



UNITED NATIONS  
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION



Directives techniques pour le  
développement de la petite hydroélectricité  
**UNITÉS**

## **Partie 5 : Vannes principales**

**SHP/TG 003-5: 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 de 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

**UNITÉS**

## **Partie 5 : Vannes principales**

**SHP/TG 003-5: 2019**

## REMERCIEMENTS

Les directives techniques sont le fruit d'une collaboration entre l'Organisation des Nations unies pour le développement industriel (ONUDI) et le Centre International sur la Petite Hydraulique (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 et en particulier celles des organisations internationales suivantes :

- Le 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. Bassey Edet Nkposong, M. Bernardo Calzadilla-Sarmiento, Mme. Arun Kumar, M. Atul Sarthak, M. Bassey 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. Dharsan Unnithan, M. Kipyego Cheluget, M. Kolade Esan, M. Lamysr 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 .....	II
Introduction.....	I
1 Portée .....	1
2 Références normatives .....	1
3 Termes et définitions.....	1
4 Exigences techniques .....	2
4.1 Exigences générales.....	2
4.2 Exigences structurelles.....	3
4.3 Exigences relatives aux matériaux.....	5
4.4 Les exigences relatives au soudage et aux tests non destructifs sont les suivantes : .....	5
4.5 Série de pressions nominales.....	6
5 Portée de la commande d'équipements et de pièces de rechange.....	6
6 Documents techniques.....	6
7 Essais .....	6
7.1 Essais de livraison .....	7
7.2 Essais sur site.....	8
8 Acceptation et garantie .....	8
8.1 Inspection et acceptation.....	8
8.2 Assurance qualité et garantie du fabricant.....	9
9 Plaque signalétique, emballage, transport et stockage .....	9
9.1 Plaque signalétique.....	9
9.2 Emballage.....	9
9.3 Transport.....	10
9.4 Stockage .....	10
10 Installation et soudage.....	10
11 Fonctionnement et maintenance .....	13
Annexe A (Normative) .....	15
Pièces de rechange pour les vannes principales .....	15

## 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 petites centrales hydroélectriques, qui s'appuie sur la participation volontaire des points focaux régionaux, sous-régionaux et nationaux, des institutions concernées, des services publics et des entreprises, et dont le principal objectif est l'intérêt 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 ces rapports, en l'état actuel, le développement de petites centrales hydroélectriques ne permet pas de répondre à la demande de petite hydroélectricité 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 rédigés conformément aux règles éditoriales de la deuxième partie des Directives ISO/IEC, (voir [www.iso.org/directives](http://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 l'absence de bonnes pratiques et de normes de développement de petites centrales hydroélectriques acceptées 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 d'orientation 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

## Usines-Unités

### Partie 5 : Vannes principales

#### 1 Portée

Cette partie des directives relatives aux unités précise les exigences techniques générales ainsi que les exigences de base relatives aux équipements et aux pièces de rechange devant être fournis, aux documents techniques, à l'inspection, aux essais, à l'emballage, au transport, au stockage, à l'installation, à la mise en service, et à l'exploitation et l'entretien des vannes principales des turbines d'une petite centrale hydroélectrique.

Le contenu de cette partie s'applique aux vannes principales des turbines de petite centrale hydroélectrique de type papillon, sphérique et à guillotine.

#### 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.

ISO 780:2015, *Emballages de distribution- Symboles graphiques pour la manutention et le stockage des emballages*

IEC/TR 61364, *Nomenclature concernant les machines hydrauliques équipant les centrales hydroélectriques*

AWS D1.1/D1.1M : 2008, *Structural Welding Code - Steel (Code pour la construction par soudage - Acier)*

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 les documents IEC TR 61364 et SHP/TG 001 s'appliquent.

##### 3.1

##### **Diamètre nominal de la vanne principale**

Il s'agit de la mesure du diamètre interne à l'endroit où la vanne principale se connecte aux brides d'amenée et d'évacuation. Si les diamètres internes de ces connexions sont différents, on se réfère au diamètre le plus petit, exprimé en millimètres (mm).



### 3.2

#### **Pression hydrostatique maximale**

La pression hydraulique désigne la pression créée par la colonne d'eau située entre la ligne centrale horizontale de la vanne principale et le niveau d'eau amont maximal lorsque la vanne principale est fermée. Cette pression est exprimée en mégapascals (MPa).

### 3.3

#### **Pression transitoire maximale**

La pression maximale générée est la pression la plus élevée qui se produit du côté amont de la vanne principale, sur la ligne centrale horizontale, lors du processus de fermeture soudaine de la vanne, également exprimée en MPa.

### 3.4

#### **Pression de conception**

La pression de résistance des composants est celle pour laquelle les composants de passage de flux de la vanne principale sont conçus pour résister (du point de vue de la résistance mécanique). Elle ne doit pas être inférieure à la pression transitoire maximale et est exprimée en MPa.

### 3.5

#### **Pression nominale**

L'indication numérique de la pression est un chiffre qui représente la pression à des fins de conception, de fabrication et d'utilisation de la vanne principale et de ses accessoires. Cette pression est une valeur sérialisée selon la norme nationale et est également mesurée en MPa.

## **4 Exigences techniques**

### **4.1 Exigences générales**

**4.1.1** Lors de la sélection de la vanne principale, il faut s'assurer que sa pression nominale est supérieure à la pression de conception.

**4.1.2** La vanne principale doit être conçue, fabriquée, inspectée et testée conformément aux besoins spécifiques de la turbine hydraulique et aux caractéristiques de construction mécanique.

**4.1.3** En cas d'arrêt d'urgence de l'unité, la vanne principale doit pouvoir se fermer de manière fiable.

**4.1.4** La vanne principale doit être capable de se fermer dans des conditions d'écoulement normal de l'eau sans provoquer de vibrations nuisibles, et ce, dans toutes les conditions opérationnelles de l'unité.

**4.1.5** La vanne principale doit pouvoir s'ouvrir normalement même lorsque la différence de pression entre ses deux côtés est inférieure ou égale à 30 % de la pression hydrostatique maximale.

**4.1.6** Le disque ou le rotor de la vanne principale doit avoir uniquement deux positions possibles : entièrement ouverte ou entièrement fermée. La vanne n'est pas conçue pour être utilisée dans une position partiellement ouverte pour réguler le débit.

**4.1.7** L'alimentation électrique utilisée pour faire fonctionner la vanne principale doit être fiable. En cas d'urgence, comme une panne de courant, il doit être possible de fermer la vanne manuellement.

**4.1.8** La vanne principale doit avoir des propriétés antiseptiques. Les surfaces en acier de la vanne (à l'exception de l'acier inoxydable) doivent être revêtues d'une résine époxy non toxique, appliquée par pulvérisation électrostatique ou par peinture. Avant l'application de ce revêtement, la surface en acier doit être décapée au jet pour enlever la rouille ou le sable, jusqu'à atteindre un niveau de qualité Sa2.5. L'épaisseur du revêtement époxy doit être d'au moins 0,3 mm.

## **4.2 Exigences structurelles**

**4.2.1** La vanne principale doit être équipée d'une vanne de dérivation ou d'une structure similaire pour permettre son ouverture dans des conditions de flux d'eau. Si un tuyau de dérivation traverse un accouplement d'expansion de la conduite forcée, cet accouplement doit également être installé sur le tuyau de dérivation. Le diamètre nominal de la vanne de dérivation doit représenter au moins 10 % de celui de la vanne principale.

**4.2.2** La ligne de moule du disque de la vanne papillon doit être conçue de manière à éviter les vibrations causées par le vortex de Karman. Le coefficient de résistance de la vanne papillon doit être inférieur à 0,15 lorsqu'elle est complètement ouverte.

**4.2.3** La vanne principale doit être entièrement assemblée dans l'usine du fabricant. Après cet assemblage final et son installation dans la centrale hydroélectrique, la vanne doit fonctionner sans à-coups ni difficultés, et ses positions complètement ouverte et complètement fermée doivent être précises.

**4.2.4** La conception de la vanne principale doit permettre le remplacement des pièces suivantes, sans nécessiter de démonter complètement la vanne :

- a) Garnitures de presse-étoupe de la vanne papillon et joint périphérique du disque de la vanne ;
- b) Garnitures de presse-étoupe et joint de fonctionnement de la vanne sphérique, si une telle vanne est utilisée.

**4.2.5** La vanne à guillotine utilisée comme vanne principale de turbine doit être de taille complète et répondre aux exigences suivantes :

- a) Le disque de la vanne ne doit pas se coincer et l'arbre de la vanne ne doit pas se séparer ;

- b) Les matériaux des joints du corps et du disque de la vanne doivent présenter une différence de dureté pour éviter le serrage ;
- c) La hauteur de levage du disque de la vanne doit être d'au moins 1,1 fois le diamètre de la vanne à guillotine lorsqu'elle est ouverte ;
- d) La surface d'étanchéité du disque de la vanne doit avoir une marge suffisante et son centre doit être plus élevé que celui du corps de la vanne. Cela permet une coïncidence complète des surfaces d'étanchéité même après usure ;
- e) La vanne à guillotine doit être équipée de limiteurs mécaniques ajustables pour l'ouverture et la fermeture, ainsi que d'un indicateur d'ouverture, afin d'empêcher le disque de la vanne de heurter directement le corps de la vanne.

**4.2.6** Les vannes principales doivent être équipées d'accouplements d'expansion qui facilitent le retrait et l'installation des vannes. Une fois installés dans la centrale hydroélectrique, ces accouplements d'expansion doivent être étanches.

**4.2.7** La vanne principale peut être actionnée manuellement, électriquement ou hydrauliquement. Dans les centrales hydroélectriques nécessitant un haut niveau d'automatisation, les modes d'opération électrique ou hydraulique sont privilégiés.

**4.2.8** La vanne principale doit être équipée des dispositifs de signalisation suivants :

- a) Signaux indiquant lorsque le disque de la vanne est complètement ouvert ou fermé ;
- b) Signal de position de l'arbre de verrouillage, indiquant si la vanne principale est verrouillée ou déverrouillée ;
- c) Signaux pour la position complètement ouverte et fermée de la vanne de dérivation ;
- d) Signaux des pressions en amont et en aval du disque de la vanne, ainsi que de la différence de pression ;
- e) Signaux indiquant une pression d'huile basse ou trop basse dans le système hydraulique de la vanne principale ;
- f) Dispositifs de signalisation pour le joint de révision, indiquant quand il est engagé ou désengagé, ce qui est nécessaire pour la maintenance de l'étanchéité.

**4.2.9** Le dispositif électrique de la vanne principale doit être conforme aux normes de conception et de fonctionnement des machines électriques.

**4.2.10** La vanne principale actionnée hydrauliquement doit utiliser un système d'équilibrage tel qu'un contrepoids, un accumulateur air-huile à haute pression ou un dispositif de commande hydraulique équipé d'un accumulateur rempli d'azote.

**4.2.11** Les vannes actionnées manuellement doivent avoir des marquages clairs, avec une flèche indiquant la direction d'ouverture et de fermeture.

**4.2.12** Une soupape de purge d'air doit être installée du côté aval de la vanne principale. Son diamètre nominal doit représenter 5 à 10 % de celui de la vanne principale. Cette soupape doit automatiquement évacuer l'air piégé dans la volute ou le distributeur lors du remplissage avec de l'eau, et elle ne doit pas permettre de fuite d'eau lorsque l'unité est en fonctionnement.

### **4.3 Exigences relatives aux matériaux**

**4.3.1** Le choix du matériau de la vanne principale doit être basé sur les conditions de service et les exigences détaillées dans le contrat de commande.

**4.3.2** Le corps de la vanne et le disque de la vanne papillon ou le rotor de la vanne sphérique peuvent être fabriqués par forgeage solide, moulage ou soudage. Le corps de la vanne guillotine doit être en acier moulé. Les arbres et les axes de la vanne doivent être en acier inoxydable. Les bagues doivent être en laiton d'aluminium moulé ou en bronze d'aluminium moulé.

**4.3.3** Lorsque les tuyaux d'acier qui se connectent à la vanne principale sont soudés aux conduites forcées amont et aval, ils doivent être fabriqués à partir de matériaux ayant des propriétés similaires.

**4.3.4** Des mesures anticorrosion doivent être prises pour protéger les parties de la vanne principales où l'arbre de la vanne entre en contact avec les paliers et les joints de presse-étoupe. Cela peut inclure l'utilisation d'acier inoxydable ou de matériaux composites ayant une fonction autolubrifiante.

**4.3.5** Les joints d'étanchéité de la vanne principale doivent être fabriqués à partir de matériaux résistants à la corrosion, à la cavitation et à l'érosion par le sable. Dans le cas des vannes sphériques dotées d'une structure d'étanchéité double, l'anneau d'étanchéité mobile et la partie coulissante correspondante doivent être en acier inoxydable. Les joints en contact avec les huiles doivent être résistants à l'huile.

**4.3.6** Le disque de la vanne papillon peut être équipé soit d'un joint dur métallique, soit d'un joint souple non métallique. Pour les joints mobiles de la vanne sphérique, qu'il s'agisse du joint de fonctionnement ou du joint de révision, l'acier inoxydable est recommandé. De plus, les paires de joints doivent être étroitement ajustées.

### **4.4 Les exigences relatives au soudage et aux tests non destructifs sont les suivantes :**

**4.4.1** Les méthodes et procédures de soudage et les qualifications des soudeurs pour les parties de la vanne principale doivent être conformes aux normes AWS D1.1/D1.1M de l'American Welding Society.

**4.4.2** Avant l'usinage final, tous les composants de la vanne principale qui sont coulés, forgés ou fabriqués doivent subir un traitement de relâchement des contraintes.

**4.4.3** Les soudures sur la vanne principale doivent être inspectées à l'aide de tests non destructifs réalisés conformément aux spécifications techniques et aux plans de conception.

#### **4.5 Série de pressions nominales**

La pression nominale de la vanne principale doit être choisie parmi la série de valeurs suivantes, exprimées en MPa : 0,6, 1,0, 1,6, 2,5, 4,0, 6,4, 10,0 et 16,0.

### **5 Portée de la commande d'équipements et de pièces de rechange**

**5.1** Les équipements et les pièces de rechange à fournir doivent être clairement définis et convenus entre le fournisseur et l'utilisateur dans le document contractuel. Voir l'annexe A pour la liste des pièces de rechange à fournir.

**5.2** L'équipement de la vanne principale doit comprendre les éléments suivants :

- a) Le corps de la vanne principale, le mécanisme de fonctionnement, l'accouplement d'expansion, les tuyaux d'union avant et arrière, la vanne de dérivation et sa canalisation, la soupape d'air, la soupape de vidange, les autres canalisations et les anneaux d'étanchéité ;
- b) Un dispositif de pression d'huile ou un mécanisme de fonctionnement électro-manuel et une armoire de commande électrique ;
- c) Les composants automatiques et les instruments nécessaires au bon fonctionnement de la vanne ;
- d) Les outils conçus pour le démontage, l'installation et la maintenance de la vanne ;
- e) Les pièces de rechange des pièces qui s'usent rapidement et les autres pièces pouvant être spécifiées dans le contrat entre le fournisseur et l'utilisateur.

### **6 Documents techniques**

Le fournisseur doit fournir à l'utilisateur les documents techniques suivants :

- a) Certificat de conformité et rapport d'inspection de la qualité ;
- b) Manuels d'installation, d'exploitation et de maintenance sur site ou instructions d'utilisation ;
- c) Plan d'installation, diagramme de contrainte de la fondation, vues d'ensemble et schémas détaillant la conception et la configuration de la vanne et de ses composants, y compris les systèmes hydrauliques et électriques, schéma illustrant le fonctionnement automatique de la vanne et dessin des composants principaux de la vanne ;
- d) Liste des articles livrés.

## 7 Essais

### 7.1 Essais de livraison

#### 7.1.1 Exigences relatives au test hydrostatique de résistance :

- a) Le corps de la vanne et les tuyaux de connexion amont et aval doivent être soumis à un test hydrostatique de résistance. La pression d'essai doit être au minimum 1,5 fois supérieure à la pression nominale de la vanne principale et le test doit durer 30 minutes. Après cet essai, le corps de la vanne et les tuyaux doivent être exempts de toute déformation permanente nuisible et de toute fuite ;
- b) Le disque de la vanne doit également être soumis à un test hydrostatique de résistance. La pression d'essai doit être au minimum 1,2 fois la pression nominale de la soupape principale et le test doit durer 30 minutes. Après cet essai, le disque ne doit pas présenter de déformation permanente nuisible ni de fuite (à l'exception du joint d'étanchéité du disque) ;
- c) L'accouplement d'expansion de la vanne principale doit également être soumis à un test hydrostatique en usine, conjointement avec la vanne principale.

#### 7.1.2 Exigences relatives au test d'étanchéité de la vanne principale :

- a) Pour les vannes conçues et fabriquées conformément à une pression nominale sérialisée, la pression du test d'étanchéité doit être de 1,1 fois la pression nominale. Pour les vannes non sérialisées, la pression du test doit être de 1,1 fois la pression de conception. Dans les deux cas, la durée du test doit être de 30 minutes. Pendant le test, il est essentiel d'inspecter les fuites. Le joint de presse-étoupe et la surface de séparation du corps de la vanne ne doivent présenter de fuites. Une petite fuite par goutte à goutte ou par trempage est acceptable sur le joint de révision et le joint de fonctionnement, mais une fuite en jet doit être considérée comme inacceptable ;
- b) L'accouplement d'expansion de la vanne principale doit également être soumis à un test d'étanchéité en usine, en même temps que la vanne principale.

#### 7.1.3 Exigences relatives au test opérationnel de la vanne principale :

- a) Avant la livraison, tous les tests électriques nécessaires doivent être effectués sur l'armoire de commande électrique de la vanne principale en usine ;
- b) Après l'assemblage de la vanne principale, des tests d'ouverture et de fermeture doivent être réalisés pour s'assurer que la vanne fonctionne de manière fluide sans se bloquer ;
- c) Après les tests, la vanne principale et ses accessoires doivent être soigneusement inspectés pour détecter tout phénomène anormal, comme des déformations permanentes nuisibles ou des fuites.

**7.1.4 Exigences relatives au test du servomoteur de la vanne principale :**

- a) Le servomoteur doit subir un test d'étanchéité sous pression après son assemblage. La pression d'essai doit être 1,5 fois la pression maximale d'huile que la vanne principale peut supporter dans toutes les conditions de travail, et le test doit durer 30 minutes ;
- b) Le joint du piston du servomoteur doit être soumis à un test de fuite. La pression d'essai correspond à la pression maximale d'huile supportée par la vanne principale, et le test dure également 30 minutes. Le joint du piston ne doit présenter aucune infiltration ou fuite par trempage.

**7.2 Essais sur site**

**7.2.1** Lorsqu'il n'y a pas d'eau dans la conduite forcée, le disque de la vanne et la vanne de dérivation, s'ils sont actionnés par une pompe à huile, doivent fonctionner de manière stable. Le temps d'ouverture et de fermeture doit correspondre aux exigences de conception. La position réelle complètement ouverte du disque de la vanne ne doit pas dévier de plus de  $\pm 1^\circ$  par rapport à la position prévue, et la valeur minimale de la pression d'huile nécessaire pour l'opération doit être enregistrée.

**7.2.2** Lorsqu'il n'y a pas d'eau dans la conduite forcée ou que l'eau est immobile, des tests opérationnels doivent être effectués sur la vanne principale, qui est actionnée soit par un contrepoids, soit par de l'huile sous pression. Le temps de fermeture de la vanne doit être enregistré.

**7.2.3** Toutes les conduites d'huile, d'air et d'eau soudées sur site doivent être soumises à des tests de pression hydraulique. La pression d'essai doit être 1,5 fois la pression nominale de ces conduites et le test doit durer 30 minutes.

**7.2.4** Pour les tests de fermeture de la vanne principale en conditions d'eau courante, un calendrier de test doit être établi pour assurer la sécurité de l'opération. Après le test, une inspection détaillée de la vanne principale et de ses accessoires doit être effectuée pour s'assurer qu'ils ne présentent pas de dommages nuisibles.

**8 Acceptation et garantie**

**8.1 Inspection et acceptation**

**8.1.1** Avant d'être livrés, les produits de la vanne principale, notamment ses composants principaux et l'armoire de commande électrique, doivent être inspectés par le fabricant pour s'assurer de leur conformité. Ces produits doivent être accompagnés des documents pertinents attestant de leur conformité avec les spécifications requises.

**8.1.2** Des rapports de tests non destructifs doivent être fournis pour les soudures principales des éléments soudés de la vanne principale qui sont achevés en usine. Pour les autres soudures, au minimum, un rapport d'inspection de l'apparence des soudures doit être fourni.

**8.1.3** Tous les tests spécifiés dans le contrat de commande doivent être réalisés en usine sur le corps de la vanne principale, ses composants principaux et sur l'armoire de commande électrique. Les rapports de tests correspondants doivent être fournis.

## **8.2 Assurance qualité et garantie du fabricant**

**8.2.1** La garantie est valable à condition que le produit soit correctement stocké, installé et utilisé. La période de garantie est d'un an à compter de la date d'achèvement de l'essai de fonctionnement de 72 heures, ou de deux ans après la date de livraison du dernier lot de marchandises ; la date la plus proche étant retenue.

**8.2.2** Pendant la période de garantie, les fuites d'eau des vannes principales en conditions normales de service doivent être conformes aux spécifications établies dans le contrat de commande.

## **9 Plaque signalétique, emballage, transport et stockage**

### **9.1 Plaque signalétique**

Chaque vanne principale doit avoir une plaque signalétique fixée à un endroit bien visible. Les informations essentielles devant figurer sur la plaque signalétique sont les suivantes :

- a) Nom du produit ;
- b) Nom du fournisseur ;
- c) Modèle du produit ;
- d) Diamètre nominal ;
- e) Pression nominale ;
- f) Numéro de fabrication ;
- g) Date de production.

### **9.2 Emballage**

**9.2.1** Avant l'emballage, les préparatifs suivants doivent être effectués :



- a) Des mesures doivent être prises pour protéger les surfaces finies du produit de la corrosion ;
- b) Les composants et les instruments qui sont fragiles ou sensibles aux vibrations doivent être retirés et emballés séparément ;
- c) Toutes les parties mobiles du produit doivent être solidement fixées au corps de la machine ;
- d) Les documents techniques et les pièces de rechange fournis avec le produit doivent être fixés correctement.

**9.2.2** L'emballage, le transport et le stockage du produit doivent être conformes aux dispositions pertinentes de la norme ISO 780.

**9.2.3** Le conteneur d'emballage doit être fabriqué selon un dessin d'emballage spécifique, et les marquages sur le conteneur doivent être conformes aux dispositions pertinentes de la norme ISO 780.

**9.2.4** Le nom et la quantité des articles indiqués sur la liste d'emballage doivent correspondre aux objets matériels et aux dessins trouvés dans le conteneur.

### **9.3 Transport**

Si possible, la vanne principale doit être transportée en tant qu'ensemble complet, compte tenu des limitations de transport. Les procédures de transport et de manutention doivent être mises en œuvre en accord avec les marques et les instructions figurant sur le conteneur d'emballage. Le fournisseur doit informer l'utilisateur des détails de livraison, notamment le nombre de colis, le nombre de caisses, les marquages, la date de livraison et le numéro de train.

### **9.4 Stockage**

**9.4.1** Les produits doivent être stockés dans des entrepôts à l'abri de la poussière et de la pluie, à une température ambiante comprise entre -5 °C et +40 °C. L'humidité relative dans l'entrepôt ne doit pas dépasser 85 %, et l'entrepôt ne doit pas contenir d'acide, d'alcali, de sel, de gaz corrosifs ou explosifs, ni être soumis à un champ électromagnétique fort.

**9.4.2** Le fournisseur doit garantir que, dans des conditions normales de stockage, le produit reste exempt de corrosion et ne subit pas de réduction de précision due à un emballage inadéquat pendant un an après la livraison.

## **10 Installation et soudage**

**10.1** Exigences générales relatives à l'installation de la vanne principale :

- a) L'installation de la vanne principale doit être réalisée sur le site de construction en suivant scrupuleusement les dessins de conception et les spécifications des documents techniques ;

- b) Le jeu des roulements dans la vanne principale doit répondre aux exigences de conception ;
- c) Les surfaces de jointure du corps de la vanne doivent être lisses et exemptes de bavures. Les écarts de joint doivent être conformes aux prescriptions suivantes :
  - 1) Les écarts de joint doivent être minutieusement inspectés, et une jauge de 0,05 mm ne doit pas passer à travers l'écart ;
  - 2) Des écarts locaux sur les surfaces de jointure sont tolérés. Lors de l'inspection avec une jauge de 0,10 mm, ces écarts ne doivent pas être plus profonds que le tiers de la largeur des surfaces de jointure. De plus, la longueur totale de ces écarts ne doit pas excéder 20 % de la circonférence totale de la surface de jointure ;
  - 3) Il ne doit pas y avoir d'écart autour des boulons et des broches d'assemblage ;
- d) L'alignement de la vanne principale dans le sens du flux d'eau doit être précis, avec une tolérance maximale de 3 mm par rapport à l'emplacement de conception. Pour les vannes papillon et sphériques, l'écart entre leur ligne médiane transversale et la ligne médiane conçue ne doit pas dépasser 10 mm. L'horizontalité et la perpendicularité doivent être vérifiées après le soudage des brides, avec une déviation maximale autorisée de 1 mm/m ;
- e) Un espace suffisant doit être prévu entre le boulon de fondation et le trou du boulon sur le corps de la vanne principale, en particulier dans la direction opposée à l'accouplement d'expansion. Cet espace doit être au moins égal à l'épaisseur du matériau d'étanchéité utilisé entre les brides.

#### **10.2 Exigences relatives à l'installation des vannes papillon :**

- a) Pour les vannes papillon équipées de doubles joints, il est crucial que l'écart entre le joint de révision et le boîtier de la vanne soit uniforme lorsque la vanne est fermée. La déviation admissible de cet écart est de  $\pm 20$  % par rapport à la valeur moyenne réelle de l'écart ;
- b) Si un joint gonflable en caoutchouc est utilisé, l'écart de l'étanchéité à l'eau doit répondre aux spécifications de conception lorsque la vanne est fermée et que le joint en caoutchouc n'est pas gonflé. La déviation admissible pour cet écart est également de  $\pm 20$  % par rapport à la valeur de conception. Lorsque le joint est sous pression d'air opérationnelle, il ne doit y avoir aucun écart ;
- c) Les boulons de fondation du corps de la vanne doivent être capables de supporter tout le poids de la vanne principale, ainsi que les forces et les couples générés pendant son fonctionnement. Un espace de 30 à 50 mm doit être laissé le long de la direction axiale de la vanne principale entre les boulons de fondation et les trous.

**10.3** Exigences relatives à l'installation des vannes sphériques :

- a) La surface d'étanchéité des joints de fonctionnement et de révision de la vanne sphérique doit être étanche. Lors de l'inspection avec une jauge de 0,05 mm, cette jauge ne doit pas pouvoir passer à travers les joints ;
- b) Le déplacement et les dimensions d'ajustement du couvercle du joint doivent être conformes aux spécifications de conception. Son déplacement réel doit atteindre au moins 80 % de la valeur prévue par la conception, et son mouvement doit être fluide ;
- c) La rotation de la vanne sphérique doit être fluide, et l'espace entre la vanne et les composants fixes doit être d'au moins 2 mm ;
- d) L'écart maximal entre le couvercle du joint et l'anneau d'étanchéité doit être inférieur au déplacement réel du couvercle du joint ;
- e) Après l'installation, la vanne sphérique doit être soumise à un test d'étanchéité sous pression sur site. Sous la pression hydrostatique maximale, les fuites d'eau au niveau des joints avant et arrière ne doivent pas dépasser les valeurs admissibles, et cela, sur une durée de 30 minutes.

**10.4** Exigences relatives à l'installation des vannes à guillotine :

- a) Avant l'installation, il est essentiel de vérifier que les spécifications et le modèle de la vanne correspondent à ceux indiqués dans la conception. De plus, il faut inspecter les composants de la vanne afin de s'assurer qu'ils sont intacts et que la surface d'étanchéité n'est pas endommagée ;
- b) La déviation du centre de la vanne à guillotine ne doit pas excéder 3 mm, et l'installation du mécanisme opératoire doit être conforme aux instructions du fabricant ainsi qu'aux exigences de conception.

**10.5** Exigences relatives à l'installation de l'accouplement d'expansion :

- a) L'écart entre les manchons intérieur et extérieur de l'accouplement d'expansion doit être uniformément ajusté afin d'éviter tout coincement. L'écart admissible quant à la largeur de la rainure d'étanchéité doit être inférieur à 2 mm ;
- b) La distance d'expansion entre l'accouplement et les manchons doit correspondre aux exigences de conception, avec une tolérance de  $\pm 6$  mm. Il est également important de prendre en compte la dimension de rétraction de l'ajusteur soudé lors de l'installation ;
- c) L'accouplement d'expansion doit être fixé à la vanne principale à l'aide de boulons de bride. Un anneau d'étanchéité doit être installé dans le joint d'expansion et être comprimé avec un anneau de compression pour prévenir toute fuite d'eau à partir du joint.

**10.6** Exigences relatives à l'installation et aux tests des vannes de dérivation :

Après son installation, la vanne de dérivation doit être soumise à un test d'étanchéité sous pression, en même temps que la canalisation de dérivation.

**10.7** Exigences relatives à l'installation du mécanisme de fonctionnement :

- a) L'installation du dispositif de pression d'huile doit être conforme aux exigences de conception ;
- b) Le servomoteur qui actionne la vanne principale doit être installé selon les spécifications de conception. Pour les servomoteurs de type oscillant, l'installation de la plaque de fondation et de la base doit être ajustée en fonction de la position réelle du trou de la broche de connexion du bras de manivelle lorsque le disque ou rotor de la vanne est complètement fermé. L'écart de position de la plaque de fondation ne doit pas excéder 3 mm. Après l'installation, l'écart horizontal ou vertical du servomoteur ne doit pas dépasser 1 mm par mètre, et l'écart d'élévation de la base doit être dans les limites de  $\pm 1,5$  mm. La connexion de l'axe de la broche doit rester flexible.

**10.8** Exigences relatives au soudage sur site des vannes principales :

- a) Lors du soudage de l'accouplement d'expansion et de la conduite de connexion au boîtier de la turbine et à la conduite forcée, il est crucial d'éviter toute déformation due au soudage. Cette précaution est nécessaire pour maintenir la perpendicularité de la surface de la bride et assurer la coaxialité par rapport à la ligne médiane de la vanne principale ;
- b) L'écart autour de l'accouplement d'expansion doit être uniforme. Après le soudage, il est important d'inspecter la distance d'expansion de l'accouplement d'expansion, laquelle doit être conforme aux spécifications de conception, avec une tolérance de  $\pm 15$  %.

**11 Fonctionnement et maintenance**

**11.1** Avant de remplir pour la première fois le système de dérivation d'eau ou le bassin d'alimentation de la centrale hydroélectrique, il est impératif de nettoyer minutieusement tous les matériaux divers présents dans le système, afin de prévenir tout risque de dommage aux vannes principales.

**11.2** Dans les centrales hydroélectrique à haute chute d'eau et celles dotées de longues conduites forcées, le remplissage d'eau doit être réalisé lentement et avec un faible débit, afin de réduire le risque de dommages. Tout au long du processus de remplissage, il est essentiel de surveiller étroitement l'état de la vanne principale. Si une situation anormale est observée, le remplissage d'eau doit être immédiatement interrompu. Une inspection et un traitement appropriés doivent être effectués avant de reprendre le remplissage. Le remplissage d'eau ne peut être continué qu'après la résolution complète de tous les problèmes identifiés.

**11.3** Le fonctionnement et l'entretien quotidiens de la vanne principale doivent être effectués en suivant les instructions fournies dans les documents techniques pertinents et en respectant les procédures de fonctionnement automatique. L'équipement principal et les accessoires de la vanne principale doivent faire l'objet d'un entretien périodique.

**11.4** Pour les vannes principales équipées d'un dispositif de verrouillage mécanique manuel, il est important de vérifier si ce dispositif a été activé avant de procéder à la révision de l'unité. Après la révision, il faut s'assurer que le dispositif de verrouillage est bien retiré avant de remettre la vanne principale en service.

**11.5** Dans les centrales électriques où les conditions de fonctionnement sont difficiles, notamment en raison de la présence de nombreux sédiments, une attention particulière doit être portée à l'entretien et à la réparation des vannes principales.

**Annexe A  
(Normative)**

**Pièces de rechange pour les vannes principales**

Tableau A.1 Pièces de rechange pour les vannes principales

Unité : Ensemble

No	Nom des pièces de rechange	Quantité		Remarques
		1-2 unités	3 unités ou plus	
1	Joint torique de diverses spécifications	1	2	
2	Garniture de presse-étoupe du disque de la vanne	1	2	
3	Joints circonférentiels du disque de la vanne	1	2	Uniquement limité à la vanne papillon
4	Joints sur l'anneau d'étanchéité mobile	1	2	
5	Joint de piston du servomoteur	1	2	
6	Joint de tige de piston du servomoteur	1	2	
7	Joint de l'accouplement d'expansion	1	2	
8	Anneau d'étanchéité fixe et anneau d'étanchéité mobile	1	1	
9	Clavette fendue ou broche	1	1	
10	Manchon d'arbre de diverses spécifications	1	2	
11	Bagues de paliers de diverses spécifications	1	2	Au niveau de l'arbre de la vanne
12	Ressorts de diverses spécifications	1	2	
13	Interrupteur de fin de course	1	2	