



UNITED NATIONS
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION



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

Partie 11 : Élaboration du rapport

SHP/TG 002-11: 2019



CLAUSE 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
CONCEPTION

Partie 11 : Élaboration du rapport

SHP/TG 002-11: 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. Dhaharan 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 Zaraso 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. Wei Jianghui, 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	III
1 Portée	1
2 Références normatives.....	1
3 Termes et définitions	1
4 Principes régissant l'élaboration des rapports	1
5 Directives relatives au rapport d'étude de préfaisabilité.....	2
6 Directives relatives au rapport d'étude de faisabilité	3
Annexe A (Normative) Plan du rapport d'étude de préfaisabilité.....	5
Annexe B (Normative) Plan du rapport d'étude de faisabilité.....	10

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, car l'énergie est essentielle 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 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 » fournit des lignes directrices sur les exigences fondamentales, la méthodologie et les modalités des différentes étapes du projet : sélection du site, hydrologie, géologie, disposition du projet, configurations, calculs énergétiques, hydraulique, sélection des équipements électromécaniques, construction, estimation des coûts des projets, 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 l'entretien, la rénovation technique et l'acceptation des projets de petites centrales hydroélectriques.

Directives techniques pour le développement de la petite hydroélectricité- Conception

Partie 11 : Élaboration du rapport

1 Portée

Cette partie des directives relatives à la conception présente les principes, le contenu, les exigences et les grandes lignes des différents rapports requis aux étapes de l'étude de pré faisabilité et de l'étude de faisabilité d'un projet de petite centrale hydroélectrique.

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 Principes régissant l'élaboration des rapports

4.1 Les lois nationales et les réglementations locales doivent servir de fondement juridique lors de l'élaboration du rapport.

4.2 Toutes les données et informations incluses dans le rapport doivent être authentiques, précises, fiables et efficaces.

4.3 Les contenus techniques du rapport doivent être conformes aux réglementations et exigences pertinentes du document SHP/TG 002.

5 Directives relatives au rapport d'étude de pré faisabilité

5.1 Le rapport d'étude de pré faisabilité doit couvrir les aspects clés suivants :

- a) La justification du besoin du projet proposé et ses objectifs ;
- b) Les raisons de la sélection d'un site spécifique, notamment les caractéristiques du site, les défis potentiels pouvant survenir sur ce site et les solutions envisagées pour les surmonter ;
- c) Une vue d'ensemble du projet d'investissement proposé ;
- d) Une évaluation des aspects techniques et économiques du projet d'investissement proposé.

5.2 Le rapport d'étude de pré faisabilité doit :

- a) Démontrer la nécessité de la construction, définir l'étendue et l'ordre des tâches d'ingénierie ainsi que la manière dont les ressources seront utilisées de manière globale.
- b) Recueillir et analyser des données topographiques sur les rivières et les zones environnantes afin de démontrer la rationalité du choix du site du projet.
- c) Établir les principaux paramètres hydrologiques basés sur l'analyse et le calcul des données hydrologiques de base.
- d) Examiner les conditions géologiques de la zone du projet et identifier les problèmes d'ingénierie majeurs.
- e) Définir de manière préliminaire la taille et la méthode de développement du projet.
- f) Choisir les sites de construction des principales structures (barrage, prise d'eau, centrale électrique) et élaborer un plan général pour le projet (types de structures principales compris).
- g) Sélectionner les types et les quantités d'unités.
- h) Élaborer le schéma de connexion électrique principal et planifier la disposition des équipements électromécaniques.
- i) Choisir de manière préliminaire la structure hydromécanique et son plan de disposition.
- j) Formuler de manière préliminaire la méthode de dérivation qui sera utilisée pendant la construction, concevoir un schéma initial pour la construction des structures principales, planifier de manière sommaire l'organisation du trafic autour du site de construction, définir les grandes lignes de l'ensemble du processus de construction et estimer la durée totale nécessaire pour achever le projet.

- k) Évaluer de manière préliminaire les impacts sociaux et environnementaux potentiels des travaux de génie civil.
- l) Estimer le coût total du projet.
- m) Réaliser une évaluation préliminaire de la rentabilité économique et financière.

5.3 Le rapport d'étude de préfaisabilité doit être élaboré en se conformant aux directives fournies dans l'annexe A.

6 Directives relatives au rapport d'étude de faisabilité

6.1 Le rapport d'étude de faisabilité approfondit l'analyse commencée lors de la phase de préfaisabilité. Son but est de confirmer la faisabilité technique et de valider la rationalité économique du projet. Le rapport doit :

- a) Revoir et confirmer les conclusions de l'étude de préfaisabilité.
- b) Proposer des plans d'action, des solutions aux problèmes potentiels et des dessins techniques pour la réalisation du projet.
- c) Fournir des estimations précises des volumes et des coûts associés au projet.
- d) Examiner la valeur du projet sous l'angle de l'allocation des ressources, en approfondissant l'évaluation économique commencée lors de la phase de préfaisabilité.
- e) Évaluer la rentabilité du projet du point de vue des investisseurs, en incluant une évaluation financière.

6.2 Le rapport d'étude de faisabilité doit :

- a) Recueillir les politiques nationales pertinentes et évaluer le soutien des organisations sociales en faveur du projet.
- b) Revoir et préciser les objectifs et la portée du projet, ainsi que les méthodes et principes d'exploitation. Par ailleurs, procéder à une nouvelle vérification des paramètres de conception liés au mouvement du sol et de l'intensité sismique à prendre en compte pour la conception.
- c) Examiner et déterminer les paramètres et les résultats hydrologiques.
- d) Confirmer et évaluer en détail les conditions géologiques du site du projet et du réservoir, y compris les problèmes géologiques potentiels.
- e) Définir les critères de conception liés aux crues et planifier l'agencement général du projet, ce qui suppose de déterminer la position, le type, la taille, l'élévation de contrôle et le volume de travail des structures clés.

- f) Sélectionner le type et la quantité de turbines, ainsi que leurs paramètres de base et leur disposition. Choisir l'équipement auxiliaire et les systèmes auxiliaires de la turbine, en tenant compte de leurs caractéristiques techniques.
 - g) Établir le niveau de tension pour la transmission d'énergie et le plan de transmission. Sélectionner le schéma principal de connexion électrique et définir le type, les spécifications et la disposition de l'équipement électrique nécessaire.
 - h) Choisir les types, les quantités, les principaux paramètres techniques, les dimensions et la disposition des divers types de portes, de grilles de débris, de vannes et d'équipements de levage.
 - i) Revoir le mode de dérivation pour la construction, déterminer la conception des structures de dérivation, planifier le schéma de construction des principaux ouvrages, organiser les sites de construction et fixer la durée contrôlée de la construction.
 - j) Réévaluer l'impact social et environnemental de la construction et planifier les mesures de protection environnementale.
 - k) Préparer des estimations détaillées pour la partie ingénierie du projet et avancer une estimation globale de la conception.
 - l) Réévaluer les indicateurs d'appréciation économique du projet.
- 6.3** Le rapport d'étude de faisabilité doit être élaboré en se conformant aux directives fournies dans l'annexe B.

**Annexe A
(Normative)
Plan du rapport d'étude de pré faisabilité**

Chapitre 1 : Vue d'ensemble

1. Présenter la localisation géographique du projet, les résultats de la planification de la rivière concernée, les avis d'approbation obtenus et le processus suivi pour élaborer le document.
2. Résumer brièvement les conclusions du rapport sur le choix du site du projet.
3. Fournir un résumé des résultats de l'étude de pré faisabilité.
4. Décrire brièvement l'environnement et le contexte dans le lequel le projet sera mis en œuvre.
 - a) Rassembler et analyser les politiques actuelles liées aux secteurs industriels concernés, à la fiscalité et aux investissements. Examiner le rôle et l'influence des organisations non gouvernementales dans le domaine de la petite hydroélectricité, et analyser l'environnement d'investissement régional.
 - b) Fournir des informations de fond sur le projet et les informations relatives aux investisseurs potentiels.
5. Conclusions et recommandations.
6. Les dessins et tableaux à joindre comprennent principalement :
 - a) Un schéma montrant l'emplacement du projet ;
 - b) Un schéma détaillant l'état actuel et la planification future du développement hydroélectrique de la rivière où se trouve le projet ;
 - c) Un tableau résumant les caractéristiques du projet.

Chapitre 2 Nécessité de la construction du projet et tâches de construction

1. Démontrer la nécessité du projet du point de vue des conditions des ressources, de l'économie sociale et de la planification du développement.
2. Identifier et décrire les différentes tâches impliquées dans la construction du projet et spécifier l'ordre dans lequel les travaux d'ingénierie doivent être réalisés.

Chapitre 3 Évaluation des conditions de construction et du choix du site

1. Décrire brièvement la topographie, le relief et la situation du trafic sur le site choisi initialement.
2. Analyse hydrologique
 - a) Présenter brièvement la manière dont les données hydrologiques ont été obtenues, notamment les méthodes utilisées et la qualité de ces données.
 - b) Analyser les données relatives à l'écoulement, aux crues et aux sédiments, et fournir des résultats préliminaires de ces analyses.
 - c) Les dessins et tableaux à joindre comprennent principalement :
 - 1) Des schémas du système de drainage et du réseau hydrologique de la zone concernée ;
 - 2) Un tableau récapitulatif des données annuelles de débit ou de pluie, accompagné d'un graphique représentant la courbe de fréquence de ces données ;
 - 3) Un graphique de fréquence des tempêtes ou des crues de conception.
3. Géologie d'ingénierie
 - a) Décrire brièvement les conditions géologiques de la région, en mettant l'accent sur les zones du réservoir et des principales structures du projet, et identifier les problèmes géologiques majeurs.
 - b) Formuler des conclusions basées sur l'analyse géologique et proposer des recommandations.
 - c) Joindre des cartes géologiques régionales ou des plans de structure pour illustrer les caractéristiques géologiques.
4. Évaluer de manière préliminaire les conditions générales de construction du site.

Chapitre 4 Niveau d'eau caractéristique et capacité installée

1. Évaluer et fixer de manière préliminaire le niveau d'eau caractéristique du réservoir en prenant en compte les conditions du bassin fluvial et en s'appuyant sur une analyse technique et économique.
2. Déterminer de manière préliminaire la capacité installée de la centrale électrique compte tenu des objectifs et des besoins du projet, des conditions hydro-énergétiques de la région et du rôle de la centrale dans le réseau électrique général. Calculer les indices d'énergie électrique correspondants.
3. Joindre un diagramme ou un tableau montrant la relation entre le niveau du réservoir, sa surface et son volume.

Chapitre 5 Disposition générale et principales structures du projet

1. Selon la taille du projet, définir les normes de gestion des crues et établir des critères préliminaires en ce qui concerne la résistance aux séismes du projet.
2. Choisir les emplacements initiaux des composantes clés du projet, notamment le site du barrage, le site des vannes et l'emplacement de la centrale électrique.
3. Concevoir une disposition générale du projet compte tenu des caractéristiques du site et des méthodes de développement de la centrale.
4. Définir les aspects fondamentaux des structures principales, tels que leur agencement, leur type de construction, leur élévation de contrôle et leurs dimensions principales.
5. Les dessins et tableaux à joindre comprennent principalement :
 - a) Un plan montrant la disposition générale du projet ;
 - b) Des plans et de coupes des structures principales ;
 - c) Une liste récapitulative des quantités majeures de travaux nécessaires.

Chapitre 6 Équipements électromécaniques et structures hydromécaniques

1. Déterminer de manière préliminaire le type et la capacité de chaque turbine, en prenant en compte plusieurs facteurs, dont la capacité installée totale du projet, le mode de fonctionnement des unités, les conditions de trafic et le coût de l'équipement. Élaborer un plan de disposition de ces équipements et calculer de manière préliminaire les garanties de performance et de régulation des unités.
2. Fixer le niveau de tension pour l'alimentation électrique du projet. Choisir les connexions électriques principales, l'équipement électrique principal, ainsi que le mode de surveillance et de protection. Panifier la disposition de l'équipement électrique principal.
3. Choisir les types, les paramètres et les dispositions des différentes structures hydromécaniques, telles que les portes, les grilles de débris, les vannes et les équipements de levage.
4. Les dessins et tableaux à joindre comprennent principalement :
 - a) Un plan de disposition des principaux équipements électromécaniques ;
 - b) Un schéma de câblage électrique principal ;
 - c) Un résumé des quantités de travaux nécessaires pour l'installation des principales machines hydrauliques et équipements électriques et hydromécaniques.

Chapitre 7 Construction d'ingénierie

1. Décrire brièvement les conditions de construction sur le terrain. Établir un plan initial pour la méthode de dérivation utilisées pendant la construction. Prévoir un schéma pour la construction des principales structures du projet, ainsi qu'une disposition générale des sites de construction et un calendrier prévisionnel des travaux
2. Les dessins et tableaux à joindre comprennent principalement :
 - a) Un schéma montrant les voies d'accès et le trafic autour du site de construction ;
 - b) Un tableau ou un graphique détaillant l'avancement prévu de la construction ;
 - c) Une fiche récapitulative des principales quantités de matériaux, d'équipements et de main-d'œuvre nécessaires.

Chapitre 8 Évaluation de l'impact social et environnemental

1. Présenter un aperçu de la situation sociale, naturelle et économique actuelle de la zone du projet et des régions touchées par celui-ci.
2. Analyser et prédire les impacts du projet sur la société et l'environnement, notamment les effets sur les communautés locales et la société en générale, l'impact sur l'environnement aquatique, les conséquences pour l'environnement écologique, les répercussions sur l'environnement atmosphérique et acoustique.
3. Identifier de manière préliminaire les mesures de protection sociale et environnementale à mettre en place.
4. Fournir un estimation préliminaire des coûts associés à la mise en œuvre des mesures de protection sociale et environnementale.

Chapitre 9 Estimation de l'investissement du projet

1. Présenter une vue d'ensemble des méthodes et des critères utilisés pour estimer les coûts du projet, y compris l'année de référence utilisée pour déterminer les niveaux de prix à utiliser dans les estimations. Analyser et fixer les prix unitaires de base pour les composants majeurs du projet et les travaux principaux. Fournir une estimation du coût total du projet, y compris les coûts statiques totaux.
2. Les tableaux à joindre comprennent principalement :
 - a) Tableau de l'estimation de l'investissement total du projet ;
 - b) Tableau des estimations relatives aux travaux auxiliaires ;

- c) Tableau des estimations relatives aux travaux de construction ;
- d) Tableau des estimations relatives aux équipements électromécaniques et à leur installation ;
- e) Tableau des estimations relatives à l'équipement hydromécanique et à son installation ;
- f) Tableau des estimations des coûts indépendants.

Chapitre 10 Évaluation économique

1. Décrire brièvement les politiques nationales qui influencent l'industrie de l'énergie, y compris les politiques fiscales.
2. Réaliser une évaluation préliminaire des avantages économiques du projet par rapport à ses coûts.
3. Effectuer une évaluation préliminaire de la faisabilité financière du projet.
4. Les tableaux à joindre comprennent principalement :
 - a) Un tableau détaillant les flux de bénéfices et coûts économiques ;
 - b) Un tableau illustrant les flux de trésorerie financière.

Chapitre 11 Conclusions et suggestions

1. Présenter les conclusions tirées de l'ensemble des évaluations et des analyses réalisées dans les chapitres précédents. Fournir des recommandations pour les étapes suivantes du projet, en s'appuyant sur les résultats de l'évaluation globale.

**Annexe B
(Normative)
Plan du rapport d'étude de faisabilité**

Chapitre 1 Description complète

1. Décrire brièvement la localisation géographique du projet, les résultats de la planification fluviale, les conclusions de l'étude de pré-faisabilité, les avis d'approbation et le processus d'élaboration du rapport.
2. Résumer les principales découvertes de l'étude de faisabilité, y compris une description détaillée du projet et les conclusions tirées de cette étude.
3. Les dessins et tableaux à joindre comprennent principalement :
 - a) Un tableau résumant les caractéristiques du projet ;
 - b) Une carte schématique du bassin fluvial et de l'emplacement du projet ;
 - c) Un plan de la disposition générale du projet et des coupes des structures principales ;
 - d) Un diagramme illustrant comment le système électrique est connecté à la centrale hydroélectrique ;
 - e) Un plan montrant la disposition générale des sites de construction ;
 - f) Une carte de la zone qui sera inondée par le réservoir ;
 - g) Un tableau général des estimations de conception.

Chapitre 2 Environnement d'investissement et contexte du projet

1. Présenter les politiques nationales relatives aux industries, aux entreprises, à la fiscalité et à l'investissement, ainsi que le rôle des organisations non gouvernementales dans le secteur de la petite hydroélectricité.
2. Fournir des informations sur l'historique et la nature du projet.
3. Fournir des renseignements sur le promoteur du projet.

Chapitre 3 Analyse hydrologique

1. Décrire brièvement la géographie physique du bassin fluvial et les caractéristiques du bassin et de la rivière, et fournir des informations sur les stations météorologiques et hydrologiques.
2. Évaluer les données sur le débit, les crues, les sédiments, l'évaporation et le régime de glace.
3. Examiner les résultats concernant la relation entre le débit et le niveau d'eau dans la section de conception.
4. Les tableaux à joindre comprennent principalement :
 - a) Statistiques des valeurs hydrologiques caractéristiques recueillies au fil des ans à partir des données des stations de référence ayant servi de base pour la conception du projet ;
 - b) Séries annuelles (mensuelles) de débit et de précipitations ;
 - c) Séries de débits moyens quotidiens ;
 - d) Séries de volumes de pluie et de crue ;
 - e) Tableau d'hydrogramme de crue typique et de crue de conception ;
 - f) Tableau des résultats des courbes de relation débit-niveau de la section principale.
5. Les dessins à joindre comprennent principalement :
 - a) Diagramme de distribution du système de bassin versant et du réseau hydrologique ;
 - b) Graphiques d'interpolation pour le débit, les crues et les tempêtes ;
 - c) Courbe de fréquence des précipitations annuelles et du débit annuel ;
 - d) Courbe de durée du débit moyen quotidien ;
 - e) Courbes de fréquence du volume de tempête et de crue ;
 - f) Tableau d'hydrogramme de crue typique et de crue de conception ;
 - g) Tableau de la relation débit-niveau de la section principale de conception.

Chapitre 4 Géologie d'ingénierie

1. Récapituler les principales conclusions et les avis des enquêtes géologiques réalisées lors de l'étude de préfaisabilité.
2. Présenter un aperçu des enquêtes géologiques supplémentaires effectuées depuis l'étude de préfaisabilité et le volume des enquêtes réalisées jusqu'à présent.
3. Analyser la stabilité tectonique et les paramètres sismiques de la zone du projet, en évaluant l'impact potentiel des activités sismiques sur le projet.
4. Examiner la géologie d'ingénierie du site, y compris les questions d'infiltration, d'immersion et de stabilité des berges du réservoir, et proposer des stratégies pour gérer ces problèmes.
5. Évaluer les conditions géologiques affectant les structures du projet, déterminer les paramètres des sols et des roches, et identifier les problèmes géologiques potentiels.
6. Identifier les types et la qualité des matériaux de construction naturels disponibles pour le projet.
7. Conclusions et suggestions générales.
8. Les dessins et tableaux à joindre comprennent principalement :
 - a) Une carte géologique détaillée de la zone du réservoir ;
 - b) Des cartes géologiques d'ingénierie du site du barrage et des zones où seront construites les autres structures ;
 - c) Une carte géologique des roches de fond (y compris la carte des contours des roches de fond) du barrage ;
 - d) Des profils géologiques du site du barrage et des autres zones de structures ;
 - e) Des profils d'infiltration du barrage et des zones à problèmes potentiels ;
 - f) Une carte de distribution des lieux de production de matériaux de construction naturels ;
 - g) Des profils géologiques de toutes les zones potentiellement problématiques ;
 - h) Un histogramme typique de forage ;
 - i) Un résumé des résultats des tests effectués sur les roches, le sol et l'eau.

Chapitre 5 Énergie hydraulique et échelle du projet

1. Présenter un résumé des résultats obtenus dans les calculs de l'énergie hydraulique effectués lors des phases précédentes du projet, ainsi que les avis d'approbation reçus.
2. Examiner ou réévaluer la quantité d'énergie qui peut être générée par le site du projet, en se basant sur les caractéristiques hydrologiques du site et les indices énergétiques associés.
3. Analyser les différents aspects de la taille du projet, notamment : la sélection du niveau d'eau normal de stockage et du niveau mort du réservoir, le calcul de la régulation du débit d'eau, la sélection de la capacité installée, de la hauteur d'eau nominale pour chaque unité et de la capacité de chaque unité. Réviser les valeurs de conception des paramètres de mouvement du sol et l'intensité sismique de conception.
4. Analyser le fonctionnement du réservoir, y compris la détermination du mode de fonctionnement du réservoir, l'analyse de l'accumulation de sédiments dans le réservoir et des calculs de remous, et l'évaluation des paramètres des sédiments.
5. Les dessins à joindre comprennent principalement :
 - a) Un plan général du projet ;
 - b) Une courbe illustrant la relation entre le niveau, la surface et le volume du réservoir ;
 - c) Une courbe indiquant le taux garanti de production d'énergie ;
 - d) Une section longitudinale montrant la sédimentation dans le réservoir et la courbe de remous ;
 - e) Un graphique illustrant la gestion et la régulation du fonctionnement du réservoir.

Chapitre 6 Disposition et structures du projet

1. Analyser et confirmer la norme de crue qui a été établie pour le projet et décrire les normes techniques et les valeurs maximales admissibles qui servent de base à la conception des structures.
2. Évaluer et choisir le plan de disposition général du projet en tenant compte des résultats obtenus lors de l'étude de préfaisabilité.
3. Définir le type, la quantité, le plan de disposition et les dimensions principales des différentes structures du projet. Réaliser des calculs structurels et des analyses de stabilité.
4. Établir un plan définitif pour la circulation sur le site du projet, la structure des bâtiment et le plan d'utilisation globale des installations.
5. Identifier les éléments clés à surveiller pour assurer la sécurité du projet et planifier leur disposition.

6. Les dessins et tableaux à joindre comprennent principalement :
- a) Un plan de disposition du site du projet ;
 - b) Une comparaison des plans et des profils des types de structures principales ;
 - c) Un plan général montrant la disposition et l'agencement des structures principales selon le schéma recommandé ;
 - d) Un plan de la disposition des dispositifs de surveillance de la sécurité du projet ;
 - e) Les résultats des calculs de stabilité et de contrainte pour les principales structures ;
 - f) Une fiche récapitulative des quantités de travail nécessaires.

Chapitre 7 Équipements électromécaniques, structure hydromécanique, ventilation et chauffage

1. Choisir les types de turbines, déterminer leur quantité et leur capacité. Cela inclut également la sélection de l'élévation d'installation des turbines et la disposition des équipements auxiliaires et des systèmes associés.
2. Examiner les calculs effectués pour assurer la régulation efficace des unités de turbine.
3. Définir des stratégies spécifiques pour protéger les composants de la turbine contre la corrosion dans les cas où il y a une forte concentration de sédiments dans l'eau.
4. Déterminer le niveau de tension électrique, le nombre de lignes de transmission et le point de connexion du système électrique.
5. Choisir le schéma de connexion électrique principal, y compris le système d'alimentation électrique de la centrale. Définir précisément les caractéristiques techniques, le nombre et la disposition des équipements électriques. Établir également les plans des systèmes de surveillance, de la protection par relais, des systèmes d'excitation, d'alimentation électrique des dispositifs de contrôle opérationnels, des systèmes de communication et autres dispositifs similaires.
6. Sélectionner les types, les quantités, les paramètres techniques des structures hydromécaniques comme les vannes et portes, les grilles de débris et les équipements de levage. Inclure également des plans pour prévenir la corrosion, l'encrassement et le gel des structures hydromécaniques.
7. Planifier les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation, en précisant le type, le nombre et la configuration des équipements correspondants. Planifier également le système de lutte contre l'incendie, y compris la distribution d'énergie nécessaire et la disposition des équipements de lutte contre l'incendie.
8. Les dessins et tableaux à joindre comprennent principalement :

- a) Plan de disposition des équipements électromécaniques des centrales électriques principales et auxiliaires ;
- b) Courbes caractéristiques de fonctionnement des turbines ;
- c) Schémas des systèmes de surveillance de l'huile, de l'air, de l'eau et hydraulique dans la centrale hydroélectrique ;
- d) Diagramme illustrant la manière dont le système électrique est connecté à la centrale hydroélectrique ;
- e) Schéma de câblage électrique principal ;
- f) Schéma du système d'alimentation auxiliaire et de l'alimentation électrique de la zone du barrage ;
- g) Schéma de la structure et de l'agencement du système de surveillance et de communication ;
- h) Disposition générale de la structure hydromécanique du projet ;
- i) Tableau des résultats du calcul du courant de court-circuit ;
- j) Fiche récapitulative des équipements de machines hydrauliques ;
- k) Fiche récapitulative de l'équipement électrique ;
- l) Fiche récapitulative sur la structure hydromécanique ;
- m) Fiche récapitulative des équipements de chauffage, de ventilation et de climatisation ;
- n) Liste des équipements de lutte contre l'incendie et d'alarme incendie automatique.

Chapitre 8 Conception de l'organisation de la construction

1. Fournir un aperçu des conditions dans lesquelles la construction aura lieu, ce qui inclut les aspects environnementaux, les ressources en eau et en électricité, les moyens de communication, le trafic, la gestion des matériaux et l'accès au site de construction.
2. Planifier de manière préliminaire l'emplacement où les matériaux naturels seront extraits, et établir les méthodes d'extraction, de traitement et de transport de ces matériaux.
3. Définir les stratégies de dérivation de l'eau pendant la construction, les plans de construction des structures principales, l'aménagement des ateliers de construction, le système de transport sur le chantier, l'organisation générale du chantier et le calendrier général des travaux.
4. Les dessins et tableaux à joindre comprennent principalement :

- a) Un plan montrant la disposition générale des sites de construction ;
- b) Des plans détaillant les procédures de dérivation et l'organisation du projet à chaque phase ;
- c) Un schéma des structures de dérivation ;
- d) Un calendrier détaillé de la construction ;
- e) Des informations sur les installations des usines de construction, l'échelle de production et une liste des principaux engins et équipements nécessaires à la construction.

Chapitre 9 Conception de la protection de l'environnement

1. Fournir un aperçu des conditions sociales, naturelles et économiques de la zone du projet et des zones touchées par celui-ci. Évaluer l'état actuel de l'environnement, lequel servira de référence.
2. Présenter les normes et les critères utilisés pour évaluer l'impact environnemental du projet.
3. Analyser et prévoir les conséquences du projet sur l'environnement et la société, y compris les effets de l'inondation, les déplacements de population, les impacts sur l'environnement aquatique et terrestre, l'atmosphère et le bruit.
4. Décrire brièvement les processus d'acquisition des terres et de relogement, et analyser la manière dont cela affectera le niveau de vie, les infrastructures, la communauté, les traditions culturelles et religieuses, les sites historiques et le paysage pour les résidents qui sont déplacés.
5. Proposer des mesures et des contre-mesures de protection sociale et environnementale. Concevoir des installations de protection environnementale et des mesures de compensation de l'impact social. Proposer des programmes de surveillance de l'environnement et des estimations budgétaires des travaux de protection sociale et environnementale.
6. Les dessins à joindre comprennent principalement :
 - a) Un plan de disposition générale illustrant la manière dont la protection de l'environnement sera intégrée dans le projet ;
 - b) Des plans spécifiques pour les diverses mesures de protection de l'environnement envisagées ;
 - c) Un plan montrant la disposition des points de surveillance environnementale qui seront utilisés pour suivre l'impact du projet.

Chapitre 10 Estimation des coûts du projet

1. Présenter la méthodologie et les principes d'estimation des coûts du projet. Cela inclut un résumé des résultats globaux de l'estimation, fournissant une vue d'ensemble des coûts attendus.

2. Inclure les tableaux suivants :
 - a) Tableau récapitulatif des coûts globaux du projet ;
 - b) Tableau détaillant les coûts associés à la construction physique du projet ;
 - c) Tableau détaillant les coûts des équipements électromécaniques et de leur installation ;
 - d) Tableau détaillant les coûts des équipements hydromécaniques et de leur installation ;
 - e) Tableau d'estimation des coûts associés aux structures temporaires nécessaires pendant la construction ;
 - f) Fiche récapitulative des prix unitaires de divers éléments du projet ;
 - g) Fiche récapitulative des coûts des matériaux nécessaires pour le projet.

Chapitre 11 Évaluation économique

1. Évaluer le rapport coûts-bénéfices économiques du projet.
2. Réaliser l'évaluation financière du projet.
3. Présenter le plan de financement du projet, les conclusions de l'évaluation financière et les résultats de l'évaluation économique globale.
4. Les dessins et tableaux à joindre comprennent principalement :
 - a) Tableau d'estimation de l'investissement de construction ;
 - b) Plan d'utilisation de l'investissement total et tableau de financement ;
 - c) Tableau d'estimation du coût total du projet ;
 - d) Tableau des profits et de leur répartition ;
 - e) État des flux de trésorerie associés au plan financier ;
 - f) État des flux de trésorerie pour l'investissement dans le projet ;
 - g) Calendrier de remboursement du capital et des intérêts ;
 - h) Graphique d'analyse du seuil de rentabilité du projet ;

- i) Graphique d'analyse de la sensibilité du projet aux différents paramètres.

Chapitre 12 Conclusions et suggestions

1. Résumer les conclusions finales de l'étude de faisabilité, examiner les différences constatées par rapport aux avis obtenus lors de l'étude de préfaisabilité et formuler des recommandations pour les étapes suivantes.