudre sont complets et intacts ;
 - 2) L'installation du dispositif de mise à la terre et sa résistance répondent aux exigences des spécification techniques ;
 - 3) Les dispositifs de protection contre la foudre et de mise à la terre sont testés périodiquement, et les résultats de ces tests sont conformes aux normes spécifiées ;
 - 4) Toutes les positions de mise à la terre sont en bon contact et sont fermes et fiables ;
 - 5) Les signes et les marquages sur les dispositifs sont corrects et complets.
- b) Les composants des dispositifs de protection contre la foudre et de mise à la terre seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
- 1) La configuration des installations de protection contre la foudre ne répond pas aux exigences et le dispositif de protection contre la foudre échoue aux tests périodiques ;

- 2) La résistance de mise à la terre n'est pas conforme aux normes requises ;
 - 3) Le fil de mise à la terre n'est pas fiable ou présente d'autres défauts majeurs qui compromettent la sécurité opérationnelle ;
 - 4) Les signes et les marquages sont incorrects et incomplets.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.4.16 Le classement des câbles électriques doit être réalisé comme suit :

- a) Les câbles, leur pose et leurs terminaisons seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :
- 1) Les câbles et leurs terminaisons répondent aux exigences opérationnelles et sont exempts de tout phénomène de surchauffe ;
 - 2) L'installation et l'agencement des câbles sont conformes aux spécifications techniques. Les mesures de protection des câbles qui entrent et sortent du sol, le rayon de courbure des câbles, le processus de filetage, l'agencement des câbles et les différences de hauteur entre eux, ainsi que les mesures de prévention des incendies sont conformes aux exigences spécifiées ;
 - 3) Les résultats des tests périodiques sont conformes aux spécifications ;
 - 4) Les composants des câbles sont exempts de tout dommage mécanique qui pourrait compromettre la sécurité opérationnelle ;
 - 5) Les têtes de câble et les raccords sont bien scellés et ne présentent aucune fuite d'huile évidente. Les traverses en porcelaine sont intactes et ne présentent pas de dommages ;
 - 6) L'itinéraire de pose, les têtes intermédiaires et l'âme des câbles sont clairement et correctement marqués.
- b) Les câbles, leur pose et leurs terminaisons seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
- 1) Les paramètres du câble ne répondent pas aux exigences opérationnelles ;
 - 2) Les têtes de câble et les raccords présentent des signes évidents de suintement d'huile, de dessèchement ou des signes sérieux de surchauffe ;
 - 3) Les composants échouent aux tests ou sont sous l'influence d'autres éléments qui menacent la sécurité opérationnelle.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.4.17 Le classement des câbles de commande doit être réalisé comme suit :

- a) Les câbles de commande, leur pose et leurs terminaisons seront classés dans le grade I si toutes les conditions suivantes sont réunies :
- 1) Les câbles de commande sont conformes aux spécifications de conception ;
 - 2) L'isolation des câbles est bonne et les résultats des tests réalisés répondent aux normes établies dans les spécifications techniques ;
 - 3) Les marquages sur les câbles, indiquant des informations telles que le numéro, le modèle, le nombre de cœurs, la section transversale, la tension et les emplacements, sont corrects et intacts ;
 - 4) Les entrées et les sorties des conduits de câbles sont correctement scellées ;
 - 5) Les fixations et les supports des câbles sont intacts ;
- b) Les câbles de commande, leur pose et leurs terminaisons seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
- 1) Les paramètres techniques des câbles ne répondent pas aux exigences des spécifications ;
 - 2) Les têtes de câbles et les têtes intermédiaires sont dépourvues de marques lisibles et correctes ;
 - 3) Les composants échouent aux tests ou sont sous l'influence d'autres éléments menaçant la sécurité.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.4.18 Le classement du système de communication doit être réalisé comme suit :

- a) Les composants du système de communication seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :
- 1) L'équipement de communication est installé conformément aux spécifications techniques ;
 - 2) La performance de l'équipement de communication répond aux normes établies dans les spécifications techniques et aux exigences du fabricant ;
 - 3) Une alimentation électrique de secours fiable est en place ;
 - 4) La qualité sonore et le volume de l'équipement répondent aux exigences techniques.
- b) Les composants du système de communication seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
- 1) L'installation de l'équipement de communication n'est pas conforme aux spécifications techniques ;

2) La performance de l'équipement n'est pas conforme aux spécifications techniques ou aux exigences du fabricant.

c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.4.19 Le classement du dispositif de redressement et du panneau du système à courant continu doit être réalisé comme suit :

a) Les composants du dispositif de redressement et du panneau du système à courant continu seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :

1) Les caractéristiques du dispositif de redressement sont conformes aux spécifications techniques, et les paramètres du dispositif sont adaptés aux besoins opérationnels. Le dispositif satisfait aux exigences relatives à la protection par relais et aux actions de mise en marche et d'arrêt dans des conditions normales comme en cas de défaut ;

2) Le régulateur de tension et le transformateur stabilisateur de tension fonctionnent sans bruit anormal ni surchauffe ;

3) Les interrupteurs et les composants sont solidement et correctement installés, et les points de connexion sont en bon contact et ne présentent pas de signes de surchauffe ;

4) Les actions des dispositifs de protection, de signalisation et des instruments indicateurs sont fiables et fournissent des indications correctes ;

5) Le câblage est soigné, les composants sont correctement marqués et numérotés, et le schéma de câblage pratique est disponible.

b) Les composants du dispositif de redressement et du panneau du système à courant continu seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :

1) Les caractéristiques du dispositif de redressement ne sont pas adaptées aux besoins opérationnels. Le dispositif ne satisfait pas exigences relatives à la protection par relais et aux actions de mise en marche et d'arrêt, dans des conditions normales ou en cas d'incident ;

2) L'installation des interrupteurs et des composants n'est pas conforme, les points de connexion ne sont pas en bon contact et surchauffent ;

3) Les actions des dispositifs de protection et de signalisation et des instruments d'indication ne sont pas fiables ne sont pas fiables et les indications qu'ils fournissent sont incorrectes ;

4) Le câblage et les marquages ne sont pas conformes aux spécifications techniques pertinentes.

c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.4.20 Le classement des batteries de stockage doit être réalisé comme suit : a) Les composants des batteries de stockage seront classés dans le grade I si toutes les conditions suivantes sont réunies :

- 1) Les batteries neuves atteignent la capacité indiquée sur la plaque signalétique. Les batteries usagées, bien qu'elles ne puissent pas atteindre cette capacité, sont bien entretenues et pourraient satisfaire aux exigences relatives aux actions de mise en marche et d'arrêt ;
 - 2) L'électrolyte dans les batteries passent les tests ;
 - 3) Les plaques polaires ne sont pas pliées ou déformées, la couleur est normale, et le boîtier est intact, non incliné et ne présente pas d'accumulation excessive de sédiments ;
 - 4) La batterie est propre et soignée, avec des marquages corrects et clairs. L'isolation est conforme aux normes spécifiées ;
 - 5) Les raccords de la batterie sont connectés de manière solide et fiable et ne sont pas corrodés ;
 - 6) Les installations de protection contre l'acide et contre la lumière du soleil et les installations de chauffage, de ventilation et de protection contre les explosions sont en bon état.
- b) Les composants des batteries de stockage seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
- 1) La capacité des batteries ne répond pas aux exigences indiquées sur la plaque signalétique ;
 - 2) L'électrolyte ne passe pas le test ;
 - 3) Les plaques polaires sont pliées ou déformées, la couleur change et le boîtier présente une accumulation excessive de sédiments ;
 - 4) Les raccords ne sont pas fiables ou sont gravement corrodés ;
 - 5) Les installations de protection contre l'acide et contre la lumière du soleil et les installations de chauffage, de ventilation et de protection contre les explosions ne sont pas conformes aux exigences spécifiées.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.4.21 Le classement de la ventilation et de l'éclairage doit être réalisé comme suit :

- a) Les composants de la ventilation et de l'éclairage seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :
- 1) L'éclairage intérieur et extérieur et l'éclairage d'urgence sont conformes aux spécifications et sont suffisants pour la bonne conduite des opérations normales et des interventions en cas d'urgence. Le câblage est soigné, et les circuits de retour sont en bon état et facilitent l'exploitation et la maintenance ;

- 2) L'intensité de l'éclairage est conforme aux exigences et ne cause pas d'éblouissement, notamment devant l'écran de la salle de contrôle principale ;
 - 3) La salle de contrôle, la salle des batteries et la salle des condensateurs sont équipées d'installations de ventilation efficaces. La température dans la salle de contrôle générale ne dépasse pas 35 °C et celle dans les salles des batteries et des condensateurs ne dépasse pas 40 °C.
- b) Les composants de la ventilation et de l'éclairage seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
- 1) L'éclairage intérieur et extérieur est insuffisant pour la bonne conduite des opérations normales et des interventions d'urgence ;
 - 2) Le système de ventilation de la salle de contrôle, de la salle des batteries de stockage et de la salle des condensateurs présente de graves défauts ;
 - 3) Les installations d'éclairage sont très insuffisantes, les lignes sont gravement endommagées ou d'autres défauts majeurs menacent la sécurité.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.4.22 Le classement du jeu de barres et du bâti doit être réalisé comme suit :

- a) Les composants du jeu de barres et du bâti seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :
- 1) La stabilité thermique et la stabilité dynamique du jeu de barres sont conformes aux exigences, et les connexions ne sont pas surchauffées ;
 - 2) Les paramètres techniques du jeu de barres répondent aux besoins opérationnels ;
 - 3) Les composants sont intacts, les pièces en porcelaine ne sont pas endommagées et ne présentent pas de traces de décharge, et le bâti est correctement mis à la terre ;
 - 4) Le bâti est intact et ne présente aucun signe de basculement, d'affaissement de fondation, de corrosion des parties en fer, d'exposition des barres d'armature ou de fissures ;
 - 5) Les marquages sont complets et corrects.
- b) Les composants du jeu de barres et du bâti seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
- 1) La stabilité thermique et la stabilité dynamique du jeu de barres sont faibles, et les connexions sont surchauffées ;

- 2) Le bâti est fortement incliné et présente des problèmes graves d'affaissement de fondation, de corrosion, d'exposition des barres d'armature et de fissures ;
 - 3) Les composants sont sous l'influence d'autres défauts menaçant la sécurité.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.5 Normes de classement des bâtiments et des structures hydromécaniques

A.5.1 Le classement du barrage en remblai de terre et de roche doit être réalisé comme suit :

- a) Les composants du barrage en remblai de terre et de roche seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :
 - 1) Les composants assurent le fonctionnement sûr du barrage dans les conditions normales prévues par la conception ;
 - 2) Le barrage est exempt de fissures, d'infiltrations, de puits d'effondrement et de soulèvements. Le revêtement sur la crête du barrage est plat et l'élévation est conforme aux exigences de conception ;
 - 3) Les pentes du barrage sont intactes, sans maçonnerie lâche, effondrements, pertes de couchage, cavités ou dommages au gazon ;
 - 4) Le barrage est exempt de terriers d'insectes nuisibles et d'animaux dangereux ;
 - 5) Les jonctions entre le barrage et les deux rives, ainsi que la base aval du barrage et la sortie de la conduite encastrée sous le barrage sont exemptes de fuites anormales ;
 - 6) Toutes les parties du barrage sont exemptes de mauvaises herbes épaisses, de débris, de déchets et de matériaux divers ou d'autres phénomènes inesthétiques.
- b) Les composants du barrage en remblai de terre et de roche seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
 - 1) Les composants du barrage ne répondent pas aux normes de conception et certaines pièces présentent des défauts qui compromettent la sécurité et la production normale d'électricité ;
 - 2) Le barrage présente des dommages graves tels que des pentes et des maçonneries lâches, des effondrements, des pertes de couchage ou des cavités ;
 - 3) La présence d'insectes nuisibles et de terriers d'animaux dangereux sur le barrage pose un risque pour la sécurité du barrage ;

- 4) D'importants suintements dans le barrage menacent sa sécurité ;
 - 5) Des dommages sérieux aux pentes en gazon et en enrochement, tels que l'érosion ou le déplacement de matériaux, peuvent causer des dommages supplémentaires au barrage par érosion ;
 - 6) Les composants sont sous l'influence d'autres éléments menaçant la sécurité du barrage.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.5.2 Le classement des structures en béton et en maçonnerie (telles que le barrage en béton et le puits de compensation) doit être réalisé comme suit :

- a) Les composants de ces structures seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :
- 1) La structure, la forme, la résistance et la fondation des structures sont conformes aux exigences de conception ;
 - 2) Les joints de dilatation réservés sur le barrage à vannes ne sont pas obstrués ou encombrés par des matériaux divers et les matériaux de remplissage ne montrent pas de pertes ;
 - 3) La surface du barrage à vanne est exempte d'abrasion, d'affouillement, d'altération, de dénudation ou de fissures ;
 - 4) La fondation, les joints de dilatation et le corps de la structure sont exempts de fuites graves ou d'infiltrations par dérivation ;
 - 5) Les orifices de drainage sur le corps de la structure ainsi que les fossés de drainage adjacents, les tuyaux de drainage et les puits de collecte d'eau ne sont pas obstrués ;
 - 6) Le bassin d'amortissement garantit l'intégrité et le bon fonctionnement des installations de débordement et de drainage et de la vanne de chasse ;
 - 7) La cheminée (tour) d'équilibre répond aux exigences de conception, sa structure est sûre et fiable et satisfait aux exigences de stabilité du flux d'eau et d'atténuation des coups de bélier lors de changements soudains de charge. Elle doit être vérifiée si elle est dotée d'un couvercle supérieur.
- b) Les composants des structures en béton et en maçonnerie seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
- 1) Les structures ne satisfont pas aux normes de conception et certaines parties présentent de graves défauts ;
 - 2) Les joints de dilatation réservés sur le barrage à vanne sont obstrués par des matériaux divers et le matériau de remplissage montre des pertes ;

- 3) La surface du barrage à vanne présentent de sérieux dommages tels que l'abrasion, l'érosion, l'altération, la dénudation ou la fissuration ;
 - 4) Les orifices de drainage sur le corps de la structure ainsi que les fossés de drainage adjacents, les tuyaux de drainage et les puits de collecte d'eau sont obstrués ;
 - 5) La fondation de la structure présente d'importantes infiltrations d'eau ;
 - 6) Le revêtement des parois de la cheminée (tour) d'équilibre est mal appliqué, le coulis de consolidation est de mauvaise qualité et des phénomènes sérieux de fissuration et de fuite sont observés ;
 - 7) Les installations de débordement et de drainage ainsi que la vanne de chasse présentent de graves défauts ;
 - 8) Les composants sont sous l'influence d'éléments menaçant la sécurité des bâtiments.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.5.3 Le classement du tunnel de transport d'eau (ou aqueduc) doit être réalisé comme suit :

- a) Les composants du tunnel de transport d'eau seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :
 - 1) L'entrée du tunnel n'est pas endommagée par l'érosion, la cavitation ou des dommages causés par le gel et le dégel ;
 - 2) Le tunnel est exempt de tout dommage causé par une surpression, une dépression ou des coups de bélier ;
 - 3) Les bouchons du tunnel, des sous-tunnels inutilisés et des tuyaux d'injection de coulis sont exempts de fuites d'eau ;
 - 4) Le corps du tunnel est exempt d'infiltrations ;
 - 5) Il est interdit de placer des charges ou de construire des structures sur le dessus des conduites d'aqueduc ou des tunnels non pressurisés, lorsque l'épaisseur de la couche rocheuse au-dessus de ces derniers est inférieure à trois fois le diamètre du tunnel ;
 - 6) La perte de charge à l'entrée du tunnel de transport d'eau et la perte de charge par friction restent dans les limites établies lors de la conception.
- b) Les composants du tunnel de transport d'eau seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
 - 1) L'entrée du tunnel de transport d'eau (aqueduc) présente de graves défauts ;

- 2) Des surpressions, des pressions négatives ou des coups de bélier ont causé des dommages ;
 - 3) Le corps du tunnel et d'autres positions présentent de graves infiltrations ;
 - 4) La perte de charge à l'entrée du tunnel de transport d'eau ou la perte de charge par friction dépasse les valeurs admissibles.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.5.4 Le classement de la conduite forcée en acier doit être réalisé comme suit :

- a) Les composants de la conduite forcée en acier seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :
- 1) Les plaques d'acier et les soudures sont exemptes de fissures ou d'infiltrations d'eau ;
 - 2) Les trous de rivets en acier et les joints rivetés ne présentent aucune fuite et les têtes de rivets ne sont pas endommagées ;
 - 3) Les contreforts en béton et les blocs d'ancrage sont exemptes de fissures et de phénomènes de relâchement ;
 - 4) Aucun obstacle n'entrave le mouvement de l'anneau de roulement entre l'anneau de roulement et les blocs de béton des contreforts ;
 - 5) L'étanchéité du bouclier de support roulant ou de manivelle est en bon état ;
 - 6) Les joints de dilatation sont exemptes de fuites d'eau ;
 - 7) Les revêtements protecteurs sur les parois internes et externes de la conduite sont intacts et exemptes de corrosion évidente.
- b) Les composants de la conduite forcée en acier seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
- 1) Les plaques d'acier et les soudures présentent des fissures et des infiltrations d'eau ;
 - 2) Les trous de rivets et les joints rivetés présentent des fuites importantes et les têtes de rivets sont endommagées ;
 - 3) Les contreforts en béton et les blocs d'ancrage présentent des fissures ;
 - 4) Le mouvement entre l'anneau de roulement et le bloc de béton du contrefort est anormal ;
 - 5) L'étanchéité du bouclier de support roulant ou de manivelle est gravement défectueuse ;

- 6) Les joints de dilatation présentent d'importantes infiltrations ;
 - 7) Les composants sont sous l'influence d'autres éléments menaçant la sécurité.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.5.5 Le classement de la conduite forcée en béton armé doit être réalisé comme suit :

- a) Les composants de la conduite forcée en béton armé seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :
 - 1) La conduite forcée en béton armé est exempte de fissures ou d'infiltrations ;
 - 2) Les joints cloche et d'emboîtement de la conduite forcée sont intacts et exempts de fissures et d'infiltrations ;
 - 3) Le béton armé de la conduite forcée ne présente pas de barres d'armature exposées ou de dénudation ;
 - 4) Les contreforts en béton et les blocs d'ancrage sont exempts de fissures, d'affaissements ou de déformations.
- b) Les composants de la conduite forcée en béton armé seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
 - 1) La conduite forcée en béton armé présente des fissures et des fuites importantes ;
 - 2) Les joint cloche et d'emboîtement de la conduite forcée sont endommagés et présentent des fissures et des fuites importantes ;
 - 3) La conduite forcée présente des armatures exposées et une dénudation grave ;
 - 4) Les contreforts en béton et les blocs d'ancrage présentent des fissures, des affaissements ou des déformations importantes.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.5.6 Le classement des structures de décharge des crues et d'évacuation des sables doit être réalisé comme suit :

- a) Les composants des structures de décharge des crues et d'évacuation des sables seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :
 - 1) La fondation est de bonne qualité, la structure est stable et les installations de drainage, d'étanchéité et d'arrêt d'eau fonctionnent normalement ;
 - 2) Le revêtement et les surfaces de débordement sont lisses, planes et résistantes à l'érosion ;
 - 3) Les installations de décharge des crues et de dissipation d'énergie sont fiables et ne présentent aucun risque potentiel pour la sécurité de la fondation du barrage, d'autres structures et des zones en aval ;

- 4) Les montagnes aux entrées et aux sorties des structures sont stables et ne présentent pas de risque de glissement de terrain ou d'effondrement qui pourrait menacer la sécurité ;
 - 5) Les installations d'observation externes permettant de surveiller le fonctionnement sûr des structures sont équipées, performantes et fiables.
- b) Les composants des structures de décharge des crues et d'évacuation des sables seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
- 1) La qualité de la fondation est médiocre, ce qui peut nuire gravement à la sécurité opérationnelle ;
 - 2) Le revêtement et les surfaces de débordement des structures ne satisfont pas aux exigences de résistance à l'érosion, à l'usure et au gel et aux exigences d'étanchéité ;
 - 3) Un déséquilibre sérieux dans la décharge des crues et la dissipation d'énergie pourrait compromettre la sécurité des structures et des zones en aval ;
 - 4) Des montagnes instables sur les deux rives créent des risques de glissement de terrain et d'effondrement aux entrées et aux sorties des structures, ce qui menace la sécurité des structures ;
 - 5) Les composants sont sous l'influence d'autres éléments qui menacent la sécurité.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.5.7 Le classement de la structure de la centrale doit être réalisé comme suit :

- a) Les composants de la structure de la centrale seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :
- 1) La fondation est de bonne qualité et la déformation est conforme aux normes de conception. Les installations d'étanchéité et de drainage fonctionnent normalement ;
 - 2) La structure de la centrale est stable et ne présente pas de fissures, de déformations ou d'infiltrations d'eau évidentes ;
 - 3) Les installations de lutte contre les inondations, de lutte contre l'incendie, de ventilation et d'éclairage sont conformes aux normes de conception et fonctionnent normalement.
 - 4) Les données d'observation sur le fonctionnement sûr de la centrale sont disponibles, et les installations d'observation sont performantes, reflètent fidèlement les pratiques d'ingénierie et satisfont aux exigences ;

- 5) Les fondations des équipements sont intactes, et les barrières fixes intérieures et extérieures sont en parfait état et sont assorties de marquages complets.
- b) Les composants de la structure de la centrale seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
- 1) Des défauts compromettent la sécurité de la fondation et de la structure de la centrale ;
 - 2) Les installations de lutte contre les inondations, de drainage, d'étanchéité, d'arrêt d'eau, de ventilation, de lutte contre les incendies et d'éclairage sont très imparfaites ;
 - 3) Les portes et les fenêtres de la centrale présentent des fuites d'eau ou des dommages graves ;
 - 4) Les composants sont sous l'influence d'autres éléments qui menacent la sécurité opérationnelle.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.5.8 Le classement du canal de dérivation et du canal de fuite doit être réalisé comme suit :

- a) Le canal de dérivation et le canal de fuite seront classés dans le grade I si toutes les conditions suivantes sont réunies :
- 1) Le canal de dérivation et le canal de fuite sont de bonne qualité et satisfont aux exigences d'étanchéité et de résistance au gel, à l'érosion et à la corrosion, ainsi qu'aux exigences relatives à la lutte contre les inondations ;
 - 2) Le canal de dérivation et le canal de fuite sont exempts d'érosion, le niveau de l'eau de queue atteint la valeur de conception ou s'en approche, et l'eau s'écoule librement ;
 - 3) Le revêtement du canal de dérivation et du canal de fuite est de bonne qualité et la pente est stable ;
 - 4) Les canaux ne sont pas obstrués par des matériaux divers ou des mauvaises herbes.
- b) Le canal de dérivation et le canal de fuite seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est réunie :
- 1) Le canal de dérivation et le canal de fuite sont de mauvaise qualité, et présentent de graves problèmes d'érosion et de sédimentation ;
 - 2) La pente des canaux est effondrée, ce qui perturbe l'écoulement de l'eau ;
 - 3) Le niveau d'eau dans le canal de dérivation et dans le canal de fuite ne répond pas aux exigences de conception, et les canaux présentent de graves problèmes de retenue et de blocage de l'eau.

- c) Le canal de dérivation et le canal de fuite seront classés dans le grade II s'ils ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III.

A.5.9 Le classement des vannes, des treuils, des grilles de débris et des équipements de nettoyage doit être réalisé comme suit :

- a) Les composants des vannes, des treuils, des grilles de débris et des équipements de nettoyage seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :
- 1) Les vannes et les treuils sont sûrs, fiables et s'ouvrent et se ferment de manière flexible. Leur course satisfait aux exigences spécifiées ;
 - 2) Les vannes et les équipements de levage sont exempts de déformation, de piégeage d'eau et de fuites d'huile ;
 - 3) Les grilles de débris et les équipements de nettoyage fonctionnent de manière fiable et les grilles de débris ne sont pas obstruées ;
 - 4) Le revêtement protecteur des vannes, des équipements de levage et des grilles de débris est intact et ne s'écaille pas. Les pièces de l'équipement ne présentent pas de corrosion.
- b) Les composants des vannes, des treuils, des grilles de débris et des équipements de nettoyage seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
- 1) Les vannes et les treuils, ainsi que les grilles de débris et les équipements de nettoyage sont sérieusement déformés ou corrodés ou présentent d'autres défauts majeurs ;
 - 2) Les grilles de débris sont gravement obstruées ;
 - 3) La course des treuils ne satisfait pas aux exigences de conception ;
 - 4) Les vannes présentent des fuites graves après leur fermeture.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.5.10 Le classement des appareils de levage doit être réalisé comme suit :

- a) Les composants des appareils de levage seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :
- 1) Le cadre et la colonne de levage sont exempts de fissures et de déformations ;
 - 2) L'alimentation électrique (alimentation de secours comprise) et la machinerie sont en bon état de fonctionnement et sont prêtes à démarrer à tout moment ;
 - 3) Les installations et les instruments de sécurité sont en parfait état ;

- 4) Les pièces rotatives des machines sont bien lubrifiées, en particulier dans les parties à grandes vitesses comme les boîtes d'engrenages ;
 - 5) L'équipement de traction fonctionne correctement, les câbles en acier sont exempts de corrosion ou de torons cassés, et le crochet de levage n'est ni plié ni fissuré ;
 - 6) Les butoirs, les arrêts et les interrupteurs de fin de course sont fiables, permettant au cadre de levage de se déplacer avec précision jusqu'à la position de levage souhaitée.
- b) Les composants des appareils de levage seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
- 1) Le cadre et la colonne de levage présentent des fissures ou des déformations graves ;
 - 2) L'alimentation électrique n'est pas fiable et ne démarre pas selon les besoins ;
 - 3) Les installations de protection sont inadéquates ;
 - 4) Les pièces rotatives des machines ne sont pas suffisamment lubrifiées et leur rotation manque de souplesse ;
 - 5) La corrosion ou la rupture des câbles en acier, ou les dommages au crochet de levage, menacent directement la sécurité des opérations de levage ;
 - 6) Les composants sont sous l'influence d'autres éléments qui menacent la sécurité opérationnelle.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.

A.5.11 Le classement des autres bâtiments (structures) et des chemins de câbles doit être réalisé comme suit :

- a) Les composants des autres bâtiments (structures) et des chemins de câbles seront classés dans le grade I, si toutes les conditions suivantes sont réunies :
- 1) Les autres bâtiments et structures sont stables, et satisfont aux exigences relatives à la résistance, à la déformation, à la prévention sismique, à la lutte contre les inondations, au drainage et à la lutte contre les incendies ;
 - 2) L'accès à ces bâtiments et structures est adapté aux besoins d'exploitation, de maintenance et de révision ;
 - 3) La structure est intacte et ne présente aucun signe d'affaissement ou d'inclinaison, et les composants en fer ne sont pas corrodés ;
 - 4) Les chemins de câbles sont en bon état et propres, avec des couvercles bien en place et en bon état, et les voies de drainage sont dégagées. Les points où les chemins de câbles, les voies de drainage et les routes pour les véhicules se croisent sont renforcés ;

- 5) Le sol, à l'intérieur comme à l'extérieur, est plat et l'écoulement de l'eau n'est pas entravé ;
 - 6) Les clôtures, les portails et les barrières fixes, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, sont en bon état ;
 - 7) Les installations et les équipements de lutte contre les incendie sont en parfait état et fiables. Des exercices de sécurité et des formations du personnel sont régulièrement organisés.
 - 8) Un système de drainage d'urgence de l'huile a été mis en place.
- b) Les composants des autres bâtiments (structures) et des chemins de câbles seront classés dans le grade III si au moins l'une ou l'autre des conditions suivantes est remplie :
- 1) Les bâtiments ou structures présentent de graves défauts structurels qui menacent la sécurité de l'équipement et du personnel ;
 - 2) L'accès aux bâtiments et aux structures est trop étroit, ce qui pourrait entraver le bon déroulement des opérations courantes, de la maintenance et des réparations ;
 - 3) L'affaissement, l'inclinaison ou des dommages sérieux à la structure, ainsi que la corrosion importante des éléments en fer, compromettent l'intégrité structurelle ;
 - 4) Les couvercles des chemins de câbles et les systèmes de drainage sont endommagés ou effondrés, ce qui pose un risque pour la sécurité des personnes ;
 - 5) Le sol à l'intérieur et à l'extérieur est inégal et présente de nombreuses accumulations d'eau piégée ;
 - 6) Les clôtures ou les barrières sont inclinées ou endommagées, et les portails et les barrières fixes à l'intérieur comme à l'extérieur présentent des dommages importants ;
 - 7) Les composants sont sous l'influence d'autres éléments qui menacent la sécurité opérationnelle.
- c) Les composants qui ne répondent pas aux critères du grade I ou du grade III seront classés dans le grade II.
-