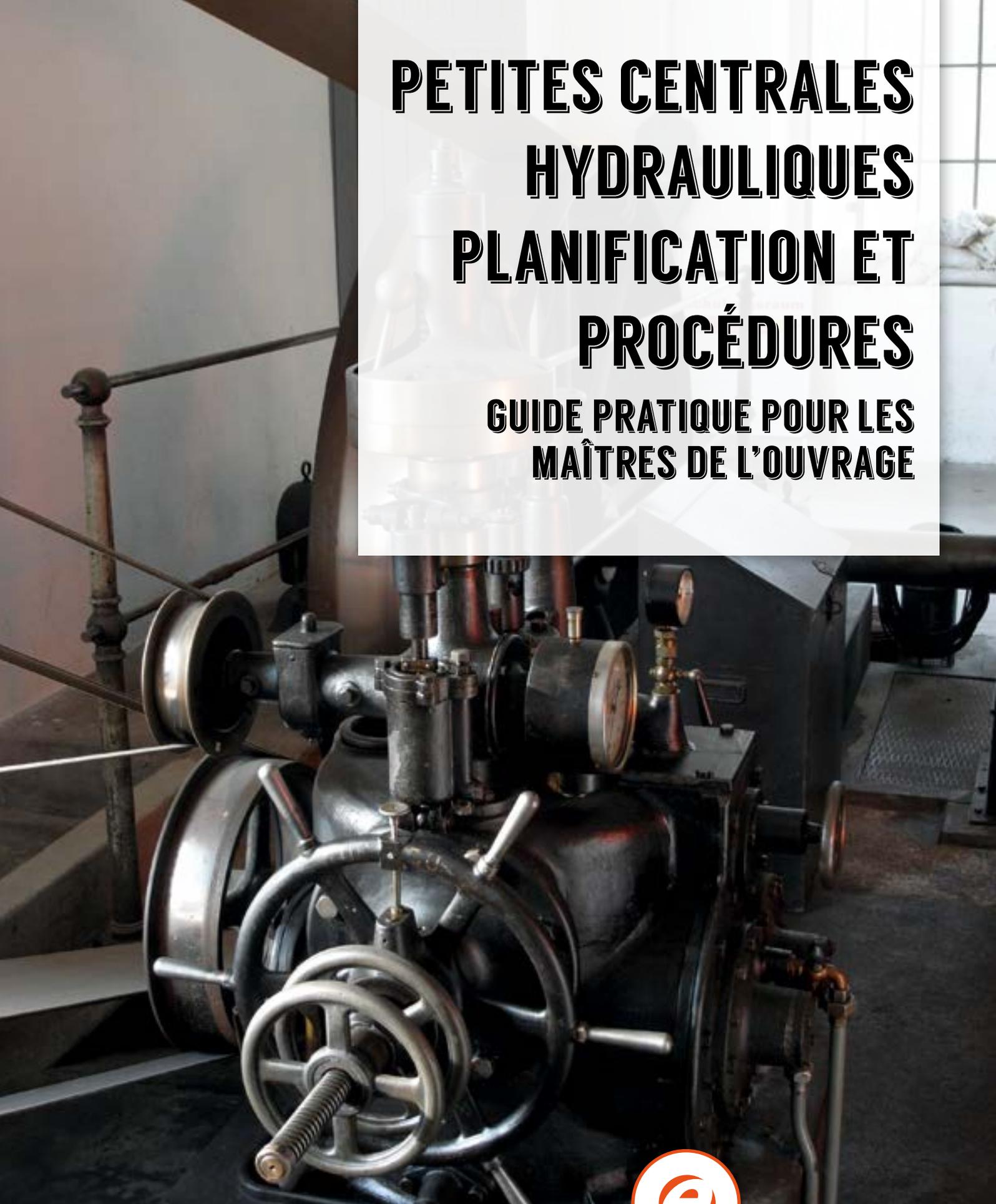


# **PETITES CENTRALES HYDRAULIQUES PLANIFICATION ET PROCÉDURES**

**GUIDE PRATIQUE POUR LES  
MAÎTRES DE L'OUVRAGE**



**suisse énergie**

Notre engagement : notre futur.



# RÉNOVATION DU DÉVERSOIR LATÉRAL DE LA CENTRALE D'OTTENBACH RECONNUE POUR SA VALEUR HISTORIQUE (60 KW)

## TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	7
1 LES PREMIÈRES QUESTIONS À SE POSER.....	9
• 1.1 Mon projet est-il susceptible d'être autorisé ? .....	9
• 1.2 Combien coûte mon projet ? .....	10
• 1.3 Quel montant mon projet ne doit-il pas dépasser ? .....	11
• 1.4 Comment puis-je utiliser mon électricité ? .....	12
• 1.5 Quel est le temps nécessaire à la réalisation de mon projet ? .....	12
• 1.6 Quelles études sont à mener pour mon projet ? .....	13
• 1.7 De quels partenaires de projet ai-je besoin ? .....	14
2 LES FONDAMENTAUX EN MATIÈRE D'ÉTUDE DE PCH .....	15
• 2.1 Déroulement du projet : phases et processus .....	15
• 2.2 De la généralité au détail .....	18
• 2.3 Risques et chances liés au projet .....	20
• 2.4 Principales étapes d'un projet : quand prendre les décisions majeures ? .....	21
• 2.5 Importance des normes et des règlements de la SIA .....	22
3 INTERVENANTS DANS LE PROJET, TÂCHES ET PRESTATIONS .....	23
• 3.1 Organe responsable (maître de l'ouvrage) .....	23
• 3.2 Mandataire et conseiller .....	23
• 3.3 Fournisseurs, entrepreneurs et artisans .....	29
• 3.4 Autorités .....	31
• 3.5 Exploitant du réseau (entreprise de distribution d'électricité ou fournisseur d'électricité local) .....	32
• 3.6 Associations de protection de l'environnement .....	32
• 3.7 Propriétaires fonciers, riverains .....	33
• 3.8 Partenariats au fur et à mesure de l'avancement du projet .....	33

#### 4 PROCÉDURE DE DEMANDE D'AUTORISATION ..... 37

- 4.1 Cadre légal ..... 37
- 4.2 Droit d'utilisation des eaux et autorisations ..... 37
- 4.3 Critères d'obtention d'une autorisation ..... 39
- 4.4 Examen préliminaire, demande préalable ..... 45
- 4.5 Aperçu des procédures de concession et d'autorisation ..... 46
- 4.6 Procédure de concession ..... 48
- 4.7 Procédure de demande de permis de construire ..... 51
- 4.8 Autres autorisations ..... 52

#### 5 ASPECTS FINANCIERS ..... 55

- 5.1 Coûts de l'installation ..... 55
- 5.2 Structure des coûts ..... 58
- 5.3 Précision des estimations des coûts ..... 59
- 5.4 Valeurs de référence des coûts d'étude ..... 60
- 5.5 Rétribution à prix coûtant du courant injecté ..... 61
- 5.6 Autres possibilités ..... 63
- 5.7 Rentabilité ..... 64
- 5.8 Calcul de rentabilité ..... 65
- 5.9 Méthodes et précision des estimations ..... 68
- 5.10 Financement et coopération ..... 69
- 5.11 Conditions nécessaires à l'emprunt de capitaux ..... 70

#### 6 PLANIFICATION ET EXÉCUTION ..... 73

- 6.1 Règlements relatifs aux honoraires de la SIA servant de cadre à la planification ..... 73
- 6.2 Définition des objectifs, esquisse de projet, analyse sommaire ..... 75
- 6.3 Études préliminaires et collecte des données de base ..... 76
- 6.4 Avant-projet ..... 78
- 6.5 Convention d'utilisation ..... 79
- 6.6 Projet de l'ouvrage ..... 80

- 6.7 Appels d'offres, comparaison des offres et attributions des mandats ..... 82
- 6.8 Contrats de livraison et d'entreprise, éléments constitutifs du contrat ..... 86
- 6.9 Assurances pour les phases de construction et d'exploitation ..... 87
- 6.10 Garanties, retenues, fournitures de garanties ..... 88
- 6.11 Décision de construire ..... 90
- 6.12 Phase de réalisation ..... 90
- 6.13 Mise en service, réception et achèvement du projet ..... 92

#### 7 ÉTUDES SPÉCIFIQUES ..... 97

- 7.1 Hydrologie ..... 97
- 7.2 Géologie, géotechnique et hydrogéologie ..... 98
- 7.3 Analyses environnementales et étude d'impact sur l'environnement ..... 99

#### ABRÉVIATIONS ..... 103

#### INDEX DES SCHÉMAS ET TABLEAUX ..... 105

#### ANHANG ..... 107

- Annexe 1 Glossaire ..... 107
- Annexe 2 Adresses Internet ..... 109
- Annexe 3 Check-lists d'évaluation des chances de réalisation ..... 111
- Annexe 4 Documentation projet selon la nature du projet ..... 113
- Annexe 5 Risques liés au projet ..... 115
- Annexe 6 Organigramme typique d'un projet de taille moyenne ..... 120
- Annexe 7 Documents à fournir dans le cadre d'une procédure de demande de permis de construire et de concession combinée, exemple du canton de Lucerne ..... 121

Dans le présent guide, la forme masculine pour les désignations de fonctions (maître de l'ouvrage, initiateur, mandataire, etc.) a été systématiquement utilisée en vue d'une meilleure lisibilité. Les termes employés s'appliquent bien entendu également au genre féminin.

Clause de non-responsabilité : les réglementations et les lois changent rapidement et varient d'un canton à l'autre. Les auteurs déclinent toute responsabilité en cas de non-exhaustivité des informations et d'erreurs contenues dans la présente brochure.



## CENTRALE HYDRAULIQUE DE STROPPEL (800 KW) ÉQUIPÉE D'UNE GRILLE HORIZONTALE CONDUISANT LES POISSONS VERS UN BYPASS DE DÉVALAISON

### DOMAINE D'APPLICATION DU PRÉSENT GUIDE

Le présent guide s'adresse aux **initiateurs et maîtres de l'ouvrage de projets de petites centrales hydrauliques** qui ont déjà une idée de leur projet et souhaitent désormais aborder de façon ciblée la suite de sa planification. Ce guide se focalise sur les tâches de l'organe responsable ; les aspects techniques ne seront abordés que brièvement. Il a pour but d'accompagner le lecteur tout au long de son projet en anticipant ses besoins afin de lui permettre de prendre en toute sécurité les bonnes décisions au moment le plus opportun.

L'**éventail du public cible** s'étend des particuliers aux sociétés, en passant par les fournisseurs d'énergie souhaitant réaliser, seuls ou en collaboration une centrale hydraulique.

Le présent guide doit pouvoir être utilisé dans le cadre de **tout type de petite centrale hydraulique** : centrale de dérivation ou centrale au fil de l'eau sur des cours d'eau naturels, centrale intégrée à des réseaux d'eau, projets de nouvelle construction, ou de remise en service, de modernisation ou d'extension d'une centrale existante.

En termes de **taille de centrale**, le présent guide couvre les installations de quelques kilowatts, voire de quelques watts, à plusieurs mégawatts, représentant des investissements allant de quelques centaines de milliers de Francs à plusieurs millions.

### VOTRE SITUATION DE DÉPART

Vous avez déjà une première idée concrète de votre projet et vous en êtes au stade où vous devez décider comment le mener. Vous savez déjà dans les grandes lignes :

- où l'eau sera prélevée, turbinée et restituée ;
- comment l'eau peut être acheminée de la prise d'eau jusqu'à la centrale ;
- si le courant produit alimentera le réseau public ou un réseau isolé.

Vous savez également plus ou moins :

- le volume d'eau à disposition au cours d'une année moyenne (débit résiduel éventuellement déduit) ;
- le débit et la chute pour lesquelles la centrale pourrait être conçue ;
- la quantité d'électricité produite en une année.

Cela sous-entend que vous ayez également vérifié qu'aucun obstacle manifeste tel qu'une construction existante ou une situation topographique très particulière, ne va à l'encontre de la réalisation de votre projet.

Si vous n'en êtes pas encore à ce stade, il convient tout d'abord de réaliser une étude de potentiel. Pour ce faire, il est possible de consulter les publications de PACER, « Guide pratique pour la réalisation de petites centrales hydrauliques », ou de suivre les conseils d'experts.

### HYPOTHÈSE DE BASE : MODÈLE D'ÉTUDE CLASSIQUE

Sauf indication contraire, le présent guide part du principe que le projet est organisé selon le « modèle de planification classique ». Ainsi, le maître de l'ouvrage confie-t-il la direction générale du projet à un mandataire qui assume la responsabilité de l'intégralité de la planification et qui gère, en tant que chef de projet spécialisé, son propre personnel ou des tiers. Le maître de l'ouvrage conclut des contrats individuels avec ces derniers ainsi qu'avec les fournisseurs, les entrepreneurs et les artisans.

### HARMONISATION AVEC LES PUBLICATIONS DE L'OFEN

Le contenu du présent guide concorde avec les documents déjà publiés par SuisseEnergie. Il vient compléter, en matière de procédures d'étude et d'autorisation, les deux publications que sont :

- « **Manuel Petites centrales hydrauliques** »
- « **Organe responsable, coopérations et financement de petites centrales hydrauliques** »

Pour une orientation plus rapide, les contenus et les thèmes clés de ces trois documents ont été mis en comparaison dans le tableau suivant.

# 1 LES PREMIÈRES QUESTIONS À SE POSER

Thèmes x = traité en intégralité (x) = évoqué rapidement ou décrit partiellement	Manuel Petites centrales hydrauliques  (déc. 2012)	Guide Organe responsable, coopérations et financement  (2015)	Guide planification et procédures  (2016)
Généralités PCH	x		
Soutien du secteur public	x		
<b>Généralités et planification</b>			
Fondamentaux en matière d'étude	x		x
Identification du projet, phase initiale	(x)	(x)	x
Phase d'étude et de réalisation	(x)	(x)	x
Mise en service, clôture du projet	(x)		x
Assurance qualité, risques et opportunités	(x)		x
Organisation du projet, modèles de collaboration		x	(x)
Appels d'offres, évaluations d'offres et contrats			x
Planifications spécialisées et analyses spécifiques			x
<b>Autorisations, aspects juridiques</b>			
Procédures d'autorisation	(x)		x
Débit résiduel / Rapports environnementaux, EIE	(x)		x
Exigences en matière de protection de l'environnement	x		x
Redevance hydraulique / exemption de redevance	x		(x)
Assurances	(x)		x
<b>Injection et vente du courant</b>			
Dispositions en matière de raccordement au réseau	x		
Modèles d'affaires, rétribution du courant injecté, RPC	x		(x)
<b>Aspects financiers</b>			
Généralités sur les coûts d'investissement			x
Calcul de rentabilité	(x)		x
Financement, modèles de financement	(x)	x	(x)
Soutien financier par la Confédération et les cantons	x		
<b>Composition de l'organe responsable</b>			
Raisonnements fondamentaux		x	(x)
Modèles d'organes responsables		x	
<b>Aides, références complémentaires</b>			
Informations et conseils	(x)		
Crédits, prêts et participations	x	x	
Bibliographie	x		
Adresses	x		
Glossaire	x		x

Tableau 1 : harmonisation entre les différentes publications de l'OFEN en matière de petites centrales hydrauliques

## 1.1 MON PROJET EST-IL SUSCEPTIBLE D'ÊTRE AUTORISÉ ?

Il n'est pas rare qu'un maître de l'ouvrage trouve son projet judicieux et légitime, alors que du point de vue des associations de protection de l'environnement ou des autorités, celui-ci soit jugé disproportionné ou contraire à la loi. De telles situations peuvent parfois être résolues si les parties sont ouvertes au dialogue, proposent des solutions créatives et acceptent les compromis, mais elles peuvent parfois conduire à des litiges de longue haleine, voire à l'abandon du projet. L'argent, le temps et l'énergie investis sont alors perdus. Afin de limiter les préjudices que peuvent causer de telles situations (malheureusement fréquentes), il est fortement recommandé de se préoccuper dès le début de la probabilité d'obtenir une autorisation et de se montrer ouvert aux éventuelles adaptations du projet.

La probabilité d'obtenir une autorisation pour un projet peut être particulièrement remise en cause si le projet va à l'encontre :

- des lois environnementales**

Outre des dispositions vérifiables ou mesurables claires et explicites (p. ex. distances à respecter dans les zones à bâtir), les lois ne fixent parfois que des objectifs basiques (p. ex. à l'Art. 9 § 1 a LFSP : créer des conditions de vie favorables à la faune aquatique). Exemples typiques pour les centrales hydrauliques :

  - détermination d'un débit résiduel adapté ;
  - appréciation et évaluation de l'impact sur les paysages.

Généralement, seuls des experts qui s'appuient sur des normes, des directives et des procédures d'évaluation reconnues peuvent évaluer si votre projet remplit ces critères ou non.
- de l'habitat aquatique**

Les dégâts causés par un projet de centrale peuvent être beaucoup plus importants sur un cours d'eau semi-naturel en comparaison avec un cours d'eau fortement aménagé. Par conséquent, le projet ne peut être autorisé que s'il respecte des exigences écologiques plus élevées.

Les propriétés structurelles des eaux suisses ont été décrites et peuvent être consultées sur le géo-portail fédéral sous « Écomorphologie niveau R » (voir § 4.3.2).

De plus, les buts de l'utilisation de la zone aquatique jouent également un rôle essentiel dans la probabilité d'obtenir une autorisation.
- d'autres intérêts de protection dans le domaine de l'environnement**

Comparer les géo-informations disponibles sur Internet et les critères d'exclusion valables de manière générale permet d'évaluer si votre projet menace d'autres intérêts importants en matière de protection. Vous trouverez la liste des critères d'exclusion au chapitre 6 de la « Recommandation relative à l'élaboration de stratégies cantonales de protection et d'utilisation dans le domaine des petites centrales hydroélectriques » (OFEV, OFEN, ARE ; 2011).
- des stratégies cantonales de protection et d'utilisation des eaux**

En plus des lois, zones protégées, inventaires, plans directeurs et plans d'aménagement existants, ces dernières années, des cantons ont classés certains cours d'eau voire certaines régions entières selon leur nécessité d'être protégés ou selon leur adéquation avec l'exploitation de centrales hydrauliques. Si votre projet ne se situe pas dans cette zone d'adéquation, obtenir une autorisation pourra s'avérer difficile.
- des intérêts de la protection contre les crues**

Si un projet va à l'encontre de la protection contre les crues, des adaptations cruciales peuvent dans certaines circonstances être exigées. Pour plus d'informations, adressez-vous aux autorités cantonales compétentes en matière d'aménagement hydraulique.
- d'autres intérêts publics**

La proximité avec des zones de détente ou d'habitation, des installations d'infrastructure existantes ou projetées ou toute autre installation similaire peut justifier l'hostilité des instances d'autorisation.
- des intérêts de propriétaires fonciers ou de propriétaires de conduites**

Sur le terrain, les statuts des propriétés et les conduites sont rarement visibles. Bien que des accords soient souvent passés dans le cadre des projets, il ne faut pas exclure que de tels intérêts privés puissent retarder voire empêcher la réalisation du projet.

Renseignez-vous auprès des autorités (office du registre foncier) quant aux statuts de propriété et auprès des fournisseurs quant au déroulement des travaux de canalisations.

L'élément décisif en matière d'obtention d'autorisation est le fait de savoir si votre installation :

- utilise un tronçon de cours d'eau naturel ou semi-naturel ;
- affecte uniquement un tronçon déjà utilisé (centrale de dotation ou centrale située sur le canal d'une centrale existante), ou s'il s'agit d'une « centrale intégrée à un réseau d'eau » liée à un approvisionnement en eau potable ou à une installation d'enneigement ou de traitement des eaux usées.

Pour les installations relevant de la première catégorie, les efforts à fournir et les difficultés à surmonter avant d'obtenir l'autorisation nécessaire sont en règle générale nettement plus nombreux que pour la seconde catégorie<sup>1</sup>.

Dans le cadre des stratégies cantonales de protection et d'utilisation des eaux, la taille de l'installation joue également parfois un rôle. Certains cantons n'autorisent les « petites centrales hydrauliques » sur eaux naturelles qu'à certaines conditions (pour le canton de Berne, les sites de moins de 300 kW sont acceptés uniquement dans les alpages).

Notez qu'il n'existe en règle générale aucune exigence légale en matière de concession (sauf cantons possédant d'autres réglementations en matière de souveraineté sur les eaux). Il en est autrement pour les permis de construire : celui-ci doit être délivré si toutes les dispositions légales sont respectées.

Certaines autorités cantonales recommandent de prendre contact avec le service spécialisé compétent avant de commencer à élaborer le projet. Celui-ci donne des conseils en matière de faisabilité globale, de procédures ainsi qu'au niveau de la documentation à fournir.

Les critères les plus importants pour l'obtention d'une autorisation sont détaillés au point 4.3.

## 1.2 COMBIEN COÛTE MON PROJET ?

Une longue expérience dans le domaine de la petite hydraulique ne suffit pas pour estimer les coûts avec précision et fiabilité : il est en effet important que les principales caractéristiques du projet soient correctement établies et planifiées. Les valeurs de référence telles que nous les connaissons dans le bâtiment (p. ex. 600.- CHF par m<sup>3</sup> construit) ne sont pas applicables aux petites centrales hydrauliques, les facteurs d'influence étant trop divers et trop nombreux.

Toutefois, il est possible de plus ou moins limiter les coûts sans trop d'effort. Ainsi, nous vous recommandons

- de chercher une centrale comparable et de vous renseigner sur son coût. Les caractéristiques similaires à votre projet doivent au moins être les suivantes : puissance, hauteur de chute, type de centrale, topographie et accès. Vérifier l'exhaustivité des indications de prix se rapportant aux nouveaux éléments à bâtir et aux travaux à effectuer.
- d'effectuer une estimation minimum/maximum : le projet se divise en différentes composantes. Pour chacune de ces composantes, un montant minimum (optimiste) et un montant maximum (pessimiste) sont estimés sur la base de l'expérience déjà acquise. En additionnant les coûts généraux et les coûts annexes liés à la construction, on obtient une fourchette de prix min./max. souvent très large.
- À ce résultat s'ajoute l'investissement maximal économiquement raisonnable (cf. point suivant). S'il est inférieur à la fourchette de prix min./max., le projet n'est selon toute vraisemblance pas rentable ; s'il est supérieur, on peut alors partir du principe qu'il l'est. S'il est compris dans cette fourchette min./max., de plus amples analyses sont nécessaires.
- de mandater un chef de projet expérimenté, afin qu'il entreprenne une estimation des coûts de votre esquisse de projet. Celle-ci peut être réalisée dans le cadre d'une analyse sommaire bénéficiant du soutien financier de la Confédération (cf. point 6.2).

Quelle que soit la méthode choisie, vérifiez toujours l'exhaustivité de la liste des coûts (cf. point 5.2).

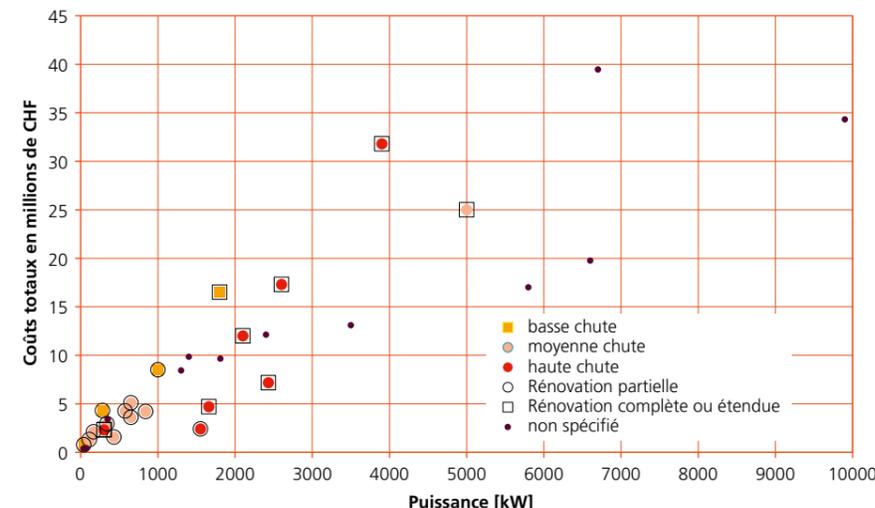


Fig. 1 : Coûts d'investissement des installations projetées ou réalisées selon la puissance installée

Le graphique ci-contre illustre l'importance de l'étendue des coûts totaux. Ainsi, selon les conditions du site, un projet peut s'avérer plus rentable à une puissance plus élevée.

Vérifiez que des synergies peuvent être développées avec d'autres projets d'aménagements (passe à poissons, mesures de protection contre les crues, conduites d'eau potable ou d'eaux usées) et s'il y a des possibilités de répartir les coûts.

## 1.3 QUEL MONTANT MON PROJET NE DOIT-IL PAS DÉPASSER ?

Une fois le coût approximatif déterminé, il est intéressant de savoir si des réserves sont encore disponibles ou si les coûts estimés sont trop élevés pour pouvoir envisager une quelconque rentabilité.

Afin de réaliser une première estimation sommaire de la rentabilité, on applique la formule simple suivante, qui repose sur une durée d'amortissement de 20 ans avec une rémunération du capital générale de 5 % et des coûts d'exploitation et d'entretien annuels à hauteur de 2 % des coûts d'investissement.

$$\text{Investissement max. [CHF]} = 10 \times \text{recette annuelle [CHF/an]}$$

La recette annuelle correspond au produit de la production électrique par la rétribution du courant injecté (tarif RPC) :

$$\text{Recette annuelle [CHF/an]} = \text{production énergétique [kWh/an]} \times \text{rétribution du courant injecté [CHF/kWh]}$$

Si le projet s'avère peu viable selon cette estimation, des solutions d'amélioration de la rentabilité restent envisageables : d'une part en réalisant une estimation des coûts plus précise, et d'autre part en baissant les exigences de rendement (c.-à-d. en allongeant la durée d'amortissement ou en diminuant la rémunération du capital). La prudence est toutefois de rigueur dans tous les cas.

Néanmoins, si le résultat s'avère clairement mauvais (même dans le cas d'hypothèses optimistes), il est conseillé d'envisager la modification ou l'abandon du projet. Le chap. 5 développe ces aspects et présente les procédures de façon plus détaillée.

Pour les **installations isolées**, telles que les microcentrales destinées aux groupements d'alpage ou aux refuges de montagne, d'autres références en matière de coûts raisonnables peuvent être considérées. Sur la base des besoins journaliers ou hebdomadaires en énergie et en puissance, il peut être intéressant de trouver s'il existe d'autres alternatives énergétiques à la centrale hydraulique. Un comparatif global de longue durée peut répondre à la question de la proportionnalité des coûts.

<sup>1</sup> Les catégories décrites sont utilisées en Annexe 1.1, § 2 de l'OEné pour le calcul du tarif RPC. Elles conviennent toutefois également à une première estimation de la probabilité d'obtenir une autorisation. A noter que ces catégories disparaissent dans la Stratégie énergétique 2050 telle que définie au 1<sup>er</sup> semestre 2017.

## 1.4 COMMENT PUIS-JE UTILISER MON ÉLECTRICITÉ ?

Plusieurs possibilités s'offrent à vous en matière d'exploitation du courant produit :

- vente de l'électricité au distributeur local avec « plus-value écologique » ;
- promotion de la « plus-value écologique » sur une bourse d'éco-courant ;
- rétribution du courant injecté (RPC) ;
- consommation personnelle (partielle ou totale) ;
- distribution à un réseau isolé (p. ex. à une coopérative d'alpage).

Jusqu'en 2017, la solution la plus fréquente est celle de la RPC, par laquelle le producteur bénéficie de tarifs de rachat attractifs et réglementés garantis pendant 20 ans. Le principe selon lequel la « plus-value écologique » du courant issu des PCH ne peut être vendue deux fois s'applique. Ainsi, il n'est pas autorisé p. ex. de faire également valoir le courant issu des PCH sur une bourse de courant vert ou éco-courant. Vous trouverez plus de détails sur la RPC au point 5.5.

## 1.5 QUEL EST LE TEMPS NÉCESSAIRE À LA RÉALISATION DE MON PROJET ?

Alors que la durée de réalisation peut être prévue de façon relativement précise en fonction de la taille et des caractéristiques du projet, le temps nécessaire à la phase d'étude et d'autorisation dépend souvent de facteurs externes (sur lesquels aucune influence ne peut être exercée) ; cette durée est donc difficile à estimer, chaque cas pouvant varier du tout au tout. S'il ne s'agit que de l'installation d'une petite turbine standard dans le local technique d'un réservoir existant, la durée du projet peut avoisiner, dans le meilleur des cas, une année et demi. Le tableau ci-dessous donne certaines valeurs de référence :

	dans le meilleur des cas, p. ex. si...	années	dans le pire des cas, p. ex. si...	années
Phase initiale	l'idée du projet est claire et il est très peu probable qu'il change	¼	l'idée du projet est peu claire ou de nombreuses variantes sont possibles	> 2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identification du projet</li> <li>• Études préliminaires</li> <li>• Premiers contacts</li> </ul>	les propriétés hydrologiques sont suffisamment connues		les données de débit sont insuffisantes et des mesures complémentaires sont nécessaires	
	les répercussions sont très limitées dans l'espace		le territoire concerné est plus grand	
Phase d'étude et d'autorisation	l'environnement local est peu affecté, p. ex. dans le cas d'une centrale intégrée à un réseau d'eau	¾	les interventions sur les paysages ou sur l'écologie des eaux liées au projet sont importantes	> 3
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avant-projet et projet de l'ouvrage</li> <li>• Octroi de la concession</li> <li>• Permis de construire</li> </ul>	le projet est clair et présente une planification simple		le projet est compliqué et présente une planification complexe	
	peu d'autorisations sont requises		de nombreuses autorisations sont requises	
	la probabilité que le projet soit accepté est grande		la probabilité que le projet soit accepté par les autorités et les associations est faible, un recours est probable	
Phase de réalisation	peu d'interventions d'aménagement sont nécessaires	½	d'importantes interventions d'aménagement sont nécessaires	> 2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Appels d'offres</li> <li>• Projet d'exécution</li> <li>• Travaux de génie civil et de montage</li> <li>• Mise en service</li> </ul>	des travaux peuvent être effectués en parallèle		il s'agit d'un « chantier linéaire » : les travaux ne peuvent être effectués que les uns après les autres (p. ex. galeries)	
	les machines ont pu être commandées suffisamment tôt d'où des délais de livraison courts		les délais de livraison sont longs, les commandes ont été passées (trop) tard	
Total (années)		1½		> 7

Tableau 2 : valeurs de référence pour le déroulement du projet

## 1.6 QUELLES ÉTUDES SONT À MENER POUR MON PROJET ?

### ÉTUDE TECHNIQUE (CF. CHAP. 6)

L'ordre classique de toute phase d'étude technique pour tout projet de construction, comprend les phases suivantes :

- études préliminaires (faisabilité technique et économique, comparaison des variantes possibles)
- avant-projet (servant de base à la demande de concession, si nécessaire)
- projet de l'ouvrage (servant de base au permis de construire et aux appels d'offres)
- phase de soumission (appels d'offres)
- projet d'exécution

Tous les projets n'ont pas à passer par chacune de ces étapes d'étude. Les projets de grande ampleur, complexes ou situés dans un environnement sensible nécessitent plus d'étapes d'analyse, et ce, plus particulièrement en phase initiale. Pour les petits projets simples, en revanche, certaines études peuvent être supprimées ou regroupées. Vous trouverez plus de détails à ce sujet aux chapitres 2, 6 et 7.

Les **coûts** des études techniques et de direction des travaux découlent du nombre d'heures nécessaires et des taux horaires. L'expérience montre que le nombre d'heures nécessaires dépend des coûts de construction, de la complexité du projet et des prestations complémentaires qui seront confiées au mandataire. Les prix pour la planification et la direction des travaux sont compris entre 10 %, environ, des coûts de construction donnant droit à des honoraires, pour les gros projets relativement simples, et plus de 20 %, pour les petits projets relativement complexes. Pour savoir si votre projet est plutôt important et complexe, ou petit et simple, consultez l'Annexe 3.

Vous trouverez plus d'informations sur les coûts d'étude technique et sur la direction des travaux au point 5.4.

### ÉTUDES ENVIRONNEMENTALES, ANALYSES SPÉCIFIQUES ET MESURES (CF. CHAP. 7)

À la planification technique pure vient s'ajouter, selon les projets, un plus ou moins grand nombre de :

- analyses environnementales (analyses sur les paysages ou sur l'écologie des eaux, eaux souterraines, débits résiduels, étude d'impact sur l'environnement des installations de plus de 3 MW, etc.) ;
- analyses spécifiques (géologie, hydrogéologie, contamination du site, bruits, vibrations, etc.) ;
- campagnes de mesure, sondage du terrain, analyses des fondations de construction, etc.

Le coût des études environnementales et analyses spécifiques peut aller de « presque rien » à quelques dizaines ou centaines de milliers de francs ; la taille ou les coûts de construction de la centrale prévue ont cependant moins d'impact sur ce montant que sur les coûts d'étude technique.

### DOCUMENTATION MINIMUM À FOURNIR

La documentation standard à constituer au cours du projet et le niveau de détails des analyses sont indiqués dans les tableaux en annexes 4 et 5. Ces lignes directrices doivent être spécifiquement adaptées à chaque projet concret.

## 2 LES FONDAMENTAUX EN MATIÈRE D'ÉTUDE DE PCH

### 1.7 DE QUELS PARTENAIRES DE PROJET AI-JE BESOIN ?

Il est très rare qu'une centrale hydraulique puisse être construite par une seule personne. Au fur et à mesure que le projet avance, le cercle des participants s'élargit. L'initiateur du projet ou le futur maître de l'ouvrage a tout intérêt à rechercher des partenaires le plus tôt possible. Il faut cependant distinguer :

- les partenaires au sens strict, c'est-à-dire ceux qui s'engagent à partager les risques et la réussite du projet et qui constituent, ensemble, l'organe responsable. Il s'agit généralement des co-initiateurs et des fournisseurs de capitaux propres (p. ex. les actionnaires dans le cas d'une centrale en SA). Ces partenaires doivent en règle générale intégrer le projet assez tôt et être convaincus de sa réussite ou le devenir. L'organe responsable doit pouvoir couvrir les ressources clés suivantes :
  - capacités de management ;
  - site et droit d'exploitation de l'eau (concession) ;
  - capitaux propres ;
  - compétences spécialisées dans le domaine de la construction, des centrales hydrauliques et du marché de l'électricité (point non indispensable mais avantageux).
- les partenaires au sens de mandataires, qui sont payés pour leur prestation et qui ne partagent pas les risques liés au projet<sup>2</sup>. Il s'agit généralement des fournisseurs de machines, d'électronique, d'éléments de commande et d'équipements hydromécaniques, des entreprises en bâtiment, des artisans, des ingénieurs, des spécialistes en environnement ainsi que d'autres planificateurs et experts, et également des bailleurs de fonds (banques) et autres assureurs. En règle générale, ceux-ci sont choisis suite à des appels d'offres, et un contrat réglementant les prestations et la rémunération est conclu. Il peut toutefois arriver qu'un mandataire ou un entrepreneur, par exemple, devienne un partenaire au sens strict du terme (en acceptant des actions plutôt qu'une rémunération).

Les partenaires à rechercher dépendent des ressources nécessaires au projet à plus ou moins long terme. Dans le guide « Organe responsable, coopérations et financement des petites centrales hydrauliques », ces thèmes sont traités dans le détail et différents modèles de financement et de partenariat sont présentés.

La liste des fournisseurs principaux établie par l'association Swiss Small Hydro peut être une aide précieuse en matière de recherche de partenaires de projet :

<http://swissmallhydro.ch/fr/marktplatz-3/marktfuehrer/>

<sup>2</sup> Le guide « Organe responsable, coopérations et financement » les nomme « partenaires de coopération ».

### 2.1 DÉROULEMENT DU PROJET : PHASES ET PROCESSUS

Un aperçu permet de se rendre compte de l'utilité d'identifier à l'avance le déroulement et les interdépendances d'un projet de petite hydraulique. Il peut ainsi être subdivisé en plusieurs phases et processus et être représenté par un planning, à mettre à jour régulièrement, sur lequel le maître de l'ouvrage et le mandataire peuvent s'appuyer.

Vous trouverez en page 16 un planning valable pour tous les projets de PCH et utilisé comme trame pour le présent guide.

#### 2.1.1 PHASES DU PROJET

Le déroulement d'un projet de PCH peut être sommairement divisé en quatre phases : phase initiale, phase d'étude, phase de réalisation et enfin phase d'exploitation.

##### PHASE INITIALE

Cette phase débute normalement avec une idée vague du projet et s'achève par une analyse sommaire ou une étude de faisabilité. Le nombre de personnes et les dépenses sont très limités. La fin de la phase initiale peut se terminer par une prise de contact avec les autorités (examen préalable), les riverains et éventuellement les associations de protection de l'environnement, afin de recueillir leurs avis et réactions quant au projet.

##### PHASE D'ÉTUDE ET DE RÉALISATION

Elle commence par une étude de variantes afin d'optimiser le projet. Parallèlement aux évaluations technico-économiques, diverses analyses sont menées, notamment de type environnemental. Un dossier nommé « projet de concession » ou « projet de mise à l'enquête » est constitué sur la base d'un avant-projet technique et/ou d'un projet d'exécution. En règle générale, ce dossier comporte un rapport technique, une étude environne-

mentale et d'éventuels autres documents tels que des plans. Il est remis aux autorités accompagné d'une demande d'autorisation, puis mis à l'enquête publique. Selon la nature du projet et les directives officielles, une ou deux étapes d'autorisation sont nécessaires.

Une fois les autorisations requises accordées, les appels d'offres relatifs aux composantes les plus importantes du projet peuvent être effectués. À l'aide des tarifs présentés par les prestataires, les coûts totaux et la rentabilité sont à nouveau vérifiés et les négociations contractuelles avec les entrepreneurs, fournisseurs et bailleurs de fonds sont entreprises. Le permis de construire est délivré sous réserve de financement du projet et les contrats d'entreprise, de livraison et (le cas échéant) d'emprunt sont signés. Les petits projets simples ne nécessitent pas autant d'étapes d'étude. Pour les projets plus complexes et de plus grande envergure, il est recommandé d'établir une planification précisément échelonnée.

##### PHASE DE RÉALISATION

C'est à ce stade que la plupart des coûts doivent être honorés et que le cercle de participants est le plus large.

La planification de l'exécution, avec peu de temps accordé aux travaux préparatoires (préalables à la construction), s'effectue à l'aide de tous les plans et informations détaillées nécessaires au chantier et aux fournisseurs. En règle générale, plus aucune modification majeure n'est apportée au projet durant la phase d'exécution. Outre la coordination des entreprises en bâtiment, des fournisseurs, des monteurs et des artisans, le contrôle des coûts, des délais et de la qualité est extrêmement important. Les ouvrages sont également inspectés tandis que les autorités peuvent contrôler que les réglementations sont respectées sur le chantier.

La phase de réalisation prend fin à la réception des travaux et à la mise en service des composants mécaniques et électriques. Une fois la période de tests finalisée et d'éventuelles mesures correctives apportées, le décompte final, le manuel d'exploitation et la documentation de l'installation sont établis.

## PHASE D'EXPLOITATION

La phase d'exploitation commence par une période de rodage de l'installation pendant laquelle le personnel d'exploitation doit optimiser les systèmes de commande et les procédures, afin d'éliminer tout défaut. En règle générale, après quelques semaines ou mois, un fonctionnement de routine s'installe. Dans certains cas, les répercussions du projet sur l'environnement sont identifiées et exploitées par le biais d'une surveillance.

L'amortissement des capitaux investis commence au moment de la mise en exploitation.

## 2.1.2 PROCESSUS (OU « RAILS »)

Au cours des différentes phases du projet, plusieurs processus s'opèrent en parallèle. Chacun d'entre eux met en scène des acteurs principaux typiques (autorités, maîtres de l'ouvrage, planificateurs et spécialistes, entrepreneurs et fournisseurs) dont les rôles et les tâches varient selon le projet, et auxquels viennent s'ajouter d'autres collaborateurs. Dans le présent guide, ces processus ont été divisés en quatre groupes, dont trois premiers font chacun l'objet d'un chapitre.

### PROCÉDURES D'AUTORISATION, ASPECTS JURIDIQUES

Les différentes procédures d'autorisation sont décrites au chap. 4.

Les procédures de concession et d'autorisation jouent un rôle central et concernent un nombre variable de services administratifs et d'autorisations partielles, selon le projet et les spécificités cantonales. A ces autorisations viennent également souvent s'ajouter des analyses liées aux propriétés foncières et aux droits de passage. Mandataire et maître de l'ouvrage travaillent alors en étroite collaboration.

### ASPECTS FINANCIERS, FINANCEMENT ET ORGANE RESPONSABLE

Les données de base pour les coûts et la rentabilité en matière de petites centrales hydrauliques sont indiquées au chapitre 5, où le thème du financement est également abordé.

Développé dans le guide « Organe responsable et financement », oublié par l'OFEN en 2015, le lien étroit existant entre le financement et l'organe responsable est également expliqué au point 3.1.

### PLANIFICATION ET DIRECTION DES TRAVAUX

Le déroulement et le contenu de chacune des étapes d'étude, les droits et obligations du maître d'ouvrage qui en découlent ainsi que les interconnexions avec les exécutants sont décrits aux chapitres 6 et 7.

A noter que le maître de l'ouvrage est également, dans une certaine mesure, toujours (co)mandataire, et qu'il endosse donc également une certaine responsabilité. Cela peut se limiter à quelques décisions stratégiques, mais dans des cas extrêmes, il prend en charge à lui seul la plus grande partie de la planification et ne fait appel à un mandataire spécialisé que de façon ponctuelle.

Pour les projets de grande ampleur, il est courant de confier la direction générale du projet à un mandataire expérimenté dans le domaine des petites centrales hydrauliques (entreprise d'ingénierie, ingénieur), conformément au règlement SIA relatif aux honoraires.

### EXÉCUTION

Les fournisseurs, artisans et entrepreneurs exécutants n'entrent en action qu'au moment de la réalisation, hormis pour d'éventuels renseignements au cours de la phase initiale ou de la phase d'étude. L'importance des exécutants et des tâches du maître de l'ouvrage et du mandataire est également décrite au chapitre 6, aux points concernant la planification et la direction des travaux.

Processus	Procédure de demande d'autorisation	Aspects financiers	Planification et direction des travaux		Exécution
	Chap. 4	Chap. 5	Chap. 6	Chap. 7	
Acteurs principaux	Autorités Point 3.4	Maître de l'ouvrage Point 3.1	Planificateurs, ingénieurs Point 3.2	Planificateurs spécialisés, spécialistes	Entrepreneurs, fournisseurs, artisans
Phase initiale	Estimation de la probabilité d'obtenir une autorisation Point 4.3 Analyses des propriétés foncières Renseignements éventuels des autorités et associations Éventuelle demande préalable Point 4.4	Idee du projet Poursuite ? Demande de soutien (RPC) Recherche de partenaires Point 3.1 et chap. 7 Début planification	Soutien général du maître de l'ouvrage Analyse sommaire, étude de faisabilité et des variantes Point 6.3	Études préliminaires de la géologie et de l'hydrologie, si besoin Points 7.1 et 7.2 Études environnementales > 3 MW Enquête préliminaire d'EIE Point 7.3	
Phase d'étude	Processus de concession Points 4.5 et 4.6 Concession	Prises de contact avec les autorités, les locaux et les associations Variantes ? Cas de décisions intermédiaires	Avant-projet Recommandations à l'attention du maître de l'ouvrage Documents de demande de concession Point 6.4	Études, au besoin Mesure Notice d'impact sur l'environnement et rapport sur les débits résiduels (éventuellement combinés), (> 3 MW : EIE 1 <sup>ère</sup> p.) Point 7.3	Éventuelles offres à titre indicatif
			Processus d'autorisation Point 4.7 Permis construire	Garantie du financement Communication de l'avancement du projet (RPC) Création de la société Décision construire	
			Appels d'offres Point 6.7	Aide, au besoin, pour les appels d'offres	Offres
Phase de réalisation	Éventuelles autorisations partielles Contrôles du chantier	Informations aux autorités Surveillance de l'avancée du projet et des coûts Communication de la mise en service (RPC)	Planification de la réalisation Point 6.12.1	Études, au besoin	Fabrication Préparation des travaux
			Direction des travaux Point 6.12.2		
	Réception par les autorités		Mise en service, réception Point 6.13		Éventuelles mesures correctives Point 6.13.1
Phase d'exploitation		Réception Rénovation ? Extension ?	Finalisation du projet, documentation de l'ouvrage Point 6.13.2	Éventuelle surveillance environnementale	Application de la garantie Point 6.10

Fig. 2 : phases et processus d'un projet

## 2.2 DE LA GÉNÉRALITÉ AU DÉTAIL

Il est bien connu que les interventions et modifications en phase initiale d'un projet sont beaucoup plus simples et moins chères à mettre en place que lors de phases ultérieures. En d'autres termes, plus le projet progresse, plus il est difficile et coûteux (en règle générale) de le modifier. Si les autorisations de projet ont été accordées, il n'est alors plus possible de modifier les caractéristiques dont les autorisations font l'objet, sauf en réitérant la procédure de demande d'autorisation. Si les machines ont été commandées et que les plans de construction ont été approuvés, modifier des éléments s'avèrera alors bientôt impossible. Si les contrats d'entreprise conclus avec l'ingénieur en bâtiment ont été signés, chaque prestation complémentaire coûtera alors plus que si elle avait été comprise dans l'offre.

On constate donc l'extrême importance que revêtent les premières phases de conception du projet. Un minimum d'informations est nécessaire en début du projet afin de prendre les décisions les plus importantes. Même si ces informations n'ont pas à être particulièrement précises, elles servent tout de même de lignes directrices et doivent donc être mûrement réfléchies sur le long terme. On peut donc en déduire que la participation d'un expert chevronné s'avère utile dès la phase initiale.

### UTILISATION MODÉRÉE DU TEMPS ET DES RESSOURCES FINANCIÈRES

Le défi du maître de l'ouvrage et du mandataire est de planifier le projet le mieux possible en fonction du temps et des ressources financières disponibles. Sans perdre de vue l'objectif final, pour chaque phase d'étude du projet, il s'agit :

- d'entreprendre au moment opportun ce qui se révèle être nécessaire, mais pas plus ;
- de ne pas se perdre dans des détails inutiles ;
- de recueillir, exploiter, représenter, transmettre seulement les informations et prendre uniquement les décisions pouvant permettre de passer aux étapes suivantes et de mener à bien le projet comme l'entend le maître de l'ouvrage.

Le Tableau 3 présente ce que cela peut signifier concrètement pour les projets de petites centrales hydrauliques. Établi à titre indicatif, il montre quels éléments doivent être établis, et, ce, à quel moment et dans quelle mesure.

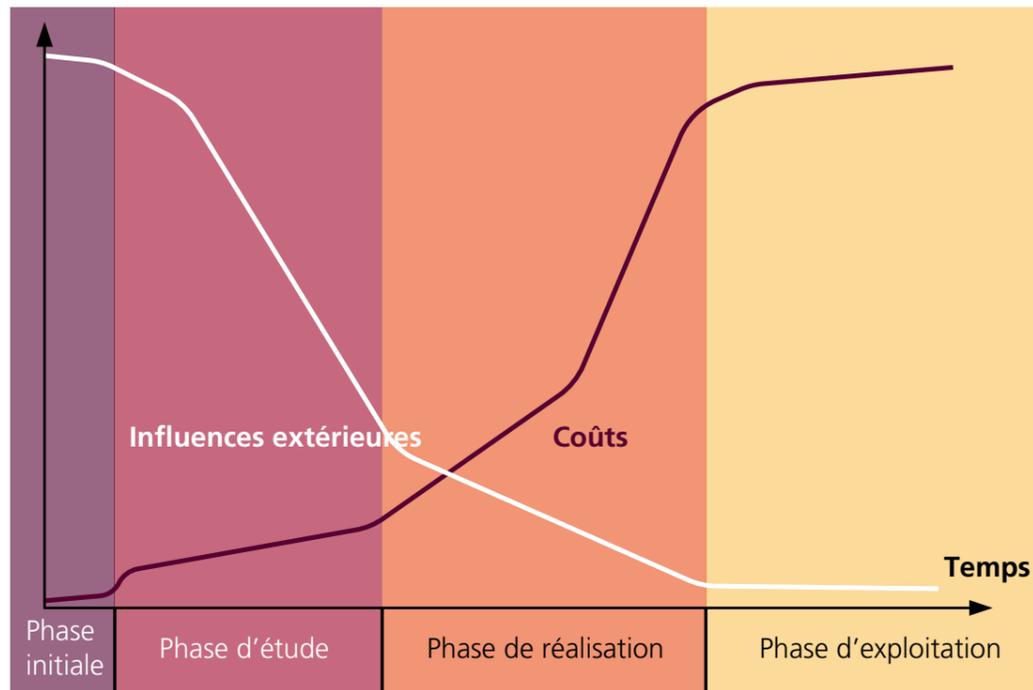


Fig. 3 : Influences extérieures et coûts au fil de la progression d'un projet

	Études préliminaires	Avant-projet = base pour dossier de demande de concession	Projet de l'ouvrage = base pour dossier de demande de permis de construire et appels d'offres	Décision de construire, attributions	Phase d'exécution
Hydrologie	relativement précise	exacte	plus aucune modification		
Débit d'équipement	+/-20 %	exact	plus aucune modification		
Niveaux du barrage et de la restitution	approximatifs	exacts (cm)	plus aucune modification		
			dans le cas de sites à basse chute : haut degré d'exactitude nécessaire dès l'étude préliminaire		
Prise d'eau	emplacement et taille approx.	détails environnementaux	détails de la construction hydraulique	Documentation précise, pré-dimensionnement, répartition par lots et leurs interactions	détermination des détails dans le cadre du projet d'exécution
Conduite des eaux à turbiner	Tracé potentiel	tracé précis	tracé exact		
Local de turbinage	emplacement et taille approx.	situation et contours	détails		
Machines	solution possible	solution possible	solution définitive		
	site basse chute : solution définitive à apporter dès l'étude préliminaire				
Contrôle-commande et équipements électriques	espace nécessaire approx.	caractéristiques principales	conception concrète	coûts approx.	
Raccordement au réseau	Lieu, tension et capacités connus		schéma unifilaire, interfaces définis		
Plans : échelles et précision	schémas	au 1:200 / 1:100 Cotes du barrage et détails utiles à l'autorisation exacts	au 1:100 / 1:50 centimètres pour les contours externes visibles		au 1:50 / 1:20 plans de coffrage et de ferrailage tout en centimètres
Exactitude des coûts totaux	étude de faisabilité : +/-25 %	+/-20 %	+/-10 %	offres fermes plus de 80 % du montant global	contrôle des coûts régulier
	étude de variantes : coûts relatifs				

Tableau 3 : précisions exigées et contenu des documents du projet, selon la phase de projet (informations données à titre indicatif)

## 2.3 RISQUES ET CHANCES LIÉS AU PROJET

Toutes les phases de projet d'une PCH, de même que sa phase d'exploitation, peuvent comporter des risques aux conséquences plus ou moins graves. Nombre de ces risques sont détaillés en Annexe 5 selon les phases de projet et les groupes de risques. Cette liste ne doit pas être décourageante, mais il peut tout de même valoir la peine de la consulter afin de pouvoir reconnaître un danger à temps et mettre en place des mesures préventives. Il est possible de gérer les risques de façon systématique (« gestion des risques »). Ils peuvent être systématiquement répertoriés,

périodiquement contrôlés puis appréciés. À chaque risque peuvent être attribués une probabilité d'occurrence (faible, moyenne, forte) et un potentiel de dommages (faible, moyen, élevé), ce qui permet d'établir des priorités de manière ciblée.

Le risque peut être maîtrisé grâce à des mesures dont la mise en oeuvre doit être définie dans le temps et assignée à des personnes déterminées. Ceci résulte en une matrice des risques et des mesures mise à jour régulièrement, par exemple à la suite des réunions de projet. Le même processus peut également être appliqué pour les chances. De tels instruments entrent dans le cadre de la « gestion de la qualité spécifique aux projets » (GQP).

N°	Dangers	Causes / facteurs d'influence	P	Ampleur (A)					R	M	DO	N°	Remarques
				C	D	S	EX	EN					
1	Défaut de qualité lors de l'exécution des travaux	Manque de connaissances des exécutants Lacunes lors des contrôles	6	2		2	0	8	72	x		1a	Élaboration du plan de contrôle faisant partie intégrante des documents de l'appel d'offres
								0		x		1b	Protocole d'essai de l'entrepreneur faisant l'objet d'une disposition particulière dans l'appel d'offres
								0		x		1c	Contrôles à effectuer lors de la phase de construction Procès-verbaux exigés / à établir soi-même
2	Phénomène de rupture lors des travaux à la prise d'eau ou au niveau du dessableur	Connaissances de base insuffisantes en matière de construction Contrôles de stabilité insuffisants pour la phase de construction Interprétation insuffisante des mesures de sécurité	2	8		10	0	0	36	x		2a	Décision: analyse des sols ou «méthode observationnelle»
								0		x		2b	Appels d'offres de forages de sondage
								0		x		2c	Appels d'offres d'évaluation géologique
3	Dommages causés par les crues lors de la construction de la prise d'eau	Chantier insuffisamment protégé contre les crues Risque de crue sous-estimé	6	4		6	0	0	60	x		3a	Détermination du risque de crue
								0		x		3b	Planification et visualisation des tranchées et des installations de chantier
								0		x		3c	Calculs hydrauliques incluant des contrôles
								0					
Priorités Q (Σ)				14		18	0	8					

Probabilité d'occurrence (P)  
1 Très rare  
10 Certaine

Ampleur (A)  
1 faible  
5 grande

Influe sur:

C Coûts  
D Délais  
S Sécurité  
EX Exploitation  
EN Entretien

Mesures de modifications sur fiche de traçabilité

M Mandataire  
DO Donneur

Risque / Résultat R = P x ΣA

Fig. 4 : matrice de gestion des risques

## 2.4 PRINCIPALES ÉTAPES D'UN PROJET : QUAND PRENDRE LES DÉCISIONS MAJEURES ?

Un projet doit être contrôlé périodiquement et il est nécessaire de s'interroger sur les décisions prises. L'idéal est de le faire à la fin d'une phase d'étude du projet, une fois qu'une nouvelle étape d'étude a été franchie et que les prévisions de coûts ont été actualisées. Les grandes étapes d'un projet peuvent être les suivantes :

Grandes étapes	Décisions du maître de l'ouvrage	Critères
• Première idée du projet	Poursuite, seul, de cette idée de projet	Conviction Temps à consacrer au projet suffisant
• Début de la planification	Poursuite du projet ?	Résultats positifs de la phase initiale Pas de veto de la part des autorités Moyen d'étude sûr Offre ferme proposée par un mandataire adéquat
• Choix de variantes au cours du processus d'étude	Diverses décisions quant à certaines variantes spécifiques au projet	Base de chaque décision apportée par le mandataire, répercussions de chaque variante énoncées quant à : • la technique ; • la rentabilité (coûts de construction, coûts d'exploitation, production électrique, prix de revient) ; • la probabilité d'obtenir une autorisation • l'écologie (éventuellement).
• Octroi de la concession <sup>*)</sup>	Acceptation ou refus de la décision par les autorités compétentes en matière d'autorisation	Décision quant à la suite de la procédure selon l'autorisation et les dispositions qu'elle comporte
• Octroi du permis de construire <sup>*)</sup>	Acceptation ou refus de la décision par les autorités compétentes en matière d'autorisation	
• Décision de construire	Mandat ferme pour les travaux d'exécution et les livraisons	L'évaluation des offres et les négociations contractuelles d'env. 80 % du montant du projet permet de garantir que le maximum acceptable fixé pour les coûts du projet soit respecté.
• Début des travaux	Fixation d'un délai de début des travaux	Octroi de toutes les autorisations Programme de travaux corrigé et adapté selon le temps nécessaire aux préparatifs et aux délais de livraison ainsi éventuellement que selon la saison.
• Mise en service, réception	Signature des procès-verbaux de réception et de mise en service : entrepreneurs et fournisseurs se dégagent ainsi de leurs responsabilités	Réussite des tests Éventuelles lacunes comblées
• Comptes finaux	Acceptation des comptes finaux	Comptes ajustés Garanties (cautionnements) pour toute la durée de la phase de garantie
• (Phase d'exploitation)	Décisions ponctuelles au sujet du remplacement, de la révision et/ou de la modernisation de certains composants, de l'extension de l'installation, etc.	Nécessité de tels changements Modification des conditions-limites

<sup>\*)</sup> Pour les processus en une étape, ces grandes étapes sont regroupées.

Tableau 4 : grandes étapes et décisions devant être prises par le maître de l'ouvrage

## 2.5 IMPORTANCE DES NORMES ET DES RÈGLEMENTS DE LA SIA

Les planificateurs spécialisés de petites centrales hydrauliques travaillent généralement dans le respect de diverses normes et directives techniques. Le présent guide fait référence en plusieurs points à celles de la SIA (société suisse des ingénieurs et des architectes) : leur contenu est certes surtout de nature technique, mais certaines visent également des aspects tout à fait différents, à savoir une bonne compréhension et des rapports contractuels clairs et justes entre les participants au projet, et notamment entre le maître de l'ouvrage et l'ingénieur.

Il est en principe possible de déroger aux normes techniques, dans la mesure où la stabilité, la résistance, l'adaptabilité à l'usage prévu et la sécurité de l'installation peuvent être prouvées.

Bien entendu, il est également possible de déroger aux normes contractuelles (règlement relatif aux honoraires, conditions générales des travaux de génie civil) ; toutefois, cela augmente le risque de confusion et d'incompréhension. De plus, les conditions contractuelles formulées librement peuvent s'avérer être en opposition avec la loi.

Il est recommandé au maître de l'ouvrage ainsi qu'à l'ingénieur ou au mandataire de se baser sur les règlements de la SIA. Dans le cadre des relations contractuelles entre le maître de l'ouvrage et les divers intervenants du projet, les directives suivantes sont particulièrement importantes :

- les règlements SIA 103 et 108 relatifs aux prestations et honoraires des ingénieurs civils et mécaniciens ;
- la norme 118 relative aux conditions générales pour l'exécution de travaux de construction, pour laquelle d'autres normes techniques complémentaires existent (pour les constructions souterraines, la construction en béton, la construction en acier, etc.).

Avec la norme 101, une autre collection de normes est prévue, consacrée aux droits, devoirs, prestations et modes d'organisation du maître de l'ouvrage.

Bien qu'il soit inutile de mentionner que le droit suisse s'applique aux contrats conclus au sein même de la Suisse (étant donné qu'il est de toute façon en vigueur), les normes applicables doivent être (éventuellement expressément) soulignées.

# 3 INTERVENANTS DANS LE PROJET, TÂCHES ET PRESTATIONS

## 3.1 ORGANE RESPONSABLE (MAÎTRE DE L'OUVRAGE)

### EXIGENCES ET TÂCHES

En principe, les termes « organe responsable » et « maître de l'ouvrage » se rapportent à la même chose dans le présent guide. L'important pour l'organe responsable, c'est la cohésion solide entre ses membres, et que ceux-ci puissent apporter toutes les ressources-clés nécessaires à la réalisation d'un projet de PCH. Au besoin, des partenaires peuvent être intégrés à l'organe responsable s'ils disposent des ressources encore manquantes, telles que :

- des capacités de management ;
- un site et un droit d'eau (concession) ;
- des capitaux propres suffisants ;
- un savoir-faire spécialisé dans le domaine de la PCH et un ancrage local (point non indispensable mais avantageux).

La mission de l'organe responsable est de garantir les ressources-clés mentionnées ci-dessus. Elles sont diverses et variées et peuvent être réparties entre plusieurs personnes ou entreprises différentes.

### LIEN ENTRE ORGANE RESPONSABLE ET FINANCEMENT

Les questions de l'organe responsable et du financement sont étroitement liées.

D'une part, le financement d'un projet est en règle générale l'affaire de l'organe responsable, qui doit chercher et convaincre les éventuels bailleurs de fonds (capitaux propres et capitaux étrangers). D'autre part, la forme de l'organe responsable (particulier, coopérative, Sàrl, SA), ses garanties financières et, dans une certaine mesure aussi, son modèle de coopération (organisation du projet) influent sur les chances de réussite du financement. Il ne faut pas oublier que d'autres conditions importantes entrent en jeu pour aboutir au financement d'un projet (cf. point 5.11).

### QUESTIONS

Concrètement, les exigences et tâches de l'organe responsable l'amènent à répondre aux questions suivantes.

- Le propriétaire de la centrale hydraulique prévue doit-il être un organe responsable déjà existant, ou un nouvel organe responsable doit-il être constitué ?
- De quels partenaires (personnes ou entreprises) doit être composé l'organe responsable ?
- Doit-il s'élargir pour pouvoir rassembler toutes les ressources-clés ?
- De quelles autres ressources ou tâches l'organe responsable peut-il se charger seul ? Pour lesquelles doit-il mandater un tiers (« partenaire de coopération ») ?
- À combien peuvent/doivent s'élever l'apport (personnel) et les garanties financières de l'organe responsable ?
- Quelle est la forme de société ou d'organe responsable la plus appropriée : société simple, Sàrl, SA, coopérative, etc. ?

Vous trouverez plus d'informations relatives à l'organe responsable au point 3.2.1 du guide « Organe responsable, coopérations et financement ».

## 3.2 MANDATAIRE ET CONSEILLER

### 3.2.1 MANDATAIRE

#### TÂCHES ET RESPONSABILITÉS

De la même manière qu'un architecte est indispensable ou du moins d'un grand secours dans la construction d'une maison, il est recommandé, pour les projets de PCH, de faire appel à une personne expérimentée qui endossera la responsabilité de la planification et du déroulement du projet. Il peut s'agir d'une personne ou entreprise externe de même que d'un membre de l'organe responsable. Il faut tenir compte du fait que, pour un projet de PCH moyen, les tâches à accomplir du point de vue

technique, financier et juridique sont très diverses et interdépendantes.

Le mandataire joue un rôle majeur au sein du projet. Dans le cadre de sa mission, et tout en tenant compte des directives légales et des conditions techniques limites, personne de confiance, il défend les intérêts du donneur d'ordre.

Avant de commencer à chercher un mandataire et le mandater, le maître de l'ouvrage se doit de trouver des réponses aux questions suivantes :

Pour quelles tâches ?	Les tâches du planificateur et ses compétences requises dépendent, d'une part, des tâches d'étude (et autres) du projet, et, d'autre part, de celles que le maître de l'ouvrage est capable d'assumer lui-même :
Quelles compétences ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• direction générale au sens large, tâches comprises par le maître d'ouvrage : gestion de niveau supérieur, représentation des maîtres de l'ouvrage auprès des autorités, associations, entrepreneurs, etc., pouvoir de direction, structuration de l'organisation du projet et contrôle des coûts totaux ;</li> <li>• planification spécialisée dans les domaines non techniques (environnement) ;</li> <li>• direction des travaux (générale ou purement technique) ;</li> <li>• direction des travaux spécialisés ;</li> <li>• etc.</li> </ul>
Quand ?	Le mandataire doit-il être engagé dès le début, ou seulement une fois la proposition de projet fixée ? <b>Recommandation : les planificateurs expérimentés peuvent donner de précieux conseils dès la phase initiale.</b>
Quel mandataire ?	Si le mandataire endosse la responsabilité de la direction générale, il est alors recommandé de faire appel à une entreprise chevronnée dans le domaine des petites centrales hydrauliques, dont les capacités sont suffisantes. Pour certaines tâches individuelles, telles que la statique du local de turbinage, aucune expérience dans le domaine des centrales hydrauliques n'est requise. Il est ainsi possible d'intégrer d'autres bureaux (locaux) au projet.
Mandat d'étude générale ?	Planifications spécialisées, analyses spécifiques, relevés sur le terrain (p. ex. mesures de débit, importantes opérations de mesure), échantillonnages (p. ex. carottages) : ces activités doivent-elles toutes être regroupées sous un même mandat de direction générale ou sous-traitées séparément ?

### UN INGÉNIEUR EN TANT QUE DIRECTEUR GÉNÉRAL OU SPÉCIALISTE / MANDATAIRE SPÉCIALISÉ ?

Un ingénieur peut être intégré au projet soit en tant que directeur général (c.-à-d. tant pour la planification technique que les tâches de direction générale) soit en tant que spécialiste (expert). Conformément au règlement SIA 103 relatif aux honoraires (génie civil), la direction générale comprend habituellement la coordination spatio-temporelle des différentes branches. L'Art. 2.3 du règlement SIA 103 relatif aux honoraires (2014) énonce :

1. En tant que directeur général, l'ingénieur assume la responsabilité de la conformité de la planification et de la réalisation du projet par rapport aux objectifs.

2. Le directeur général gère tous les spécialistes prenant part à la planification du projet de l'ouvrage et prend également en charge la coordination interdisciplinaire. C'est-à-dire qu'il :

- identifie la nécessité de telles planifications spécialisées ou analyses ;
- rédige les cahiers des charges et effectue les appels d'offres ;
- recommande des attributions ;
- accompagne (guide) le mandataire spécialisé ;
- assume les résultats et les exploite dans le cadre de l'élaboration globale du projet.

La mise en œuvre, l'évaluation et la documentation de l'analyse incombent toutefois aux planificateurs spécialisés ou aux spécialistes, qui doivent pour cela être mandatés séparément.

3. En tant que directeur général, l'ingénieur peut se charger des tâches de direction globale des travaux. La direction globale des travaux est la direction générale suprême de l'exécution des travaux.
4. En règle générale, la fonction de l'ingénieur en tant que spécialiste lui revient également.

### MANDAT D'ÉTUDE GÉNÉRALE

Outre les tâches ci-dessus, un ingénieur également directeur général peut aussi obtenir un mandat d'étude générale. Un seul mandataire couvre alors en principe toutes les opérations d'étude spécialisées nécessaires au projet : elles sont intégrées à son mandat. Si dans le cadre du mandat d'étude générale, un plafond de dépenses doit être respecté, alors la nature et l'étendue des opérations d'étude spécialisée, analyses spécifiques, etc. à réaliser doivent être connues. Cela n'est possible qu'à partir d'un certain stade du projet. Les appels d'offres nécessitent de plus un peu de temps, car les entreprises d'étude y répondant doivent encore souvent s'organiser. Les avantages d'un mandat d'étude générale pour le maître de l'ouvrage sont les suivants : un nombre de recoupements moindre, la responsabilité de la planification dans les mains d'une seule personne, moins de contrats à conclure.

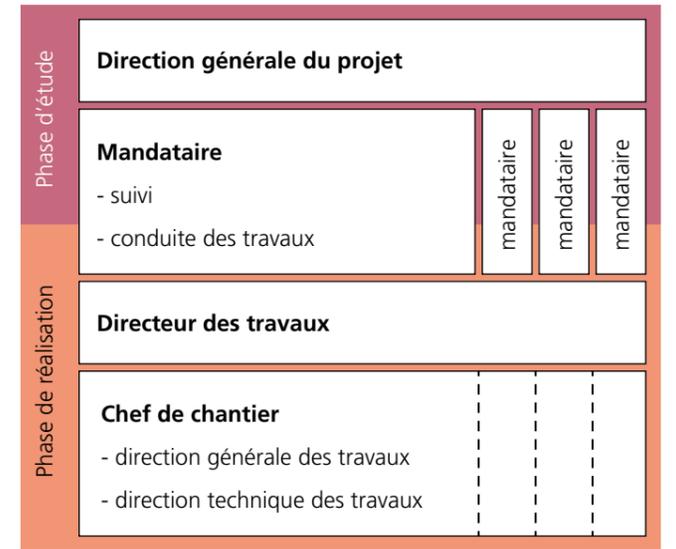


Fig. 5 : représentation schématique des tâches et prestations d'un ingénieur (Art. 2.1, règlement SIA 103)

### Différenciation des « prestations ordinaires », conformément aux règlements SIA relatifs aux honoraires, des « prestations à convenir spécifiquement » portant sur des projets de PCH typiques.

#### Prestations ordinaires

- Conformément au SIA 103 (technique du bâtiment)
- Conformément au SIA 108 (mécanique technique, électrotechnique, CVC)

Contrôle de la documentation existante et des directives  
Collecte des données de base  
Estimations des coûts  
Conception du projet  
Élaboration de solutions  
Comparaisons des variantes possibles  
Représentation des solutions par des plans et des rapports  
Concepts de respect des exigences en matière de protection de l'environnement  
Dimensionnement statique  
Mise au point de la solution choisie pour rendre le projet prêt à l'exécution  
Élaboration de la convention d'utilisation et de la base du projet pour le reste de la planification  
Calendriers, programme de travaux  
Tâches de direction des travaux  
Documentation, archivage  
autres...

#### Prestations à convenir spécifiquement

- Prestations explicitement décrites comme telles dans les règlements SIA relatifs aux honoraires
  - Planification et analyses sortant des domaines spécifiques de la technique de construction, de la mécanique technique et de l'électrotechnique
- Assistance dans les activités de relations publiques  
Opérations de mesures délicates et sophistiquées et analyses de l'état existant  
Analyses des valeurs d'usage  
Analyses particulières telles que géotechnique, physique du bâtiment  
Analyses environnementales  
Prise de contact avec les autorités compétentes en matière d'autorisation  
Aide au financement  
Détermination des coûts d'exploitation et d'entretien  
Calculs de rentabilité \*)  
Analyses de l'écologie des eaux  
Analyses des bruits et vibrations  
Études et analyses géologiques, hydrologiques ou sédimentaires  
autres...

\*) Les calculs de rentabilité pour les projets de PCH conformes aux processus standardisés sont également souvent réalisés dans le cadre des prestations ordinaires

## CHOIX DU MANDATAIRE

Lorsque les tâches de coordination et de direction générale sont confiées à un mandataire, il est fortement recommandé de n'engager que des personnes ou entreprises ayant de l'expérience dans le domaine des centrales hydrauliques ou, mieux, des petites centrales hydrauliques. La liste des fournisseurs principaux établie par l'association Swiss Small Hydro peut vous aider dans cette démarche.

Quelle différence existe-t-il entre le mandataire d'une petite hydraulique et celui d'une grande ? Outre les technologies qui diffèrent, les équipes qui travaillent sur les projets de petite hydraulique sont nettement plus restreintes. Chacun se voit donc attribuer un panel de tâches plus large et se doit d'être polyvalent. Ainsi l'ingénieur civil chevronné travaillant sur la PCH s'y connaît-il également un peu en électromécanique, électrotechnique et systèmes de commande, ou en écologie des eaux.

Dans le cas de projets de plus grande envergure, il est recommandé d'établir un appel d'offres décrivant de façon suffisamment précise les prestations et les conditions, afin que les offres soient comparables. Il est possible de laisser toutefois la place à la créativité des

offrants : ainsi, vous pourrez reconnaître les véritables professionnels. L'expérience et les références ne sont toutefois pas les seuls éléments qui comptent. Voici d'autres critères :

- ressources disponibles : mandatez uniquement un mandataire qui puisse mettre à votre disposition suffisamment de personnel sur la période concernée. Exigez éventuellement un rendu des disponibilités et comparez ces chiffres avec les tarifs et honoraires proposés. Faites-vous confirmer les disponibilités des personnes-clés par écrit et posez des conditions quant au roulement du personnel et aux peines conventionnelles en cas de dépassement des délais.
- ressenti personnel : demandez à ce que les offres d'étude vous soient présentées et posez des questions. Vous vous ferez ainsi une meilleure opinion des compétences du mandataire.
- coûts : bien évidemment, les coûts d'étude jouent également un rôle important. Attendu que les coûts d'étude ne représentent qu'une faible part du coût du projet, les bénéfices ou les effets indésirables peuvent être incomparablement plus élevés ; il est donc recommandé de tenir plutôt compte de la qualité que des prix lorsqu'il s'agit de choisir le mandataire de son projet.

## Deuxième avis (« Second Opinion »)

Pour les décisions importantes, en cas de doute ou à la demande de la banque, le maître de l'ouvrage peut et/ou est tenu de demander un deuxième avis quant aux solutions ou aux estimations de coûts proposées par le mandataire. Le mandataire se doit de l'accepter et de considérer cela comme une opération constructive réalisée dans l'intérêt du projet. Selon les interrogations, d'autres bureaux d'études, instituts ou experts indiqués rentrent en ligne de compte. Un deuxième avis peut porter sur l'intégralité comme sur certaines parties du projet. Généralement, l'expert reçoit pour ce faire la documentation du projet ; le maître de l'ouvrage est cependant tenu de respecter les principes de confidentialité propres à la loi et au contrat conclu avec le mandataire.

Indépendamment des rapports de confiance existants, le maître de l'ouvrage se doit d'informer le mandataire qu'il a eu recours à un deuxième avis au plus tard lorsque cet avis a apporté d'autres solutions. Dans l'idéal, le maître de l'ouvrage remet les résultats de l'expertise rendue par ce deuxième avis au mandataire et organise une rencontre entre les deux professionnels afin de leur permettre de discuter de leurs différents points de vue de manière constructive.

Il faut toutefois noter que :

- le deuxième avis n'est pas forcément le meilleur. Souvent, l'« expert » n'a absolument pas connaissance des nombreuses conditions limites et détails du projet, ni des réflexions du mandataire.
- essayer de trouver de « meilleures » propositions, quelle qu'en soit la raison, peut discréditer le premier mandataire.

Au besoin, n'hésitez pas à consulter Swiss Small Hydro, l'association suisse de la petite hydraulique.

► <http://swissmallhydro.ch/fr/marktplatz-3/marktfuehrer/>

## RÉTRIBUTION, MONTANT DES HONORAIRES

La compensation financière est communément calculée sur la base du temps de travail effectif, avec ou sans plafond, ou d'un contrat forfaitaire. Le recours au « calcul des honoraires d'après le coût d'ouvrage » du règlement SIA 103 ou du SIA 108 permet d'estimer le montant des honoraires. Ingénieurs, techniciens et personnel administratif sont classés sous différentes catégories (A, B, C...) selon leur fonction, le niveau d'exigence des tâches dont ils sont chargés et leur expérience, le mandataire offrant étant tenu d'indiquer les tarifs horaires.

Sur ces points, les projets de PCH ne diffèrent pas des autres projets de construction ; ils ne seront donc pas traités plus en détail ici.

## CHANGEMENT DE MANDATAIRE

Le mandataire peut être remplacé en cas de :

- appel d'offres relatif aux phases d'étude ultérieures, pour lequel l'offre la plus intéressante (la plus « avantageuse économiquement parlant ») a été proposée par un autre mandataire. De telles situations sont souvent inévitables pour les maîtres de l'ouvrage soumis à la loi des appels d'offres.
- agissements allant à l'encontre des termes du contrat, résultats non conformes aux attentes ou rapport de confiance fortement dégradé entre le maître de l'ouvrage et le mandataire ;
- contrat prenant fin ou mandataire indisponible.

Changer de mandataire signifie toujours perdre certaines connaissances sur le projet. Plus ce changement se fait tard, avec un mandataire concentrant toutes les connaissances, plus cette perte est grande. Une telle perte de connaissances est susceptible d'entraîner des coûts supplémentaires considérables (directs, pour retrouver les informations perdues, ou indirects, les connaissances manquantes donnant lieu à de mauvaises décisions et à des dépenses supplémentaires), des retards par rapport aux délais fixés ainsi qu'une perte de qualité.

## 3.2.2 CONTRAT D'ÉTUDE

Dans la mesure où elles ne font pas explicitement référence à un recueil de normes tel que le règlement SIA 103 dans lequel elles sont définies, les prestations (tâches, obligations) et les limites de ces prestations doivent être clairement stipulées dans le contrat et éventuellement au préalable dans l'appel d'offres. Cela étant, le mandataire doit dans tous les cas indiquer quelles sont les prestations qui ne lui reviennent pas et qui doivent être effectuées par d'autres.

Il est recommandé de conclure un contrat d'étude correspondant aux tâches à réaliser sur la base des règlements SIA 103 et/ou SIA 108. En effet, ainsi, les conditions contractuelles et les droits et obligations de chacune des parties sont déjà formulés, et sont harmonisés sur le plan juridique, entre eux, d'une part et en fonction des diverses normes et lois en vigueur, d'autre part. Le cadre contractuel établi par la SIA protège non seulement les intérêts du mandataire, mais aussi ceux du maître de l'ouvrage. La responsabilité de l'ingénieur y est par exemple réglementée (Art. 1.9 du règlement SIA 103 relatif aux honoraires) :

## RESPONSABILITÉ DE L'INGÉNIEUR

Dans le cas où l'ingénieur est responsable de fautes commises dans l'exécution du mandat, il est tenu de rembourser au donneur d'ordre les dommages qui en découlent. Cela s'applique en particulier en cas de violation de son obligation de diligence et de loyauté, de non-respect ou de violation de règles de l'art reconnues de sa profession, de défauts de coordination ou de surveillance, d'évaluation insatisfaisante des coûts ou de non-respect de délais ou échéances contractuels.

Outre la plus grande clarté juridique que cela apporte, le recours aux contrats de la SIA ou à d'autres modèles de contrat reconnus permet de ne pas avoir à décrire chacune des prestations individuellement. Définir les objectifs à atteindre ou les phases à traiter est suffisant.

La SIA met gratuitement à disposition les formules de contrats suivants, en libre téléchargement sur Internet.  
(► <http://www.sia.ch/fr/services/sia-norm/contrats/>)

- SIA 1001/1 Contrat de mandataire / de direction des travaux
- SIA 1001/2 Contrat de société pour communauté de mandataires
- SIA 1001/3 Sous-contrat relatif aux prestations de mandataires et/ou de direction des travaux

## 3.2.3 FACULTATIF : CONDUCTEUR DES TRAVAUX ATTITRÉ

Plusieurs raisons (une connaissance locale ou un besoin d'autonomie vis-à-vis du chef de projet par exemple) peuvent amener à séparer la direction des travaux de la conduite générale du projet. Dans les cas de chantiers très éloignés du bureau d'études, ce dernier peut d'ailleurs proposer lui-même cette solution, s'il est plutôt intéressé par les phases d'élaboration de projet.

Il faut toutefois être conscient du fait que cette séparation des tâches est susceptible de générer de nouveaux recoupements et qu'il peut être difficile, en cas de litige, de déterminer clairement les responsabilités de chacun.

### 3.2.4 FACULTATIF : REPRÉSENTANT DU MAÎTRE DE L'OUVRAGE, MANDATAIRE DU CÔTÉ DU MAÎTRE DE L'OUVRAGE, ACCOMPAGNEUR DE PROJET

Dans les cas de projets de PCH de plus grande ampleur, des représentants, fiduciaires ou chefs de projet du maître de l'ouvrage ainsi que des accompagnateurs de projet sont parfois engagés en plus du mandataire. Les personnes mandatées peuvent être issues du projet en interne ou y être extérieures. Plusieurs raisons peuvent justifier le recours à ces mandataires :

- le maître de l'ouvrage souhaite, par manque de temps ou de compétences, se décharger de certaines de ses tâches ;
- le maître de l'ouvrage souhaite intégrer une personne en particulier au projet ;
- le maître de l'ouvrage souhaite décharger le mandataire de certaines tâches peu techniques ;

- le maître de l'ouvrage souhaite intégrer un élément de contrôle supplémentaire.

Le panel de tâches peut également comporter, outre les fonctions de représentation, des aspects techniques ou juridiques, de même que des tâches de direction. Chaque tâche concrète doit être déterminée au cas par cas, selon les besoins de l'organe responsable et de ceux du projet. Il faut donc opter pour une personne possédant les capacités et les compétences appropriées.

### 3.2.5 FACULTATIF : FIDUCIAIRE DE CONSTRUCTION, EXPERT-COMPTABLE

En Suisse, l'acquisition et la protection des moyens financiers des projets de petite centrale hydraulique peuvent, la plupart du temps, se faire sans mandater d'expert-comptable. En règle générale, les institutions financières offrent un soutien suffisant, ce qui, en fin de compte, fait partie de leurs activités habituelles.

Il est donc important qu'en plus des connaissances commerciales et bancaires pures, vous disposiez de suffisamment de connaissances en matière de déroulement du projet, de risques liés à la construction et de contrats dans le domaine du bâtiment, ainsi

<b>Fonctions de représentation</b>	Auprès des services administratifs Auprès des associations et propriétaires fonciers Auprès des planificateurs, entrepreneurs et autres participants au projet
<b>Tâches de direction</b>	Direction du projet au sens large dans le cadre des processus de conception et/ou de réalisation Préparations de décisions importantes revenant au maître de l'ouvrage Tâches spécifiques de gestion de niveau supérieur dans le domaine technique ou financier
<b>Assurance qualité</b>	Garantie et surveillance de la gestion de la qualité spécifique aux projets Lancement ou réalisation de revues de projet
<b>Communication, modération, recherche de consensus</b>	Garantie d'une communication ciblée et dans les délais Au besoin, intégration dans les délais d'autres personnes ou cercles de personnes Modération en interne et défense des intérêts vis-à-vis de l'extérieur

### Comités de décision : ne pas rallonger la liste

Chaque membre ajouté au comité de décision engendre des coûts. Lorsque les compétences ne sont pas clairement définies, les dépenses de communication et de prises de décisions peuvent même augmenter, sans pour autant apporter de bénéfice supplémentaire. Il est important de se demander si les tâches à réaliser ne peuvent pas être confiées aux personnes prenant déjà part au projet et s'il n'est pas possible de faire appel aux spécialistes compétents uniquement de façon ponctuelle.

qu'en matière d'assurances. Étant donné que dans le cas des centrales hydrauliques, le capital ne peut être remboursé qu'après un certain nombre d'années, il est nécessaire de posséder des connaissances dans les domaines du financement à long terme et du refinancement, ainsi que dans celui des risques et du déroulement de la phase d'exploitation.

Enfin, ces connaissances doivent être correctement interconnectées : cela implique un grand travail d'équipe, et dans certains cas, le recours à d'autres spécialistes. Une fiduciaire de construction peut également se révéler être un meilleur choix qu'un expert-comptable. Ce dernier s'avère surtout utile dans le cadre de grands projets et de projets internationaux (risques propres à chaque pays et aux exportations).

### 3.2.6 AUTRES SPÉCIALISTES ET PLANIFICATEURS SPÉCIALISÉS

Outre les ingénieurs en génie civil, mécanique et électronique, qui souvent assurent la planification et la direction générale décrite (surtout technique), il n'est pas rare que d'autres spécialistes et planificateurs spécialisés jouent également un rôle important dans les projets de petite centrale hydraulique :

- hydrologues ;
- géologues ;
- géomètres ;
- spécialistes de l'écologie des eaux ;
- experts environnementaux d'orientations différentes ;
- architectes.

En fonction du projet, le recours à d'autres spécialistes peut s'avérer nécessaire, tels que des experts dans les domaines de la réalisation de galeries, des travaux spéciaux du génie civil, de la contamination des sites, du forage, de l'acoustique, des chocs et des vibrations, de la protection contre les incendies, des techniques de ventilation et de climatisation, etc. Les tâches d'étude spécialisée les plus importantes sont décrites au chap. 7.

### 3.3 FOURNISSEURS, ENTREPRENEURS ET ARTISANS

Les fournisseurs, entrepreneurs et artisans jouent un rôle important dans les projets de PCH. La liste ci-dessous donne le détail sur qui doit réaliser quelles prestations et quelles livraisons dans le cadre de projets typiques de PCH. Là encore, nous vous renvoyons à la liste de fournisseurs principaux de Swiss Small Hydro.

► <http://swissmallhydro.ch/fr/marktplatz-3/marktfuehrer/>

<b>Fabricants de turbines</b>	Les fabricants de turbines proposent souvent, en plus de la turbine, les vannes ainsi que les équipements électrotechniques et les systèmes de commande correspondants. <ul style="list-style-type: none"> <li>• vanne amont de la turbine</li> <li>• système de régulation du débit ; ces dispositifs varient selon le type de turbine et certaines turbines en sont même dépourvues</li> <li>• générateur</li> <li>• toute transmission</li> <li>• automation de la turbine et du générateur</li> <li>• équipements de mesure, de commande, de régulation</li> </ul> Ils fournissent et installent également, plus rarement, les équipements électrotechniques complets (transformateur, tableau de distribution).
<b>Fournisseurs d'éléments électrotechniques</b>	Livraison voire montage et mise en service de divers équipements électrotechniques de petite hydraulique <ul style="list-style-type: none"> <li>• raccordement à partir des bornes de l'alternateur jusqu'à la réinjection du courant dans le réseau</li> <li>• équipements de protection électrique</li> <li>• disjoncteurs, tableaux de distribution</li> <li>• transformateurs</li> <li>• alimentation des besoins propres</li> </ul>
<b>Fournisseurs de systèmes de commande</b>	Livraison, montage, programmation ou paramétrage, test et mise en service de <ul style="list-style-type: none"> <li>• systèmes de commande</li> <li>• équipements périphériques de mesure, de commande, de régulation</li> <li>• équipements de surveillance et de télégestion</li> </ul>

<b>Monteurs électriciens, électriciens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• montages et câblages des équipements électrotechniques selon les plans des fournisseurs d'équipements électrotechniques et autres</li> <li>• livraison du matériel de câblage</li> <li>• livraison et montage des éléments électrotechniques traditionnels</li> </ul>
<b>Entreprises en bâtiment</b>	<p>Prestations de services de construction dans le secteur principal du bâtiment, pour lesquelles de nombreuses entreprises se limitent à un ou plusieurs des domaines ci-après et, si besoin, sous-traitent à d'autres entreprises du bâtiment ou, encore, forment une communauté de travail avec ces derniers.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• génie civil</li> <li>• construction hydraulique</li> <li>• bâtiment</li> <li>• construction de galeries</li> <li>• travaux spécifiques de génie civil</li> </ul> <p>Pour certains travaux plus rares, il est souvent nécessaire de faire appel à des spécialistes, notamment pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• carottages, découpe de béton, fraisage</li> <li>• travaux d'étanchéité</li> <li>• travaux avec grue mobile</li> <li>• divers travaux d'artisanat (voir plus bas)</li> </ul>
<b>Équipement hydromécanique, vannes</b>	<p>Livraison, montage et mise en service des composants mécaniques suivants pour les systèmes d'écoulement libre ou en charge.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vannes, robinets, etc.</li> <li>• installation de dégrillage (grilles, dégrilleurs, trémies)</li> <li>• raccords pour tubes</li> </ul>
<b>Conduite forcée</b>	<p>Les véritables constructeurs de conduites forcées, à savoir des entrepreneurs spécialisés dans la construction de ces conduites (la plupart du temps en acier, de diamètre important et à forte pression intérieure), sont rarement présents sur les projets de PCH. Souvent, la conduite est livrée par un fournisseur travaillant dans le domaine des eaux potables ou usées puis posée soit par une entreprise sanitaire locale, soit directement parfois par l'entreprise en bâtiment, en suivant des instructions précises, obtenues au préalable.</p> <p>Les fournisseurs de conduites sous pression effectuent la livraison et proposent souvent également une assistance technique pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• conduites (acier, fonte, PRV)</li> <li>• raccords</li> <li>• raccordements</li> <li>• matériaux de montage, de protection des conduites, fixations</li> </ul> <p>Les entreprises sanitaires ou de construction de conduites posent la conduite avec l'aide de l'ingénieur civil.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• petites adaptations au niveau de la conduite, découpes</li> <li>• levage, alignement, raccordement et protection des conduites</li> </ul> <p>Entreprises en bâtiment :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• préparation des fosses, du fond des fosses et du matériel pour la couche de base</li> <li>• assistance lors du levage et de l'alignement</li> <li>• recouvrement et remblayage</li> </ul>
<b>Pont roulant</b>	<p>Si un pont roulant s'avère nécessaire ou utile, celui-ci doit alors être opérationnel le plus tôt possible afin qu'il puisse servir lors des travaux de démolition, de construction et de montage.</p> <p>Les fournisseurs de ponts roulants livrent et montent le pont, avec les rails de roulement et éventuellement les supports, et procèdent aux analyses et vérifications statiques du contenu de leur livraison.</p>
<b>Artisans et autres fournisseurs</b>	<p>Selon le projet, des serruriers, couvreurs-zingueurs, menuisiers, plâtriers, peintres et autres artisans entrent en action. Ils sont souvent contactés au moment des travaux d'exécution.</p>

### 3.4 AUTORITÉS

#### TÂCHES

Les autorités cantonales et communales ont aussi leur rôle à jouer dans la grande majorité des projets de PCH. Leurs principales tâches peuvent être décrites comme suit :

- mettre en application les lois et défendre les intérêts de l'État ;
- contrôler que la réalisation des processus soit conforme à la loi ;
- conseiller et soutenir les requérants, dans la mesure où leurs souhaits concordent avec les intérêts publics.

#### REMARQUES

Selon les tâches (direction de la procédure de demande d'autorisation ou d'autorisation partielle) et le domaine de compétence (aménagement des cours d'eau, protection de la nature et de l'environnement, aménagement du territoire...) attribués à un service administratif, celui-ci adopte une attitude différente vis-à-vis du projet. Les appréciations hostiles ou les approbations concernant le projet n'ont en général rien à voir avec l'avis personnel du responsable : elles résultent de sa tâche, qui est de faire respecter les lois.

En principe, les autorités apprécient que les initiateurs et maîtres de l'ouvrage se rapprochent d'eux avant que le projet n'ait trop progressé ou que des problèmes soient apparus. Cela peut être bénéfique pour les deux parties.

Les autorités ou institutions diverses se joignant aux projets de PCH sont généralement les suivantes :

	Offices, services	Soutien	Appréciation
Niveau communal	Éventuel conseil communal complet	(x)	
	Service des constructions	x	x
Niveau cantonal	Aménagement des territoires		x
	Service des constructions		x
	Office de la nature, de l'environnement, des eaux		x
	Office de l'aménagement des cours d'eau (protection contre les crues)		x
	Office des énergies		x
	Office de la chasse et des forêts		
	.....	x	
Niveau fédéral	OFEV		x
	Swissgrid		x
	ESTI	x	
	OFEN	x	
	.....		

Vous trouverez plus d'informations sur les autorités au chapitre 4 « Procédure de demande d'autorisation ».

### 3.5 EXPLOITANT DU RÉSEAU (ENTREPRISE DE DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ OU FOURNISSEUR D'ÉLECTRICITÉ LOCAL)

Sous réserve que le courant soit réinjecté dans le réseau, l'exploitant local du réseau devient un important partenaire du projet. Il est légalement tenu de consommer l'électricité issue de la PCH. C'est :

- avec lui que les conditions du raccordement au réseau doivent être négociées (lieu, niveau de tension, approvisionnement et exploitation d'équipements tels que transformateurs, câbles et compteurs) ;
- à lui que la demande de raccordement doit être adressée ;
- avec lui que le contrat de rachat doit être convenu.

L'exploitant du réseau peut éventuellement aussi assumer plusieurs autres rôles, tels que :

- planification, livraisons et montage d'installations électriques lors de la phase de construction ;
- exploitation et entretien ;
- contrôle périodique des installations ;
- participation financière au projet de centrale hydraulique.

Il n'est pas rare que les équipements de l'exploitant du réseau soient mis en place à l'intérieur des locaux de turbinage : fourreaux de câbles, transformateurs et tableaux de distribution. Les possibilités de telles synergies doivent faire l'objet d'une discussion.

Le maître de l'ouvrage doit connaître les avantages potentiels pour l'exploitant du réseau et se doit d'en faire part au cours des négociations.

### 3.6 ASSOCIATIONS DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Les associations de protection de l'environnement peuvent-elles être considérées comme des participants au projet ? On pourrait citer certains exemples dans lesquels les associations de protection de l'environnement (la plupart du temps des organisations locales) prennent part de façon constructive à un projet de centrale hydraulique et apportent finalement, dans l'ensemble, de meilleures solutions. Réussir à aboutir à une collaboration de ce type dépend de chacune des deux parties.

Il faut tout d'abord se renseigner sur les moyens légaux (recours juridiques) dont la partie adverse dispose. Il faut également connaître la procédure ainsi que les délais. Comme dans toute négociation, il est conseillé de bien se préparer aux discussions.

La collaboration avec des associations de protection de l'environnement s'établit en principe sur une base volontaire, en dehors de tout cadre juridique. Il est nécessaire de clarifier dès le début les attentes de chacune des parties et les compétences accordées à chacune d'entre elles. Il faut également se poser la question de savoir s'il est souhaitable de convier des groupes (différents organes) aux discussions, et si des spécialistes neutres doivent y participer. En fonction de la vision de la collaboration et de l'objectif de ces discussions, ces groupes sont appelés groupes de travail ou groupes d'accompagnement.

Il est souvent conseillé d'intégrer les organismes environnementaux au projet le plus tôt possible, pour autant qu'un engagement ait été convenu au préalable, comme décrit ci-dessous.

#### ORGANISMES HABILITÉS À RECOURIR

Normalement, seules les personnes directement concernées (p. ex. les propriétaires fonciers, les voisins) ont la légitimité requise pour faire opposition à un projet. Les organismes environnementaux peuvent adresser au département de l'environnement, des transports et de la communication (DETEC) une demande de droit de recours en matière de protection de l'environnement ou de protection de la nature et du paysage. L'ordonnance ODO 814.076 (ordonnance relative à la désignation des organisations habilitées à recourir dans les domaines de la protection de l'environnement ainsi que de la protection de la nature et du paysage) aborde ce sujet plus en détail et dresse une liste mise à jour des associations habilitées à recourir.

Les points suivants sont susceptibles d'augmenter les chances de réussite d'une collaboration avec les organisations de protection de l'environnement.

- La condition préalable est que les personnes, mais également les intérêts qu'elles défendent, soient acceptés par chacune des parties. La protection de l'environnement et des eaux est particulièrement légitime : sans l'engagement des organisations de protection de l'environnement il y a de cela 40 ou 50 ans, la Suisse ne serait pas pourvue de cours d'eaux aussi propres que ceux dans lesquels nous pouvons nous baigner aujourd'hui. De leur côté, les organisations de protection de l'environnement doivent également savoir reconnaître les avantages du projet proposé quel qu'il soit.
- Entretenir une relation de confiance grâce à une communication claire et suffisamment ouverte.
- S'engager mutuellement : invitations réglementaires, rencontres (présentations) et protocoles (de décision) permettent de témoigner de l'engagement du maître de l'ouvrage.
- De leur côté, les associations ainsi que leurs représentants doivent prouver, dès le début, leur engagement et leurs compétences en matière de prise de décisions. Il n'est, en effet, pas acceptable qu'une solution convenue avec les représentants soit ensuite refusée par le comité de l'organisation locale ou par l'organisation-mère (nationale) habilitée à recourir.
- Il faut ainsi obtenir la confirmation que l'organisation de protection de l'environnement discute les décisions et les valide : c'est une condition indispensable pour la table ronde suivante.  
Il faut avoir conscience que les représentants de ces organisations travaillent la plupart du temps bénévolement et qu'ils manquent parfois de temps pour transmettre les informations et en discuter en interne.
- Du côté du maître de l'ouvrage, il est recommandé de désigner une seule et même personne comme interlocuteur principal ou partenaire aux négociations. Celle-ci se doit de bien connaître les tenants et les aboutissants du projet, de réfléchir à ses avantages et ses inconvénients, de bien s'exprimer et d'être capable de défendre les intérêts du maître de l'ouvrage.
- Ne pas se décourager si une solution commune tarde à être trouvée ; rester dans l'expectative et rechercher de nouvelles solutions.
- Considérer les propositions des organisations de protection de l'environnement et les concessions devant être consenties comme des opportunités.
- Se montrer ouvert au dialogue même dans les situations inhabituelles. Ne pas être enclin à la discussion est le signe de la fin des négociations, ce qui laisse uniquement la place à un affrontement direct.

### 3.7 PROPRIÉTAIRES FONCIERS, RIVERAINS

Les propriétaires fonciers et les riverains peuvent se trouver du côté des partisans comme de celui des opposants au projet de PCH ; ils peuvent d'ailleurs tout aussi bien avoir une position neutre.

Leurs droits sont cependant souvent affectés, d'une manière ou d'une autre, entraînant des réactions pouvant varier du tout au tout. Il arrive parfois que des propriétaires fonciers ou des riverains pensent que le projet en question générera beaucoup de profit et qu'il serait légitime de demander eux aussi leur part du gâteau. Le maître de l'ouvrage doit se pencher sur ce type de scénario avant que les informations ne se propagent ou que des contacts soient pris avec les personnes concernées.

Il faut bien entendu également vérifier si ces groupes d'intérêt peuvent devenir, sous quelque forme que ce soit, partenaires du projet.

### 3.8 PARTENARIATS AU FUR ET À MESURE DE L'AVANCEMENT DU PROJET

Selon la singularité d'un projet, les contraintes extérieures et les besoins de l'organe responsable, une organisation de projet plus ou moins clairement définie (« modèle de coopération ») s'établit au fur et à mesure de la progression du projet de PCH. La structure (c.-à-d. l'intégration de nouveaux partenaires) s'élabore suivant avec l'avancement du projet. Certains participants au projet n'ont un rôle à jouer que pendant une période de temps limitée.

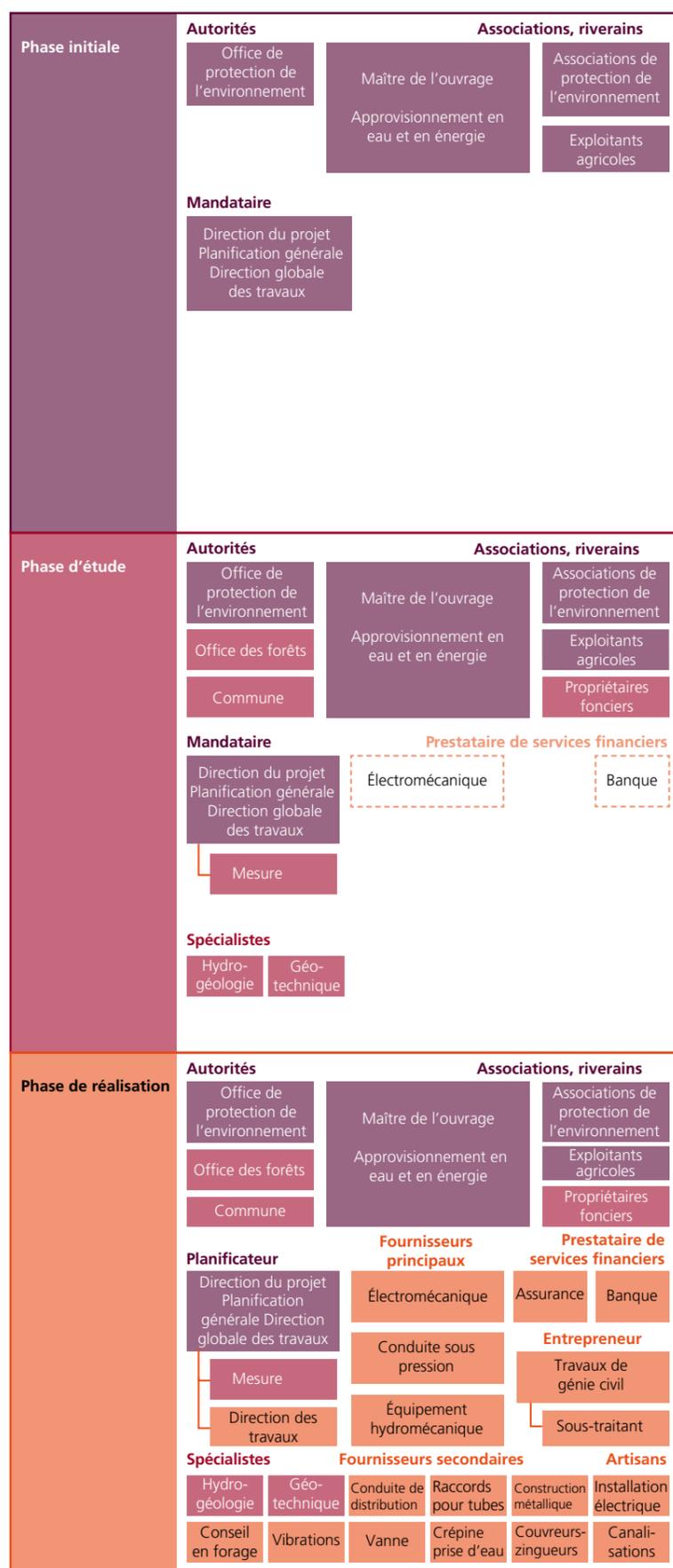


Fig. 6 : partenariats au fur et à mesure de l'avancement du projet

Tandis que certains participants au projet (tels que les autorités) entrent en jeu quoi qu'il en soit, d'autres doivent être intégrés au projet à un moment précis, de façon ciblée et selon l'appréciation de l'organe responsable ou en raison de certains critères particuliers. Afin que vous puissiez, en tant que maître de l'ouvrage, prendre les mesures nécessaires au bon moment, il est nécessaire de connaître de quelles ressources ou partenaires vous avez besoin, et ce, à quel moment. Ceci peut être illustré par les exemples suivants :

**Composition de l'organe responsable**

La composition de l'organe responsable se fait en principe par étapes selon les besoins du projet. A noter que certains cantons exigent du requérant, pour l'octroi de la concession, des preuves selon lesquelles il dispose de moyens financiers suffisants et est en mesure de gérer la centrale de manière sûre et ce, à long terme. Cela signifie que l'organe responsable doit, avant même d'avoir déposé le dossier de demande de concession, trouver des partenaires permettant d'apporter les capitaux propres ainsi que les ressources humaines et techniques nécessaires à l'exploitation de la centrale.

**Bailleurs de fonds (banques)**

Le premier contact doit avoir lieu au plus tôt afin de prendre connaissance à la fois des conditions d'octroi de crédits et des conditions plus générales (délais, taux d'intérêt, mode de remboursement). Il est possible, au besoin, de déposer une demande de prêt comportant toutes les informations et justificatifs nécessaires dès l'étape de la procédure de concession (cf. exemple ci-dessus) : Cependant, elle ne doit normalement être effectuée qu'après avoir déjà reçu des offres fermes pour les travaux d'exécution (elle présente alors de bien plus grandes chances d'aboutir). Par la conclusion des contrats correspondants (contrats de prêt), les bailleurs de fonds deviennent partenaires du projet.

**Fournisseurs principaux (construction, électromécanique, électrotechnique et systèmes de commande, équipement hydromécanique)**

Les fournisseurs principaux sont présélectionnés grâce aux appels d'offres et définitivement choisis après évaluation technique des offres et négociations contractuelles. Il est recommandé de prévoir suffisamment de temps pour ces procédures. Un manque de temps pourra avoir des répercussions négatives sur le projet de trois façons :

- premièrement, le choix d'offres sera plus restreint les fournisseurs n'étant pas toujours en mesure de monter une offre ou de livrer la marchandise dans des délais courts. Il peut donc arriver qu'un fournisseur pourtant privilégié ne vous propose aucune offre ;

- deuxièmement, en cas de délais serrés, les prix proposés ont tendance à être plus élevés, en particulier si des pénalités s'appliquent en cas de dépassement des délais ;
- troisièmement, il faut considérer que les délais de livraison des fabricants de turbines sont parfois considérables, ce qui demande de les anticiper pour les intégrer au calendrier global. Par exemple, lorsque le délai de livraison est de 18 mois, si les travaux de génie civil préalables au montage ne nécessitent que 12 mois, l'idéal est de commander la turbine 6 mois avant le début des travaux.

- Dans certains cas, il est donc opportun de rédiger l'appel d'offres pour la turbine avant que la planification ne soit finalisée ou que les autorisations n'aient été octroyées. Le risque est toutefois d'apporter des modifications à la fourniture avant la commande ou que les fournisseurs ne veuillent pas proposer d'offre tant que toutes les autorisations n'aient été obtenues.
- Fournisseurs secondaires, artisans : la situation est ici bien différente. S'agissant, en général, de petites commandes ou de procédures d'adjudication simples, les délais sont nettement plus courts. Les artisans peuvent souvent n'être contactés qu'au moment des travaux d'exécution.

Le guide « Organe responsable, coopérations et financement » traite plus en détail le recours aux partenaires du projet au fur et à mesure de son avancement (chapitres « Organe responsable au fur et à mesure de l'avancement du projet » et « Coopérations au fur et à mesure de l'avancement du projet »). Il présente en effet de manière détaillée les différentes formes d'organisations en matière d'organe responsable, telles que :

- sociétés anonymes ;
- Sàrl ;
- coopératives ;
- associations ;
- sociétés simples ;
- entreprises individuelles.

Il présente également des modèles de coopération (organisations de projet), dont les plus importants sont :

- prestations propres et attributions ponctuelles de tâches individuelles ;
- modèle d'étude classique ;
- modèle d'entreprise générale ;
- modèle d'entreprise totale ;
- contracting d'installations ;
- contracting d'exploitation ou bail.

# CENTRALE DE PERLEN (990 KW), COFFRAGES EN BOIS POUR LES ASPIRATEURS DES TROIS TURBINES



Photo : © AF-Iteco AG

## 4 PROCÉDURE DE DEMANDE D'AUTORISATION

### 4.1 CADRE LÉGAL

La construction et l'exploitation d'une petite centrale hydraulique nécessitent en principe deux autorisations essentielles.

- Concession hydraulique : la concession hydraulique est un contrat notarié qui donne au concessionnaire le droit et l'obligation d'utiliser un cours d'eau dans le but de produire de l'électricité. Ce prêt est accordé par la communauté publique qui dispose de la souveraineté en matière de droits des eaux (« autorité détentrice de la souveraineté sur les eaux »).
- Permis de construire : le permis de construire est l'approbation de la solution technique et légale d'aménagement proposée dans le cadre de la gestion des droits des eaux concédés. Le permis de construire ne peut être accordé que si une concession hydraulique valide a été octroyée.

Outre la concession hydraulique et le permis de construire, votre projet de petite centrale hydraulique requiert également tout un panel d'autorisations annexes et, le cas échéant, le consentement des autorités spécialisées compétentes dans les domaines de la protection et de l'écologie des eaux, de la protection des forêts, du patrimoine et des paysages ainsi que dans certains cas de celle des monuments. De plus, les sites contaminés sont susceptibles de devoir faire l'objet d'autres autorisations et entraîner d'autres coûts, et ce plus particulièrement dans le cas de projets de petite hydraulique situés sur d'anciens sites d'usines ou d'anciennes conduites sous pression revêtues de peinture de protection toxique.

Réinjecter du courant dans le réseau nécessite également l'accord du fournisseur d'électricité local, de même qu'exploiter des installations électriques requiert l'inspection technique et l'autorisation (approbation des plans) de l'ESTI, l'Inspection fédérale des installations à courant fort (cf. détails au point 4.8).

Notez toutefois que les droits de concession, droits de construction et procédures d'autorisation, de même que leur application ne sont pas réglementés de la même manière dans tous les cantons.

### 4.2 DROIT D'UTILISATION DES EAUX ET AUTORISATIONS

#### 4.2.1 TYPES DE DROITS D'UTILISATION DES EAUX

Selon l'Art. 76 de la constitution fédérale, les cantons constituent l'autorité détentrice de la souveraineté sur les eaux, et délivrent donc les droits d'utilisation des eaux. En cas de cours d'eau situés à la frontière entre deux pays, la souveraineté sur les eaux appartient à la Confédération.

La Confédération elle-même possède également la compétence législative dans le domaine de la protection des cours d'eau, de leur accès et de leur utilisation.

On reconnaît généralement en Suisse quatre types de droits d'utilisation des eaux à des fins de production d'électricité au moyen d'une centrale hydraulique :

1. types de droits d'utilisation selon la LFH
  - a) concession pour utilisation des eaux publiques
  - b) autorisation relevant du droit des eaux pour utilisation des eaux privées ;
2. concessions selon l'ancien droit ;
3. droit d'utilisation des eaux par la communauté publique disposant de la souveraineté en matière de droits des eaux ;
4. « anciens droits » privés.

Les types de droits d'utilisation 1a et 1b correspondent aux concessions classiques actuelles telles qu'elles ont été établies par la LFH dès 1918. Il peut cependant arriver que pour des raisons historiques locales, un autre type de droit d'utilisation soit utilisé, en particulier pour les projets prévus sur des sites de production existants.

De manière générale, vous pouvez toutefois partir du principe qu'une nouvelle concession s'avère nécessaire en cas de nouvelle installation, et qu'une concession doit être renouvelée si elle arrive à expiration. A noter que les démarches et les exigences légales pour une nouvelle concession ou pour un renouvellement sont identiques.

Une nouvelle concession est en règle générale exigée en cas d'extension d'une installation existante. Des exceptions peuvent être faites dans certains cas, notamment si l'augmentation de la quantité d'eau utilisée est faible. Par exemple, le canton de Zurich considère une augmentation maximale de 20 % sans exiger de nouvelle concession.

Le présent guide se restreint à la concession au sens de l'Art. 38 ss LFH, qui est limitée à 80 ans maximum et qui est soumise au droit de retour. Dans les cas de petites centrales hydrauliques, les concessions ne sont souvent octroyées que pour 60 ans voire moins, et le droit de retour varie également selon les cantons. Le canton de Berne n'exige par exemple aucun droit de retour, mais limite la durée de concession à 40 ans, afin de pouvoir adapter l'utilisation de l'installation aux nouvelles réglementations.

#### 4.2.2 DIFFÉRENCE ENTRE CONCESSION ET AUTORISATION

Il est fondamental de faire la différence entre concession et autorisation (permis de construire). Sous réserve d'autres spécificités cantonales ou communales, les différences entre concession et autorisation peuvent plus ou moins se définir ainsi :

	Concessions	Permis de construire
Essentiel du contenu	Droit d'utilisation des eaux Droit fondamental à durée limitée relatif à l'utilisation d'un bien (public).	Autorisation précise regroupant plusieurs autorisations partielles pour un projet de l'ouvrage complet.
L'octroi de la concession ou de l'autorisation peut-il être exigé ?	Non. Les propriétaires de la souveraineté sur les eaux (canton, commune, riverains) ne sont en principe pas tenus d'octroyer de concession, même si toutes les dispositions légales sont respectées. Il se peut également qu'il faille tenir compte des intérêts stratégiques et économiques de l'État ainsi que des lois.	Oui. Dans la mesure où les dispositions légales sont respectées, l'État (la commune) se doit d'accepter la demande. Les autorités peuvent corriger les petites différences par rapport à la législation en formulant des réglementations appropriées.
Qui accorde les concessions ou délivre les autorisations ?	En règle générale, le canton, en tant qu'autorité détentrice de la souveraineté sur les eaux. Il existe toutefois des exceptions à l'échelle cantonale : GR ► Communes GL ► Riverains UR ► Corporations partielles VS ► Canton pour le Rhône, communes pour les autres cours d'eau Les cours d'eau situés à la frontière entre deux pays relèvent de la compétence de la Confédération.	En règle générale, la commune. Les constructions se faisant en dehors de la zone de construction autorisée relèvent de la compétence des cantons.
Qui contrôle que les lois sont respectées et que les concessions ou permis de construire peuvent effectivement être accordés ?	Le canton (direction de la procédure) Selon les domaines concernés, les communes ou la Confédération peuvent également être impliquées.	La commune (direction de la procédure) Selon les domaines concernés, le canton voire la Confédération peuvent également être impliqués, p. ex. dans le cas de travaux se faisant en dehors de la zone de construction autorisée ou dans le cas de défrichement.
Nécessaire en cas de nouvelle construction ?	Dans tous les cas	Dans tous les cas
Nécessaire en cas de transformation, d'extension ou d'assainissement ?	Lorsque la concession actuelle arrive à expiration ou que ses dispositions (p. ex. débit concédé) sont affectées par ce projet. En fonction des éléments reconstruits. On observe certaines différences entre les cantons.	Dans tous les cas, la commune doit être informée. C'est elle qui décide s'il faut avoir recours à la procédure ordinaire d'autorisation ou à une procédure simplifiée (processus d'affichage).

Tableau 5 : différences entre concession et permis de construire

#### 4.3 CRITÈRES D'OBTENTION D'UNE AUTORISATION

L'obtention d'une autorisation pour un projet repose sur certains critères qui reflètent les directives et les conditions-cadres légales actuellement en vigueur. Ces critères se basent sur les lois suivantes :

Critère	Loi applicable
Impact sur l'environnement	Loi sur la protection de l'environnement ainsi que toutes les ordonnances correspondantes
Protection des eaux, écologie des eaux	Loi fédérale sur la protection des eaux, loi fédérale sur la pêche
Protection de la nature et du paysage	Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage
Conservation des forêts	Loi sur les forêts
Protection des zones alluviales	Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage
Conservation de la biodiversité	Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage
Protection du patrimoine	Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage
Stratégies cantonales de protection et d'utilisation dans le cadre des plans d'affectation	Loi sur l'aménagement du territoire Lois cantonales en matière de construction
Protection contre les crues	Loi sur l'aménagement des cours d'eau Loi sur l'aménagement du territoire
Utilisation rationnelle	Loi sur les forces hydrauliques
Aménagement des territoires	Loi sur l'aménagement du territoire

Tableau 6 : critères d'autorisation et lois applicables

#### DÉCISION DES AUTORITÉS BASÉES SUR UNE COMPARAISON DES INTÉRÊTS DE CHACUNE DES PARTIES

Les autorités doivent répondre aux demandes d'autorisation en se basant sur les réglementations légales. Souvent, certains articles de loi précisent que les autorités compétentes sont tenues de baser leur décision sur une comparaison des intérêts de chacune des parties, que ce soit les intérêts personnels du requérant ou les intérêts publics relevant de la protection de la nature et des paysages, de la production d'énergie, etc. Ce que l'on entend par « intérêts publics » ne figure souvent plus dans la législation, afin que les services administratifs compétents puissent juger par eux-mêmes sur la base de leurs connaissances spécifiques, ou éventuellement en faisant appel à des experts. L'attestation de chaque service administratif indiquant qu'une obtention d'autorisation est possible doit donc être vue comme une condition préalable à l'autorisation globale.

Chacun de ces critères peut comprendre de nombreux aspects différents, tels que le débit résiduel, la conservation de l'habitat et la qualité de l'eau pour le critère de protection des eaux. A noter que des adaptations du projet peuvent, dans certaines circonstances, atténuer plusieurs de ces critères. Il est donc judicieux de réviser votre projet le plus tôt possible en tenant compte des critères énoncés ci-dessus.

#### GÉO-INFORMATIONS UTILES À LA PREMIÈRE ÉVALUATION

Les systèmes de géo-informations proposés par la Confédération et les cantons permettent d'aider à réaliser la première estimation de la probabilité d'obtenir une autorisation. Les cartes thématiques mises à disposition vous permettront de tirer de précieuses informations quant au périmètre concerné par le projet. Par exemple, map.geo.admin.ch donne plus particulièrement des géo-informations pour toute la Suisse, surtout au niveau fédéral. Notez que même des thèmes, cartes et inventaires moins évidents peuvent parfois soulever un conflit ou un frein au projet, par exemple si le tracé dédié à la conduite sous pression est classé « voie de communication historique ». Il existe également des sites et zones protégées inventoriés aux niveaux cantonal et communal. Afin de les prendre en compte, vous pourrez consulter le géoportail du canton, ou les demander directement aux autorités.

#### 4.3.1 CRITÈRE EN MATIÈRE DE « CATÉGORIE ET TAILLE DE L'INSTALLATION »

Comme pour le calcul du tarif RPC, les petites centrales hydrauliques peuvent elles aussi être divisées en deux catégories concernant la probabilité d'obtenir une autorisation<sup>3</sup> :

- **installations sur eaux naturelles (ou tronçons en cours d'eau naturels)**  
Dans le cas d'installations sur eaux naturelles encore non utilisées, les intérêts à défendre sont généralement beaucoup plus nombreux (typiquement : dans les divers domaines de la protection de la nature et de la protection contre les crues) que dans le cas d'installations sur tronçons de cours d'eau déjà utilisés. Il est par conséquent plus difficile de réussir à respecter toutes les dispositions légales ou d'obtenir gain de cause en cas de conflit d'intérêts. Au-delà de ce qui concerne la probabilité d'obtenir une autorisation, il faut également penser aux dépenses liées aux analyses en matière d'environnement et de crues, qui sont la plupart du temps nettement plus élevées dans cette catégorie. Dans certains cantons, cela peut s'avérer particulièrement difficile pour les petites installations sur eaux naturelles. Ainsi, dans le canton de Berne, les nouvelles installations sur eaux naturelles ne sont autorisées que si leur puissance est supérieure à 300 kW ou si elles sont spécifiquement justifiées (p. ex. alimentation électrique dans les alpages).
- **installations sur tronçons en cours d'eau déjà utilisés**  
Cette catégorie regroupe les centrales de dotation ou les centrales situées sur les canaux des eaux turbinées d'une centrale existante (p. ex. canal de fuite), de même que les centrales intégrées à des réseaux d'eau liées à un approvisionnement en eau potable, à une installation d'enneigement ou de traitement des eaux usées, ou au drainage des tunnels. Dans cette catégorie, la probabilité d'obtenir une autorisation est souvent moins critique et les dépenses en analyses, moindres. Dans le cas de centrales sur eau potable, il est important de rester prudent et de tenir compte des prescriptions en matière de débit résiduel s'il est retiré à un cours d'eau et du fait de turbiner plus d'eau qu'il n'en faut pour l'approvisionnement en eau potable.

3 Ces deux catégories ne sont plus valables dans la Stratégie énergétique 2050 telle que définie au 1er semestre 2017.

Classe d'évaluation	Points	Représentation	Appréciation de l'état écomorphologique
I naturel/semi-naturel	0-1	trait bleu	bon/suffisant
II peu atteint	2-5	trait vert	
III très atteint	6-9	trait jaune	mauvais/insuffisant
IV non naturel / artificiel	10-12	trait rouge	
V mis sous terre	13	trait violet	



Fig. 7 : écomorphologie niveau R : classes d'évaluation selon « Écomorphologie des cours d'eau suisses » (2009), OFEV, et capture d'écran issue du site map.geo.admin.ch

#### 4.3.2 CRITÈRES EN MATIÈRE D'ÉCOLOGIE DES EAUX

Dans le cadre de l'élaboration d'un projet de petite centrale hydraulique ou de l'obtention de son autorisation, l'écologie des eaux joue un rôle majeur. La loi fédérale sur la protection des eaux, fondée sur un principe de protection globale, occupe ici une place prépondérante. Les eaux doivent être protégées contre tout impact négatif et pas uniquement contre la contamination par les eaux usées, afin qu'elles puissent remplir leurs nombreuses fonctions d'habitat naturel de la faune et de la flore, mais qu'elles puissent également être exploitées. Ces fonctions et les différents types de pollution des eaux doivent être pris en compte lors de l'évaluation des eaux et de l'impact d'une éventuelle exploitation.

##### CRITÈRE EN MATIÈRE D'« ÉCOMORPHOLOGIE DES EAUX »

S'il s'agit d'une installation sur eaux naturelles, son évaluation écomorphologique est alors un indice précieux pour connaître les réglementations potentielles par lesquelles l'autorisation pourra être conditionnée, et ce, notamment, en matière de débit résiduel.

- Tronçons de cours d'eau fortement aménagés avec fond du lit non naturel : les chances d'obtenir une autorisation comportant peu de directives en matière de protection des eaux et un débit résiduel réduit, sont grandes.
- Eaux naturelles ou eaux aménagées pouvant comprendre des seuils, mais dont le fond de lit reste toutefois naturel : les autorisations sont souvent liées à des directives strictes et un débit résiduel plus élevé.

Les propriétés écomorphologiques des eaux suisses (« Écomorphologie niveau R ») sont consultables sur les pages Internet suivantes et donnent de premiers points de repère importants :

- map.geo.admin.ch > Choisissez Géocatalogue > Nature et environnement > Hydrographie > Écomorphologie R (Tronçons, Seuils, Ouvrages)
- OFEV > <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/eaux/publications/publications-eaux/methodes-cours-eau-ecomorphologie-niveau-r.html>

Le filtre « Tronçons » montre la classification des tronçons de chaque cours d'eau, de « naturel » à « artificiel » en passant par « mis sous terre ». Cette répartition s'effectue par l'évaluation sommaire des caractéristiques importantes d'un point de vue écomorphologique, telles que la nature des rives ou la variabilité de la largeur du lit mouillé. La classification des tronçons de cours d'eau donne un précieux indice quant aux valeurs écomorphologique et paysagère d'un tronçon de cours d'eau. Vous trouverez plus d'informations concernant la méthodologie sur [http://www.modul-stufen-konzept.ch/index\\_FR](http://www.modul-stufen-konzept.ch/index_FR)

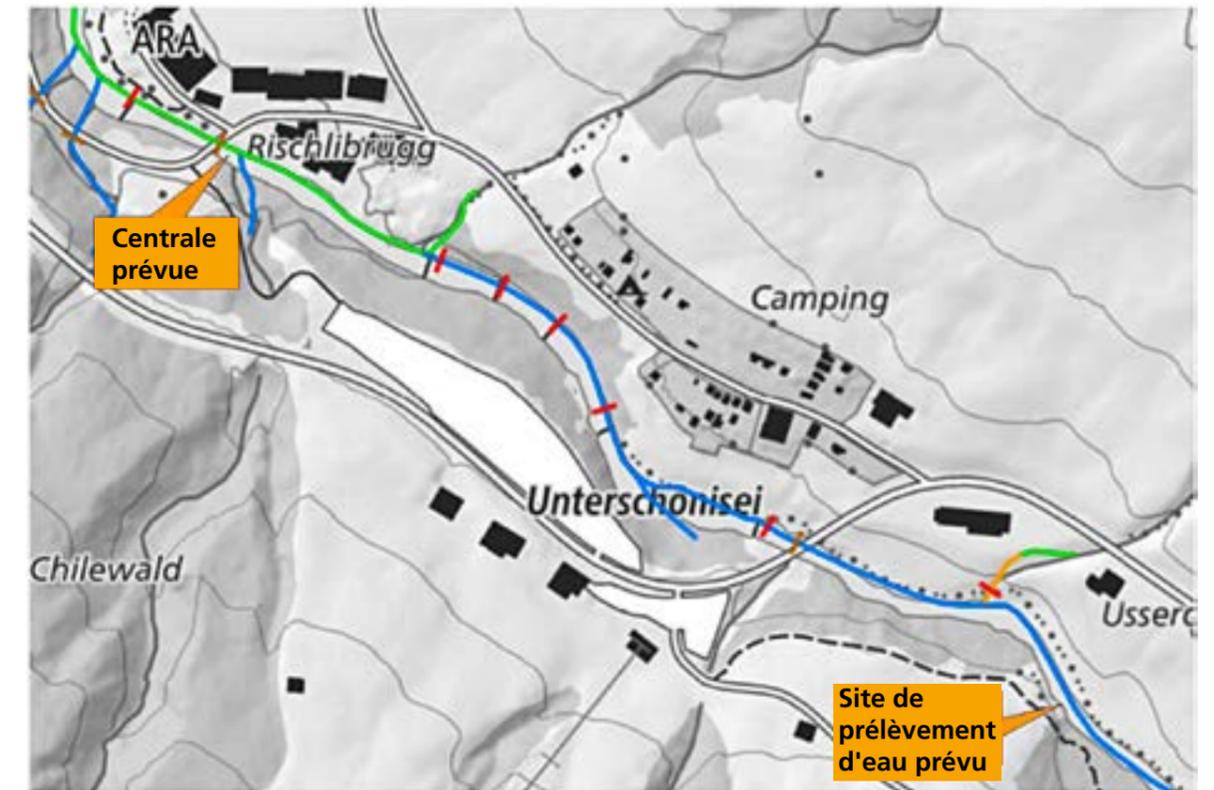


Fig. 8 : section de la carte « Écomorphologie niveau R »

##### CRITÈRE EN MATIÈRE D'« ESPACE RÉSERVÉ AUX EAUX »

Suite à la modification de la LEaux au 1<sup>er</sup> janvier 2011<sup>4</sup>, les cantons sont tenus de délimiter l'espace réservé aux eaux d'ici au 31 décembre 2018. Cela permet de sécuriser l'espace :

- pour une évacuation plus sûre des crues ;
- servant d'habitat aux espèces animales qui dépendent du milieu aquatique.

4 Cette loi de 2011 a été entre temps révisée.

La Fig. 8 montre un exemple de cours d'eau, représenté par des tronçons naturels ou semi-naturels (en bleu) et des tronçons peu atteints (vert) en signalant les seuils existants (barres rouges). Sur ce genre de sites, il faut s'attendre à des directives strictes pour les projets de PCH, comme une augmentation importante du débit résiduel, pouvant entraîner la non-faisabilité économique du projet. Les arguments comme la présence des seuils et les stratégies de promotion des énergies renouvelables par les autorités ne semblent pas suffisants.



# TRAVAUX D'AMÉNAGEMENT DES RIVES DE LA REUSS

Photo : © AF-Iteco AG

L'espace réservé aux eaux ne peut en principe pas être aménagé ; et en cas de passage souterrain, il est impératif de tenir une distance minimale par rapport au fond de lit. Des exceptions sont possibles, en cas de lien géographique nécessaire au projet avec un autre ouvrage, tel qu'un aménagement de prise d'eau, de dessablage ou de restitution. Pour les aménagements parallèles au cours d'eau (p. ex. conduite sous pression dans la rive), il se peut toutefois que l'autorisation soit difficile à obtenir.

## SYSTÈME MODULAIRE GRADUÉ ET « ÉCOMORPHOLOGIE NIVEAU R »

En créant le « système modulaire gradué » <http://www.modul-stufen-konzept.ch/index>, les services administratifs fédéraux et cantonaux ont conçu, en étroite collaboration avec l'EAWAG, un instrument permettant d'analyser complètement l'état actuel des cours d'eau.

Pour les domaines (ou « modules ») que sont :

- l'hydrologie,
- l'écomorphologie (propriétés structurelles des ruisseaux et autres cours d'eau),
- la biologie (végétation des rives et de leurs environs, plantes marécageuses et aquatiques supérieures, populations d'animaux, de végétaux et de micro-organes),
- la chimie des eaux et
- l'écotoxicologie,

des recherches sur trois niveaux d'intensité ont été réalisées :

R = niveau régional/cantonal (faible investissement)  
C = niveau des cours d'eau (investissement moyen)  
T = niveau des tronçons des cours d'eau (gros investissement)

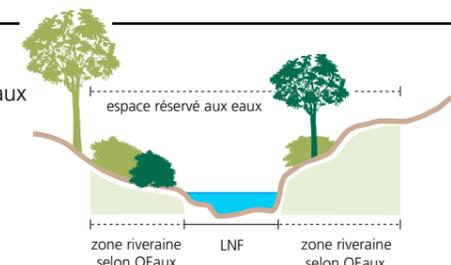
Cette approche pluridisciplinaire permet une évaluation complète des cours d'eau, afin d'identifier leurs problèmes et d'élaborer des plans de mesures.

L'état écomorphologique d'un cours d'eau joue beaucoup sur la probabilité d'obtenir une autorisation de projets de PCH, ce qui amène les initiateurs à se plonger dans le sujet le plus tôt possible. Meilleur est l'état écomorphologique du cours d'eau utilisé, plus les dommages sur l'écologie des eaux, engendrés par une PCH seront importants, et plus les critères et les directives seront stricts au cours de la procédure de demande d'autorisation.

## Espaces réservés aux eaux

### ...dans les régions au sens de l'Art. 41a Al. 2 de la LEaux

Largeur naturelle du fond du lit (LNF)	Largeur minimum de l'espace réservé aux eaux
< 2 m	≥ 11 m
2 m – 15 m	≥ 2.5 x LNF + 7 m
> 15 m	Directive cantonale



### ...dans les zones protégées nationales et cantonales au sens de l'Art. 41a Al. 1 OEaux

Largeur naturelle du fond du lit (LNF)	Largeur minimum de l'espace réservé aux eaux
< 1 m	≥ 11 m
1 m – 5 m	≥ 6 x LNF + 5 m
> 5 m	≥ LNF + 30 m

Fig. 9 : espace réservé aux eaux (représentation tirée de l'Aide-mémoire ODEEA, canton de Zurich)

### 4.3.3 AUTRES CRITÈRES EN MATIÈRE DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA NATURE ET DES PAYSAGES

Si le projet menace d'autres intérêts dans le domaine de l'environnement, de la nature et des paysages, la probabilité d'obtenir une autorisation doit être évaluée en conséquence. Il existe des zones protégées et des sites inventoriés aux niveaux fédéral et cantonal.

- Protection des paysages, IFP (Inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels)
- Sites de reproduction de batraciens
- Zones marécageuses
- Prairies sèches
- Associations forestières spécifiques, plus particulièrement forêts alluviales

En comparant les divers intérêts de protection, il est possible de savoir dans quelle mesure votre projet est susceptible de devenir critique à ce sujet.

### CRITÈRES D'EXCLUSION SELON LES RECOMMANDATIONS DE L'OFEN/OFEV/ARE

Les critères d'exclusion dans le domaine de la protection de la nature et des paysages sont détaillés au chapitre 6 « Appréciation de l'intérêt à protéger un cours d'eau » de la « Recommandation relative à l'élaboration de stratégies cantonales de protection et d'utilisation dans le domaine des petites centrales », publiée en 2011. A noter que la gestion des critères mentionnés est propre à chaque canton.

### 4.3.4 CRITÈRE EN MATIÈRE DE « CONSERVATION DES FORÊTS »

#### CRITÈRE EN MATIÈRE DE « SURFACE FORESTIÈRE »

Les défrichements sont éventuellement possibles bien qu'étant en principe interdits (cf. point 4.8.2.), dans la mesure où :

- Il peut être prouvé que le projet dépend de cet emplacement,
- des raisons importantes justifiant le défrichement peuvent être apportées,
- et un reboisement équivalent dans le même compartiment de terrain est réalisé.

#### CRITÈRE EN MATIÈRE DE « VÉGÉTATION DES BERGES »

La suppression de la végétation des rives peut s'avérer critique. Les autorités compétentes peuvent toutefois autoriser des projets ne pouvant être réalisés ailleurs (cf. point 4.8.3).

### 4.3.5 CRITÈRE EN MATIÈRE DE « CONSERVATION DU PATRIMOINE »

Il est évident que les directives liées à la protection du patrimoine s'appliquent à toute construction existante possédant une valeur historique ou architecturale. De très bonnes solutions peuvent être trouvées si on se montre créatif et ouvert au dialogue.

#### 4.3.6 CRITÈRE EN MATIÈRE DE « STRATÉGIES CANTONALES DE PROTECTION ET D'UTILISATION »

Dans certains cantons, outre les lois, des zones protégées et plans directeurs existants, des « stratégies de protection et d'utilisation » ont été élaborés sur recommandation de la Confédération. Pour faire simple, ces stratégies fixent quels cours d'eau, par rapport à l'exploitation de centrales hydrauliques, sont

- « autorisés » ou en tout cas recommandés (en tenant compte des lois en vigueur),
- autorisés uniquement à des conditions strictes, ou
- inenvisageables (exclus)

Dans une zone où l'exploitation de centrales hydrauliques n'est pas autorisée, les autorisations ne sont accordées (lorsqu'elles le sont) qu'à des conditions particulièrement strictes.

##### STRATÉGIES CANTONALES DE PROTECTION ET D'UTILISATION

Il ne faut pas confondre les plans de protection et d'utilisation au sens de l'Art. 32 c) LEaux, en place depuis longtemps déjà, avec les stratégies de protection et d'utilisation apparues ces dernières années dans certains cantons et qui doivent être validées par le Conseil fédéral.

En 2011, les offices fédéraux OFEN, OFEV et ARE ont publié une « Recommandation relative à l'élaboration de stratégies cantonales de protection et d'utilisation dans le domaine des petites centrales », qui s'appuie sur l'Art. 3a<sup>bis</sup> OEna ajoutée la même année et que l'on peut considérer comme une réaction des associations de protection de l'environnement face à la déferlante de demandes de RPC. Les grands réseaux hydrographiques rattachés et les vallées entières doivent être divisés en zones, dans lesquelles les nouvelles centrales hydrauliques sont ou ne sont pas implantables. Les autorités compétentes en matière d'autorisation espéraient ainsi, dans l'ensemble, avoir moins de demandes à traiter et pouvoir les traiter plus rapidement. Outre les prescriptions actuelles strictes relatives à la protection des eaux et de l'environnement, qui ont été bien réfléchies et qui bénéficient d'un grand soutien, certaines autorités cantonales ont fixé, sans demander sa participation à l'électorat, des réglementations supplémentaires parfois radicales dans le domaine de l'environnement. La similarité entre ces stratégies et les plans directeurs est telle que certains projets ne sont plus évalués selon leur impact réel sur l'environnement, mais selon des critères abstraits qui ne sont pas spécifiques au projet concerné. L'impact sur l'environnement a beau être plus faible, le bilan écologique global meilleur et

#### 4.3.7 CRITÈRE EN MATIÈRE DE « PROTECTION CONTRE LES CRUES »

À proximité d'importantes infrastructures ainsi que dans les zones peuplées et celles menacées par l'érosion, une attention toute particulière est accordée à la protection contre les crues, étant donné que les éléments entraînés par l'eau peuvent réduire la capacité d'écoulement, créer des barrages et entraîner des inondations.

Les services cantonaux ou communaux ainsi que les syndicats des digues peuvent vous indiquer si votre projet menace ou est susceptible de menacer la protection contre les crues. Si tel est le cas, des calculs doivent généralement être présentés et/ou des mesures, proposées, afin de montrer que les événements de crue peuvent être maîtrisés en toute sécurité et, ce, sans mettre en danger les personnes ou la propriété d'autrui.

le respect des dispositions légales plus grand, les autorités peuvent tout de même refuser catégoriquement le projet du fait d'une de ces stratégies de protection et d'utilisation.

De nombreux cantons ne suivent pas les recommandations de la Confédération, et continuent d'évaluer les projets de PCH individuellement. Le canton du Valais a par exemple opté pour une solution particulièrement bonne, en faisant vérifier chaque demande par des bureaux d'environnement externes, selon des critères uniques. Cette solution est moins coûteuse, plus efficace et plus juste que d'élaborer des stratégies régionales qui ne peuvent jamais être adaptées aux caractéristiques propres de chaque projet. Le canton de Zurich suit quant à lui un chemin tout aussi judicieux avec sa « planification positive », principe selon lequel seuls les sites concernés par une nouvelle centrale hydraulique sont évalués de façon ciblée par le canton.

##### ÉTAT DANS CHAQUE CANTON

Vous trouverez sur le site Internet de l'Agenda 21 pour l'eau un rapport récapitulatif de l'état de la mise en œuvre des stratégies de protection et d'utilisation dans chaque canton (datant de 2012) ainsi que sa mise à jour datant de septembre 2013 (mise à jour uniquement en allemand). Il ressort de ce document que de nombreux cantons ne prévoient aucun instrument de ce type ou préfèrent évaluer les demandes de projet individuellement en suivant les procédures standardisées. <http://wa21.ch/de/ThemenDossiers/Nutzung-der-Wasserkraft/Kantonale-Uebersicht> [page uniquement en allemand].

#### 4.3.8 CRITÈRE EN MATIÈRE D'« UTILISATION RATIONNELLE DES FORCES HYDRAULIQUES »

Les autorités compétentes en matière d'octroi de concession sont légalement tenues d'empêcher une exploitation irrationnelle des eaux. L'Art. 4 Al. 2 LFH stipule :

**« L'approbation [de la concession hydraulique] est refusée si le projet d'utilisation est contraire à l'intérêt public ou à l'utilisation rationnelle du cours d'eau. »**

Un tel cas pourrait survenir si le projet n'a ouvertement pas la possibilité de respecter ces conditions, ou si le requérant ne peut pas déclarer disposer des moyens et des compétences nécessaires à la bonne réalisation du projet, ni garantir une exploitation et une maintenance sûres de l'installation.

##### PROJETS CONCURRENTS SUR LE MÊME TRONÇON DE COURS D'EAU

Si votre projet est mis en concurrence avec d'autres projets sur le même tronçon de cours d'eau, le risque que vous encourez est que les autorités compétentes, s'appuyant sur la LFH ou les lois cantonales, choisissent un autre requérant en s'appuyant sur les critères suivants :

- production d'énergie maximum pour un prix de revient minimum ;
- faible impact sur l'environnement et aucun conflit d'utilisation en perspective (comme avec l'approvisionnement en eau potable) ;
- aspects relevant de l'aménagement des cours d'eau (protection contre les crues, charriage, eaux souterraines) ;
- aspects économiques régionaux ;
- préférence légale pour des fournisseurs d'électricité publics ;
- degré d'étude et exhaustivité du dossier de demande.

Dans certaines circonstances, la meilleure solution est de coopérer avec les concurrents plutôt que d'insister sur son propre projet.

#### 4.3.9 CRITÈRE EN MATIÈRE D'« AMÉNAGEMENT DES TERRITOIRES »

En principe, les nouvelles constructions à bâtir doivent être conformes aux affectations des zones, ce qui n'est pas souvent le cas pour les centrales hydrauliques, celles-ci étant proches des cours d'eau et éloignées des zones à bâtir. Du fait de la dépendance du projet avec son implantation, l'autorisation d'aménagement du territoire peut toutefois être accordée.

#### 4.3.10 CRITÈRES EN MATIÈRE DE DROITS DE PROPRIÉTÉ ET DE DROIT PRIVÉ

Outre les conditions-cadres légales en vigueur, certains **critères relevant des droits de propriété et du droit privé** peuvent également être décisifs. Il est donc recommandé de vérifier à l'avance si l'acquisition d'un terrain et/ou d'un droit de jouissance (servitude) est en principe possible, afin d'établir un contrat le plus tôt possible. Dans le cas de projets d'intérêt public dans le cadre de l'approvisionnement en énergie, une expropriation est certes possible, mais elle risque d'engendrer des litiges longs et coûteux, ce qui peut en fin de compte mener le projet à l'échec.

## 4.4 EXAMEN PRÉLIMINAIRE, DEMANDE PRÉALABLE

Outre les examens réalisés dans le cadre de la procédure d'obtention d'autorisation, il est également possible de demander un examen préliminaire ou de formuler une demande préalable aux autorités compétentes en matière d'autorisation. Certaines autorités conseillent d'ailleurs vivement de profiter de cette opportunité.

##### INTÉRÊT ET OBJECTIF D'UN EXAMEN PRÉLIMINAIRE

Comme cela se fait couramment à de nombreux endroits dans le cadre de la procédure de demande de permis de construire ou de la modification du plan de zones, certains cantons offrent aussi un instrument d'examen préliminaire (appelé aussi demande préalable ou décision préliminaire), destiné aux procédures de concession. Quelle que soit son appellation, son principal objectif reste le même : faire évaluer par les autorités, la probabilité d'obtenir une autorisation pour un projet avant d'investir trop de temps dans l'élaboration et l'examen d'un projet de concession complet.

Considérez cet examen préliminaire comme l'opportunité d'obtenir des conseils en amont sur les possibilités d'améliorer votre projet du point de vue des autorités, afin de mettre toutes les chances de votre côté pour que votre projet soit accepté.

#### CONTENU ET FORME DES DOCUMENTS À FOURNIR

Étant donné que le dépôt de ce dossier est facultatif, contrairement à la procédure de demande d'autorisation ordinaire, il n'existe pas de dispositions déterminant sa forme et son contenu. Il n'est pas obligatoire que le dossier soit complet ; il peut être très court et les schémas peuvent être très sommaires. Les caractéristiques essentielles du projet doivent cependant être clairement reconnaissables et il est dans l'intérêt du maître de l'ouvrage de présenter tous les aspects pouvant s'avérer déterminants (ou même risqués) pour l'octroi de la concession ou du permis de construire. Là encore, renseignez-vous auprès du service administratif compétent avant de déposer votre dossier.

Voici un exemple adapté d'un canevas qui pourrait servir à l'examen préliminaire d'un projet pour lequel la faible quantité d'eau disponible et les interventions sur le paysage pour accéder à la centrale sont des points délicats :

1. aperçu du projet : description des éléments essentiels, tableau succinct comportant les principales caractéristiques de l'installation ;
2. hydrologie : courbe des débits classés au niveau de la prise d'eau ;
3. production électrique attendue ;
4. schémas : plans de situation basés sur les cartes nationales ou les plans de cadastre, présentant tous les éléments concernés par le projet (notamment l'accès à la centrale dans cet exemple).

#### CARACTÈRE OBLIGATOIRE D'UN EXAMEN PRÉLIMINAIRE

Il convient de s'enquérir du caractère obligatoire de tels examens préliminaires dans chaque cas concret. Bien que cette démarche soit volontaire, les demandes préalables déposées, de même que la prise de position des autorités, revêtent dans un sens un caractère obligatoire s'appliquant à chacune des parties. Ce caractère obligatoire s'applique bien entendu uniquement :

- aux éléments de construction présentés dans les documents et évalués par les autorités, ainsi qu'aux autres caractéristiques du projet telles que le débit d'équipement ;
- dans la mesure où ces éléments ne sont pas modifiés par la suite.

## 4.5 APERÇU DES PROCÉDURES DE CONCESSION ET D'AUTORISATION

Selon les cantons et la taille de la centrale hydraulique, la procédure s'appliquant à la concession hydraulique et au permis de construire peut comporter 1 ou 2 étape(s). Il est donc conseillé de prendre contact le plus tôt possible avec les autorités cantonales.

### 4.5.1 PROCÉDURE EN 2 ÉTAPES

Le processus en 2 étapes se divise ainsi :

**1<sup>ère</sup> étape (procédure de concession) :** autorisation de base concernant l'utilisation des eaux à des fins de production d'électricité ainsi que disposition des conditions-cadres pertinentes et des dispositions légales s'appliquant à la réalisation du projet.

- Procédure de concession (LFH, procédure directrice)
- Autorisation de prélèvement d'eau (LEaux)
- Autorisation d'intervention en cours d'eau (LEaux)
- Autorisation relevant du droit sur la pêche
- Détermination des plans et éventuelles autorisations exceptionnelles
- Autorisation d'intervention sur la nature (LPN)
- Autorisation de défrichement (LFo)
- Octroi du droit d'expropriation (LEx)
- Étude de l'impact sur l'environnement, 1<sup>ère</sup> étape (LPE)

**2<sup>nd</sup>e étape (procédure de demande de permis de construire) :** octroi de toutes les autorisations nécessaires et annexes en matière de construction et d'exploitation d'une centrale hydraulique, basé sur un projet extrêmement bien détaillé.

- Approbation des plans relevant du droit des eaux (LFH)
- Examen des mesures prises en faveur de la navigation, décision (LFH)
- Permis de construire (règlement de construction communal ; pour les constructions en dehors de la zone de construction autorisée, les dispositions de la LAT et des lois cantonales sur les constructions s'appliquent)
- Approbation des plans pour les installations électriques (LIE)
- Autorisation d'exploitation en matière de droit du travail (LTr)
- Étude d'impact sur l'environnement, 2<sup>nd</sup>e étape (LPE)

Selon les autorités dirigeant le processus (généralement la commune), un certain nombre d'informations standards (formulaire) doivent être apportées pour les autorisations suivantes, y compris pour leur exemption :

- autorisation de la police du feu (mise en danger, charges d'incendie, charges d'incendie) ;
- autorisation de raccordement aux canalisations publiques ;
- bilan énergétique de l'enveloppe du bâtiment.

Vous pouvez partir du principe que de nombreuses autorisations, listées ci-dessus, ne concernent pas les projets de petite hydraulique (p. ex. navigation). En ce qui concerne l'étude d'impact sur l'environnement, l'OEIE stipule qu'elle n'est pas nécessaire dans le cas de centrales hydrauliques de moins de 3 MW. Malgré tout, les autorités compétentes en matière d'autorisation exigent souvent une notice d'impact (combinaison du rapport environnemental et du rapport sur les débits résiduels).

Notez que d'un point de vue légal, vous ne pouvez exiger l'octroi de la concession des droits d'eau, même si toutes les étapes d'autorisation du processus ordinaire ont été passées. De plus, un projet doit être susceptible de recevoir toutes les autorisations mentionnées précédemment et respecter toutes les directives légales. Il est d'ailleurs recommandé de prendre contact avec les services cantonaux relativement tôt afin de faire évaluer son projet et vérifier qu'il respecte toutes les lois et directives concernées.

	Procédure en 2 étapes	Procédure combinée (1 étape)
Avantages	Planification plus sûre lors de la procédure de demande de permis de construire, puisque <ol style="list-style-type: none"> <li>1. concession déjà octroyée (cf. point 4.2.2)</li> <li>2. dispositions connues</li> </ol>	Gain de temps
Inconvénients	Procédure plus longue, projet mis à l'enquête publique deux fois (risques de recours)	Coûts d'étude plus élevés (pour projet de l'ouvrage technique) alors que la réussite du projet (concession) n'est pas encore assurée ► Risque

Tableau 7 : différences entre procédure d'autorisation à 2 étapes et procédure combinée

### 4.5.2 PROCÉDURE COMBINÉE (1 ÉTAPE)

Certaines lois cantonales sur les forces hydrauliques autorisent de mêler concession et permis de construire en une seule et unique procédure combinée. La demande de concession et d'autorisation sont alors réunies et font l'objet d'un même dossier ainsi que d'une même autorisation. Ce type de procédure peut présenter des différences entre cantons selon la procédure directrice prédominante (octroi de concession ou permis de construire). Il est donc conseillé de prendre contact avec les autorités cantonales le plus tôt possible.

S'il vous appartient de choisir entre faire autoriser votre projet en deux étapes ou en une seule (processus combiné), il vous faut réfléchir aux avantages et aux inconvénients ci-dessous. Le processus combiné est surtout recommandé pour les projets simples et non contestés.

## 4.6 PROCÉDURE DE CONCESSION

### 4.6.1 PROCÉDURE

Les détails de la procédure qui suit peuvent varier selon les cantons. Une décision est prise en fin de procédure, contre laquelle un recours peut être déposé.

#### AUTORITÉ DIRECTRICE, SERVICES ADMINISTRATIFS ET AUTORISATIONS PARTIELLES

Conformément à la LAT, chaque canton est tenu d'avoir une autorité directrice qui dirige le processus.

Qu'il s'agisse d'une demande de concession ou de permis de construire, la démarche est la même : le dossier de demande comportant tous les documents nécessaires doit être adressé à l'autorité dirigeant le processus (p. ex. l'Office de l'énergie), laquelle gère la procédure de demande d'autorisation complète et sert de relais au requérant. Elle réunit les prises de position de chacun des services administratifs pour en conclure un avis consolidé. En cas de litige, l'autorité dirigeant la procédure doit servir de modérateur et, en dernier ressort, s'imposer et faire foi.

#### MISE À L'ENQUÊTE PUBLIQUE, PARTICIPATION DES GROUPES D'INTÉRÊT

En règle générale, le projet de concession (accompagné de toutes les documentations déposées y afférant) est mis à l'enquête publique pendant 20 à 30 jours. Sont également parfois mis à l'enquête publique les prises de position et co-rapports des cantons, dans la mesure où ces derniers ne sont rédigés qu'après l'expiration du délai d'opposition.

Dans le cadre de la mise à l'enquête publique, les personnes physiques et morales ainsi que les organes habilités à recourir peuvent émettre des objections et déposer des recours.

Il est souvent recommandé de réaliser une séance d'information au début de la mise à l'enquête publique, voire juste avant, destinée aux parties prenantes et/ou intéressées, ainsi qu'aux associations de protection de l'environnement. Dans certains cantons, il a été établi que l'autorité dirigeant le processus constitue un groupe d'accompagnement. Il est recommandé d'évoquer avec les autorités la possibilité de créer un groupe d'accompagnement. En effet, celui-ci peut permettre de contribuer dès le début à ce que le projet bénéficie d'une acceptation aussi large que possible, d'intégrer les parties prenantes et/ou intéressées à la planification concrète du projet, et de trouver de solides compromis.

Éventuels pourparlers de conciliation

Si au cours du délai d'opposition, des recours sont déposés, l'autorité dirigeant le processus peut organiser des entretiens de conciliation. Évidemment, les requérants et les personnes la base de recours peuvent trouver un accord bilatéral.

#### ÉVALUATION DES AUTORITÉS (EN INTERNE)

Une fois le délai d'opposition expiré et les éventuels entretiens de conciliation terminés, l'autorité dirigeant la procédure transmet les documents à toutes les autres autorités (p. ex. les communes concernées par le site) et tous les autres services administratifs (p. ex. Office de l'environnement) concernés par les domaines du projet. Ces autorités et services examinent chacun les éléments relevant de leur domaine de compétences et vérifient si le projet respecte les dispositions légales, s'il va à l'encontre des intérêts publics et si des autorisations spéciales sont nécessaires (autorisations partielles). Ils font alors part de leur position à l'autorité dirigeante, la plupart du temps sous forme d'un bref rapport dans lequel : 1. les faits sont mis en évidence ; 2. l'impact du projet est évalué (« considérations ») ; 3. une demande d'acceptation ou de refus du dossier est établie à d'éventuelles conditions.

#### ÉVALUATION DES AUTORITÉS (EN INTERNE) : PROCÉDURES DIFFÉRENTES

Les procédures en interne peuvent varier du tout au tout en fonction des cantons et des catégories d'installations.

Les différences peuvent être les suivantes :

- la procédure de dépôt est lancée dès la saisie, sans vérifier si le dossier est complet.
- la procédure de dépôt n'est lancée qu'après avoir vérifié en interne que le dossier était complet.
- la procédure de dépôt n'est lancée qu'après vérification (et amélioration) du projet de concession en interne par les services administratifs, c'est-à-dire une fois que les autorités ont autorisé le projet à tous les niveaux, ou plutôt qu'ils l'ont évalué comme susceptible d'être autorisé.
- certain cantons lancent la procédure de dépôt en même temps que les vérifications professionnelles du projet en interne.
- dans certains cantons, la vérification professionnelle ne se fait qu'après réception des recours, qui sont ensuite également évalués.

#### DÉCISION

L'autorité dirigeante établit ensuite une demande globale d'acceptation ou de refus du dossier avec (ou sans) documents destinés aux autorités compétentes en matière d'autorisation (généralement le Conseil d'État). Conformément aux recommandations (en règle générale), cette demande est établie de façon protocolaire, sous forme d'une décision du Conseil d'État.

Les documents, contenant une indication quant aux voies de recours, sont adressés au requérant et à chaque personne qui en avait au préalable fait la demande. La décision est en règle générale officiellement publiée en même temps que le procès-verbal.

#### VOIES DE RECOURS

En cas de demande refusée ou de conditions strictes, le requérant peut lui-même déposer un recours contre la décision des autorités.

Il est cependant plus fréquent que des tiers s'opposent à l'octroi d'une autorisation. Selon le type d'autorisation dont il s'agit, différentes instances sont alors impliquées.

### 4.6.2 COMMENT LE DÉBIT RÉSIDUEL EST-IL FIXÉ ?

#### BASES LÉGALES ET DÉBIT D'ÉTIAGE Q<sub>347</sub>

Prélever un débit dans un cours d'eau à débit permanent au-delà de l'usage commun nécessite une autorisation au sens de la LEau, autorisation qui n'est délivrée que s'il peut être prouvé que le débit résiduel du cours d'eau dans le tronçon court-circuité est suffisant.

La définition de « débit permanent » est donnée par le débit d'étiage Q<sub>347</sub> qui correspond au débit d'un cours d'eau atteint 347 jours par année, dont la moyenne est calculée sur une période de dix ans. Il s'agit d'un débit de temps sec. Lorsque ce débit est supérieur à 0 l/s (c.-à-d. lorsque le cours d'eau s'assèche moins de 18 jours par an), on parle de « cours d'eau à débit permanent ». On peut donc partir du principe qu'il s'agit essentiellement d'un état semi-naturel, à savoir un état non influencé, ou très peu, par l'homme.

# RESTITUTION DE L'EAU TURBINÉE DE LA CENTRALE DU LAC DE SEEALP, À WASSERAUEN



La loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (LEaux) protège les eaux de tout impact néfaste. Les dispositions relatives à la garantie d'un débit résiduel convenable tiennent ainsi compte à la fois des intérêts légitimes de la protection des eaux et de ceux de la production d'électricité.

Garantir un débit résiduel convenable n'est pas un objectif en soi : l'objectif réel est de garantir le débit nécessaire au maintien de la diversité de la faune et de la flore qui dépendent du cours d'eau. L'accent est ici mis sur la conservation de la population piscicole et de son habitat, de même que de la diversité paysagère. Il s'agit donc toujours de comparer les intérêts de chacun, entre protection et conservation de la biodiversité et autorisation d'une production électrique rentable. La fixation unilatérale d'un débit résiduel sur la base d'une comparaison des intérêts engendre toutefois un risque de surexploitation des eaux. L'Art. 31 LEaux a donc fixé des débits résiduels minimaux officiels.

#### DÉBIT RÉSIDUEL MINIMAL ET ÉCARTS

Dans le cadre de prélèvements de cours d'eau à débit permanent, le débit résiduel minimal est déterminé comme suit, en fonction du débit d'étiage  $Q_{347}$  :

Débit $Q_{347}$	Débit résiduel minimal
Jusqu'à 60 l/s et pour chaque tranche de 10 l/s supplémentaires	50 l/s 8 l/s de plus
Jusqu'à 160 l/s et pour chaque tranche de 10 l/s supplémentaires	130 l/s 4.4 l/s de plus
Jusqu'à 500 l/s et pour chaque tranche de 100 l/s supplémentaires	280 l/s 31 l/s de plus
Jusqu'à 2'500 l/s et pour chaque tranche de 100 l/s supplémentaires	900 l/s 21.3 l/s de plus
Jusqu'à 10'000 l/s et pour chaque tranche de 1'000 l/s supplémentaires	2'500 l/s 50 l/s de plus
Au-delà de 60'000 l/s	10'000 l/s

Tableau 8 : débit résiduel minimal d'après l'Art. 31 LEaux

Dans certains cas, les débits résiduels minimaux ne suffisent pas à garantir la protection minimum des fonctions essentielles d'un cours d'eau. Ainsi, le cours d'eau peut par exemple ne pas être assez profond pour la migration piscicole. L'autorité compétente en matière d'autorisation peut donc décider d'augmenter le débit résiduel, dans les proportions qui se révèlent nécessaires suite à la comparaison des intérêts (les « pour » et les « contre ») quant au prélèvement d'eau envisagé. Vous trouverez les principes à appliquer dans le cadre de cette comparaison des intérêts à l'Art. 33 Al. 2–3 LEaux.

Afin de déterminer le débit résiduel convenable, l'OFEV a publié en 2000 des instructions (<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/eaux/publications/publications-eaux/debits-residuels-convenables.html>) qui décrivent dans le détail les obligations du requérant. Ce document décrit également la structure du rapport sur les débits résiduels, à établir pour tout projet en cours d'eau à débit permanent, indépendamment de sa puissance.

#### RAPPORT SUR LES DÉBITS RÉSIDUELS ET NÉGOCIATIONS EN MATIÈRE DE DÉBIT RÉSIDUEL

Très souvent, le débit résiduel n'est fixé qu'au cours de la procédure de concession. Celui-ci peut être (sensiblement) plus élevé que celui-ci défini dans l'Art. 31. Peut-être parviendrez-vous tout de même à démontrer que, malgré un débit résiduel faible, les mesures de protection sont respectées et acceptées, ou alors proposerez-vous de vous-même un débit résiduel encore plus élevé, avec l'objectif d'améliorer la probabilité que le projet soit accepté.

À cet effet, dans le cadre d'un **projet de concession, il est nécessaire de remettre aux autorités** un rapport sur les débits résiduels qui présente les conséquences de prélèvements d'eau plus ou moins importants et dans lequel des débits résiduels convenables sont proposés. Dans le cas d'installations d'une puissance installée supérieure à 3 MW, le rapport sur les débits résiduels peut être intégré à l'étude d'impact sur l'environnement, celle-ci étant obligatoire. Dans le cas d'installations plus petites, le rapport sur les débits résiduels peut soit être établi séparément, soit être combiné à un rapport environnemental.

Considérez les discussions sur le débit résiduel au cours de la procédure de concession comme l'opportunité d'obtenir le meilleur équilibre entre production rentable d'électricité, écologie et approbation par la société.

#### 4.6.3 ACTE DE CONCESSION ET CONDITIONS

Un acte de concession comprend généralement les points essentiels suivants :

- le nom de la concessionnaire ;
- l'étendue du droit d'utilisation concédé, indiquant le débit utilisable (débit d'équipement), le tronçon de cours d'eau exploité avec les taux de prélèvement et de restitution, le débit résiduel, ainsi que le mode d'utilisation ;
- les autres conditions et charges fixées sur la base d'autres lois fédérales ;
- la durée de la concession.

Les éléments ci-dessus doivent impérativement être établis dans un acte de concession, en conformité avec la LFH. Ce dernier peut également contenir :

- les informations détaillées relatives à un régime de débit résiduel (tel que dotation dynamique, dotation saisonnière) ;
- le mode d'enregistrement et de surveillance du débit résiduel ;
- les crues à évacuer ainsi que des mesures d'aménagement des cours d'eau à mettre en place dans le cadre de la protection contre les crues ;
- des directives en matière d'écologie des eaux relatives à la migration piscicole, aux effets d'écluse et flux naturel des matières charriées ;
- les délais de mise en exploitation du barrage et des procédures de nettoyage ainsi que les délais de gestion d'évacuation des débris flottants ;
- des mesures écologiques de remplacement et de compensation ;
- les règlements relatifs à l'obligation de conservation des rives ;
- les règlements individuels concernant le droit de retour, les indemnités d'utilisation et dédommagements de renonciation ainsi que les possibilités de participation du concédant<sup>5</sup>.

Il est recommandé de vérifier qu'il est possible d'examiner et de commenter l'ébauche de concession afin de préciser les formulations et conditions peu claires. Cela permet de vous assurer que les formulations générales ne tenant pas compte des conditions spécifiques au projet et pouvant rendre le projet impossible, même involontairement, sont évitées. Le texte de concession fait également état des éventuels compromis et consensus convenus lors des négociations de concession et pour parler de conciliation.

<sup>5</sup> généralement en la personne morale du service public d'approvisionnement en électricité

Nous vous recommandons donc de vérifier que le texte de concession ne nuit pas aux éventuels futurs projets dont les autorités compétentes en matière d'octroi de concession n'ont pas encore connaissance (tels que la fusion de deux sociétés d'électricité, la future participation de tiers, le transfert de la concession, etc.).

#### 4.7 PROCÉDURE DE DEMANDE DE PERMIS DE CONSTRUIRE

En principe, les constructions et installations ne peuvent être bâties ou modifiées qu'avec l'autorisation des autorités. La condition préalable à l'octroi d'une autorisation est que la construction ou l'installation soit conforme à l'affectation de la zone et que le terrain ne soit pas enclavé. Contrairement à l'octroi d'une concession, le permis de construire doit impérativement être délivré si les dispositions légales concernées sont respectées, sauf dérogations de la Confédération et des cantons, dont les modalités d'application doivent, elles aussi, être suivies.

Les autorisations partielles nécessaires à l'obtention du permis de construire sont détaillées au point 4.5.1, au paragraphe « 2<sup>nd</sup>e étape ».

En règle générale, les communes sont les institutions compétentes en matière d'autorisation. En cas de construction en dehors de la zone à bâtir autorisée, cette compétence revient aux cantons, à savoir généralement à l'office en charge de l'aménagement des territoires. Les centrales hydrauliques sont souvent situées en dehors de la zone à bâtir autorisée ; mais, face au lien entre la topographie et le projet (notamment pour la prise d'eau), l'autorisation d'aménagement du territoire est en général accordée.

Si un projet de l'ouvrage est situé sur un site IFP ou si des défrichements supérieurs à 5'000 m<sup>2</sup> sont prévus, l'octroi de l'autorisation relève des services fédéraux.

Dans les autres cas, la procédure de demande de permis de construire est identique aux projets de construction habituels, raison pour laquelle le présent guide ne traitera pas ce sujet plus dans le détail.

## 4.8 AUTRES AUTORISATIONS

Outre la concession hydraulique et le permis de construire, les projets de petite centrale hydraulique requièrent encore un certain nombre d'autorisations partielles et annexes. Voici les plus importantes d'entre elles.

- Approbation des plans par l'ESTI : l'Inspection fédérale des installations à courant fort doit dans tous les cas être sollicitée afin d'approuver les plans d'installations à courant fort.
- Autorisation de défrichement : dans la mesure où des interventions s'avèrent nécessaires au sein d'un biotope officiellement considéré comme une forêt, il est obligatoire d'obtenir une autorisation de défrichement.
- Étude d'impact sur l'environnement : dans les cas de centrales hydrauliques d'une puissance supérieure à 3 MW, l'OEIE exige qu'une étude d'impact sur l'environnement soit réalisée. La fin du processus d'étude d'impact sur l'environnement ne conduit toutefois pas encore à la réelle obtention d'une autorisation ; dans le cadre du processus d'octroi d'une concession ou d'un permis de construire, il est également impératif de présenter l'examen correspondant comportant les prises de position des services administratifs des cantons et de la Confédération.

### 4.8.1 CAS PARTICULIER : ESTI

L'Inspection fédérale des installations à courant fort (ESTI) est, d'après la Loi sur les installations électriques, l'organe de surveillance et de contrôle des installations à courants faible et fort ne relevant pas de l'Office fédéral des transports. Dans le cadre de ses fonctions, l'ESTI est également responsable du développement de la procédure d'approbation des plans pour les installations à courant fort. L'approbation des plans est une autorisation de construire à part entière pour les installations électriques. Les autorisations et plans cantonaux ne sont alors plus obligatoires. La procédure d'approbation des plans en elle-même peut aussi être vue comme une vérification technique en matière de sécurité réalisée en amont par un service indépendant. Les documents à transmettre à l'ESTI dans le cadre d'une autorisation doivent comprendre toutes les informations nécessaires à l'évaluation du projet. Ainsi il vous est demandé, en tant que requérant, de mettre à leur disposition les informations suivantes :

- propriétaire de l'exploitation, site géographique, mode et aménagement de l'installation prévue ainsi que ses liens avec les installations existantes (réseau) ;

- motif du projet ;
- aspects techniques importants en matière de sécurité dans le cadre du montage en parallèle ;
- éventuelles influences sur ou provenant des autres installations ou sites ;
- impact sur l'environnement et les paysages ;
- concordance avec l'aménagement des territoires et notamment avec les plans directeurs et plans d'utilisation des cantons.

Les installations dont l'exploitation se fait isolément, sans raccordement au réseau, ne sont pas soumises à l'obligation d'obtenir une autorisation.

Vous trouverez plus de détails quant à la présentation des plans ainsi que les formulaires correspondants sur <https://www.esti.admin.ch/fr/esti-page-daccueil/>

Le processus standard d'approbation des plans prévoit que la demande soit publiée et que les documents soient mis à l'enquête publique pendant 30 jours. Dans le cas de projets de PCH, on procède souvent à une procédure simplifiée, possible lorsque :

- le projet est limité dans l'espace ;
- les personnes concernées sont connues ;
- le paysage n'est que peu modifié ;
- l'impact sur le territoire et l'environnement est négligeable ;
- il s'agit d'installations provisoires.

La décision prise dans le cadre de ce processus n'est fondée que sur la base des documents déposés.

Attention : si des sites protégés par la Confédération sont affectés par le projet (sites IFP par exemple), l'ESTI est tenue, en tant qu'établissement de la Confédération et dans certaines circonstances, de procéder à une mise à l'enquête publique même pour les détails tels qu'un court câble à courant fort enterré. Cela rend la procédure considérablement plus longue : prévoyez donc suffisamment de temps.

Veillez noter que la construction d'une installation ne peut démarrer que lorsque la mise à disposition de l'approbation des plans est définitive. L'ESTI peut toutefois autoriser le début immédiat des travaux de génie civil d'une installation s'ils sont justifiés.

Toutes les servitudes foncières nécessaires dans le cadre du processus d'approbation des plans doivent en revanche être accordées à titre définitif, c.-à-d. que les contrats de servitude (tels que droits de passage pour lignes de courant) doivent être signés et enregistrés au registre foncier. Il est donc recommandé de traiter suffisamment tôt des accords concernant les servitudes nécessaires.

### 4.8.2 CAS PARTICULIER : AUTORISATION DE DÉFRICHEMENT

Selon la Loi sur les forêts, on entend par défrichement tout changement durable ou temporaire de l'affectation du sol forestier. Les défrichements sont en principe interdits, mais des dérogations peuvent être accordées. Pour ce faire, le requérant est tenu de démontrer que le défrichement répond à des exigences primant l'intérêt à la conservation de la forêt, et que l'ouvrage pour lequel le défrichement est sollicité, ne peut être réalisé qu'à l'endroit prévu. Mais, même dans ce cas, le projet doit remplir, du point de vue matériel, les conditions posées en matière d'aménagement du territoire (p. ex. plan directeur de l'énergie) et respecter les exigences de la protection de la nature et du paysage.

Notez tout-de-même lors de l'élaboration d'un projet de petite centrale hydraulique que tout défrichement doit être compensé en nature dans le même compartiment de terrain. Les espaces forestiers valorisés ou constitués grâce à cette compensation en nature doivent avoir les mêmes qualités écologiques que l'aire forestière défrichée. Certains critères prédéfinis permettent, au lieu de fournir une compensation en nature, de prendre des mesures équivalentes en faveur de la protection de la nature et du paysage. Dans le domaine des petites centrales hydrauliques, une telle clause de dérogation peut notamment s'appliquer aux mesures de protection contre les crues et de revitalisation des cours d'eau.

Les autorités compétentes en matière d'autorisation sont les autorités fédérales ou cantonales, selon le niveau de procédure directrice supérieure en vigueur. L'autorité menant la procédure transmettra alors la demande de défrichement au service administratif compétent. Dans les cas de défrichements supérieurs à 5'000 m<sup>2</sup>, l'OFEV doit impérativement être entendu. Les compétences sont établies à l'Art. 6 de la Loi fédérale sur les forêts (LFo).

Si la demande de défrichement n'est réalisée qu'au cours de la procédure de demande de permis de construire communale, celle-ci doit alors généralement être adressée séparément au canton (Office forestier d'arrondissement).

### 4.8.3 CAS PARTICULIER : SUPPRESSION DE LA VÉGÉTATION DES RIVES

L'Art. 21 LPN stipule que la végétation des rives (roselières et jonchères, végétation alluviale et autres formations végétales naturelles riveraines) ne doit être ni défrichée, ni recouverte, ni

détruite de toute autre manière. L'autorité compétente peut cependant autoriser la suppression de la végétation existant sur des rives dans le cas de projets qui ne peuvent être réalisés ailleurs et qui ne contreviennent pas à la législation en matière de police des eaux et de protection des eaux.

### 4.8.4 CAS PARTICULIER : DOMAINE DE L'ENVIRONNEMENT

Les autorisations relevant du domaine de l'environnement (eaux, paysages, bruit, etc.) sont accordées sur la base du rapport environnemental et sur les débits résiduels ou du rapport d'impact sur l'environnement conforme à l'OEIE, ainsi que des évaluations et recommandations des autorités.

- Pour tout site d'une puissance théorique moyenne de l'eau supérieure à 3 MW (attention : il ne s'agit pas de la puissance installée), une étude d'impact sur l'environnement (EIE) et des rapports d'impact sur l'environnement sont obligatoires au niveau national, conformément à l'OEIE. Un des éléments constitutifs du rapport d'impact sur l'environnement est le rapport sur les débits résiduels (cf. point 3.5.3.1 à ce sujet). Le nombre d'étapes (une ou deux) du processus de l'EIE est déterminé conformément à la législation communale applicable.
- Dans le cas d'installations plus petites, un rapport sur les débits résiduels ou un rapport combiné (rapport environnemental et sur les débits résiduels) peut s'avérer suffisant.

L'EIE, de même que les rapports sur les débits résiduels ou les rapports environnementaux simplifiés, présentent les conséquences du projet sur l'environnement et les mesures à prendre afin de les réduire ou de les compenser.

Vous trouverez plus de détails sur ce processus au point 7.3.

### 4.8.5 AUTRES CAS PARTICULIERS

D'autres cas particuliers émanent des législations cantonales, tels que l'autorisation de dérogation en matière d'intervention sur le profil des crues dans le canton de Thurgovie, dans le cas d'ouvrages hydrauliques. Renseignez-vous auprès des institutions compétentes quant aux autorisations cantonales supplémentaires dont vous pouvez éventuellement avoir besoin..

## 5.1 COÛTS DE L'INSTALLATION

### RÈGLES STATISTIQUES GÉNÉRALES

Comme mentionné plus haut, il n'existe pas de règle simple permettant de déterminer avec fiabilité, sur la base de quelques caractéristiques uniquement (telles que la puissance, la hauteur de chute ou le débit d'équipement), le prix de revient ou le coût de l'installation pour un projet concret de petite centrale hydraulique.

Des statistiques réalisées au cours de ces vingt dernières années sur le coût des installations ont été appliquées aux installations à bâtir aujourd'hui, permettant d'établir le graphique ci-dessous. La « rétribution à prix coûtant du courant injecté » légale (RPC) s'aligne d'ailleurs sur cette courbe.

Les valeurs correspondent aux paramètres standards suivants :

- durée d'amortissement moyen des pièces de l'installation : 25 ans ;
- taux d'intérêt moyen appliqué aux capitaux propres (rendement) et capitaux étrangers : 5 % ;
- taux d'utilisation : environ 50 % ;
- sites faciles d'accès avec inclinaison moyenne du tronçon utilisé de 20 %

Deux éléments purement statistiques se dégagent de ce graphique :

- plus la puissance est élevée, plus le prix de revient est faible ;
- plus la hauteur de chute est faible, plus le prix de revient est élevé.

Il peut toutefois y avoir un écart très important par rapport à ces valeurs statistiques. Outre la puissance et la hauteur de chute, le coût d'une centrale dépend de nombreux autres facteurs.

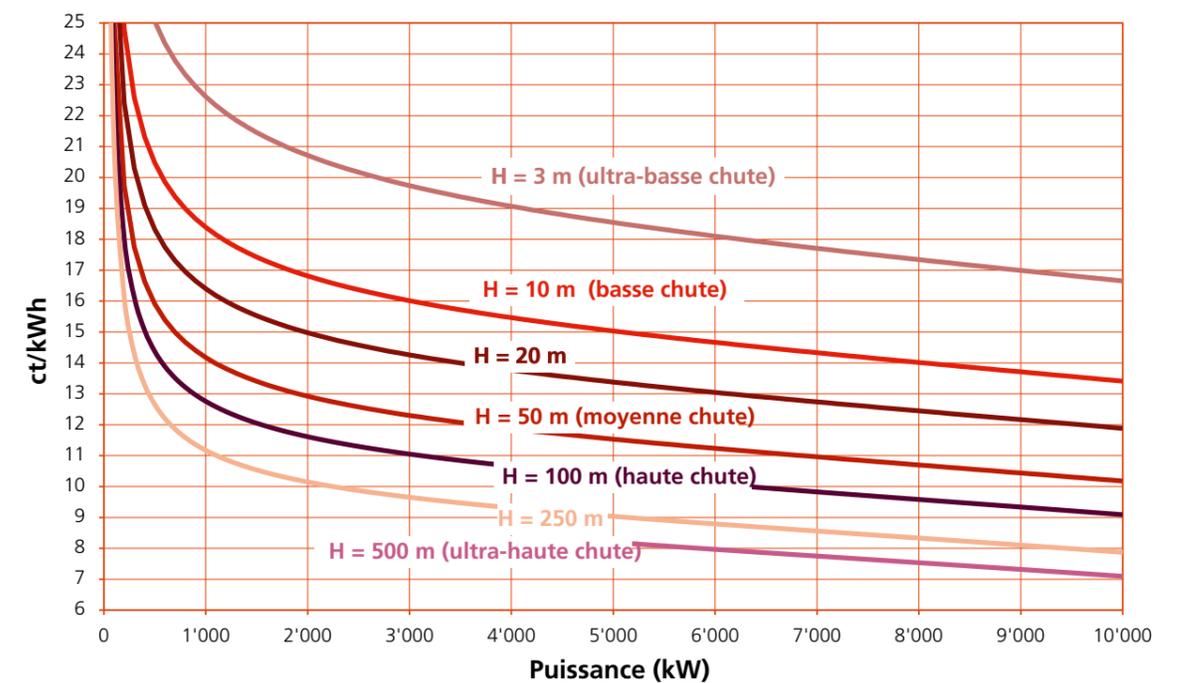


Fig. 10 : prix de revient statistique selon différentes hauteurs de chute, en fonction de la puissance (source : relevé statistique ITECO/ISKB 2007, avec le soutien de l'OFEN)

# ROUE DE TURBINE PELTON

## FACTEURS DE HAUSSE DES COÛTS CONCRETS

Les connaissances en matière de facteurs de hausse des coûts permettent d'aider à évaluer l'ordre de grandeur des coûts dans un cas concret.

- **Hydrologie irrégulière :** Cette problématique nécessite un degré de développement supérieur, voire des machines supplémentaires. En effet, si le flux est trop irrégulier, c'est-à-dire si les événements de crues et les périodes de sécheresse sont fréquents, il s'agira d'éviter que les turbines soient à l'arrêt faute d'eau et, qu'en période de crue, les débits ne s'écoulent pas inutilement au-dessus du barrage (lignes violettes sur la Fig. 11). Pour atteindre la production électrique d'une installation similaire mais disposant d'un débit plus régulier, de très faibles et de très gros débits devront pouvoir être turbinés relativement efficacement. Cela suppose une plus grande taille des équipements de turbinage et de déversements des eaux, voire l'installation d'une machine supplémentaire, ce qui peut résulter en une augmentation considérable de l'investissement.
- **Pente du tronçon utilisé,** c'est-à-dire le rapport entre les différentes hauteurs de chute et la longueur des tronçons d'eaux turbinées et de dérivation : plus la pente est élevée, plus le prix de revient est avantageux (valable jusqu'à une pente de 20–25 % max. ; au-delà, la topographie pose de plus en plus problème).
- **Qualité** des équipements électromécaniques et électrotechniques.  
La qualité des équipements des centrales peut être très différente selon la région de fabrication, la taille de l'entreprise et les compétences du fournisseur. Bien souvent, la solution la moins chère n'est pas la plus rentable ; en effet, une efficacité moindre, un entretien plus fréquent, des temps d'immobilisation plus nombreux et une durée de vie plus courte entraînent une augmentation du prix de revient à long terme. Ce sont les moyens financiers et la décision du maître de l'ouvrage qui vont en fin de compte déterminer s'il est pertinent de transférer les coûts de la phase de construction vers celle d'exploitation en choisissant des équipements moins chers et potentiellement de moins bonne qualité.
- **Types de machines**  
Comme pour les caractéristiques qualitatives, le choix du type de machines a également un impact sur les coûts de construction et d'exploitation. En voici deux exemples : les turbines Kaplan double réglage coûtent plus cher que les turbines Kaplan simple réglage, mais présentent un degré d'efficacité plus élevé sur une plage de fonctionnement plus

étendue. Un générateur à aimants permanents à vitesse de rotation lente peut se révéler plus coûteux qu'un multiplicateur de vitesse couplé à un générateur à vitesse élevée, mais présente un rendement nettement plus haut et des travaux d'entretien a priori moindres.

- **Coût de la construction hydraulique** (notamment en matière de protection contre les crues) et coûts correspondant à la réduction d'autres dangers naturels : ils peuvent entraîner une hausse considérable des coûts d'étude et de construction.
- **Gestion des matières charriées :** des volumes trop importants de débris flottants et autres matières charriées ainsi qu'une trop importante quantité de glace augmentent eux aussi les coûts de construction et d'exploitation.
- **Génie civil et conditions des sous-sols :** les maîtres de l'ouvrage non expérimentés ne savent souvent pas que les travaux de génie civil (excavations, tranchées longues et profondes ou coupes dans les pentes), et plus particulièrement les travaux spéciaux (galeries, cavernes, sécurisation complexe d'excavations) peuvent être à l'origine de coûts considérablement élevés. Il en est de même pour tout ce qui est lié aux problématiques suivantes : géologie instable, terrain présentant des risques d'affaissement, nappes au niveau élevé, nappes captives, risque de dépôt de sédiments à proximité des constructions existantes, assainissement des pentes, etc.
- **Accès** (chemins, évacuation de l'électricité) : plus la distance entre l'infrastructure et son accès est grande et le terrain « divisé » délicat, plus les coûts de construction et d'entretien de l'infrastructure d'accès seront élevés.
- **Mesures liées à la protection de l'environnement :** les équipements de protection de la faune piscicole, passes à poissons ou mesures écologiques compensatoires augmentent les coûts de construction et d'exploitation. Les débits résiduels élevés n'améliorent pas le volume turbinable et l'homogénéité du débit utilisable de l'installation, diminuent la production électrique et font donc augmenter le prix de revient.
- **D'autres exigences** relatives à l'autorisation (p. ex. construction de voies d'accès au profit de l'intérêt commun) peuvent également élever les coûts de construction ainsi que le prix de revient.
- Les coûts d'**acquisition de terrains constructibles** et de droit, ainsi que d'autres coûts directement imputables au maître de l'ouvrage, notamment ceux des examens préliminaires, taxes, procédures légales, etc. sont autant d'autres facteurs potentiels de hausse des coûts.

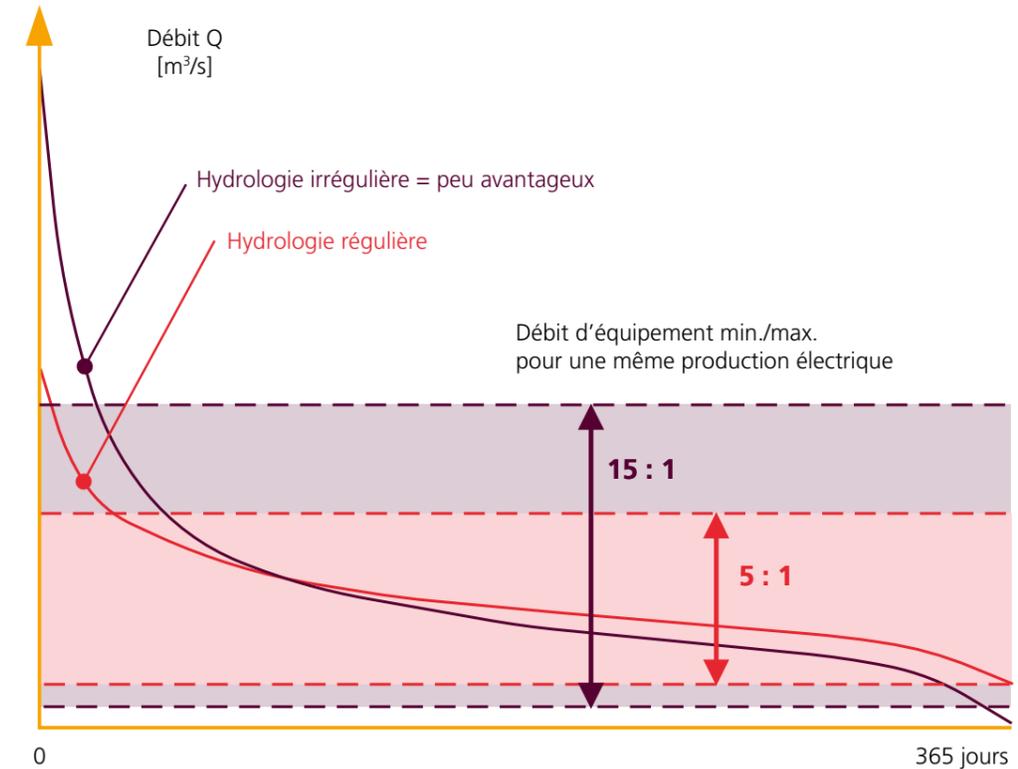


Fig. 11 : impact de l'hydrologie sur le débit d'équipement

Les facteurs de hausse des coûts mentionnés précédemment peuvent multiplier les coûts d'investissement ou le prix de revient de l'électricité, voire rendre le projet non viable. Il est indispensable de réaliser des analyses minutieuses lors de la phase d'étude afin de se protéger contre de futurs investissements qui n'auraient pas été prévus et qui feraient basculer le projet sous le seuil de rentabilité.

## FACTEURS DE BAISSÉ DES COÛTS

S'il existe de nombreux facteurs augmentant les coûts, il ne faut toutefois pas perdre de vue que d'autres permettent de les réduire :

- utilisation des structures de construction hydraulique et des installations déjà existantes, et plus particulièrement dans le cas de rénovations et d'agrandissements : si des structures existent déjà et qu'elles peuvent être réutilisées, le prix de revient n'en sera que plus faible ;
- partage des coûts dans le cas d'utilisations multiples ou de centrales intégrées à des réseaux d'eau (centrales sur eau potable, sur eaux usées, d'irrigation ou de dotation). Si vous parvenez à exploiter de telles synergies, les coûts pourront être partagés et chacun des maîtres de l'ouvrage verra sa part d'investissement diminuer.

## 5.2 STRUCTURE DES COÛTS

En général, les coûts du projet sont calculés par le mandataire compétent. Le maître de l'ouvrage se doit en revanche de vérifier les estimations (ou de les faire évaluer par un tiers) et au besoin de les compléter.

Une subdivision par catégorie de travaux ou par ensemble de contrats convient tout à fait au contrôle régulier des coûts jusqu'à l'achèvement du projet, puisqu'il est impossible de diviser les objets uniques (ouvrages) ou les prestations de service.

L'essentiel est de vérifier l'exhaustivité de l'estimation des coûts. Il ne faut pas oublier les dépenses appelées « frais généraux » ou « frais annexes liés à la construction » qui désignent les contributions propres au maître de l'ouvrage, à savoir par exemple les intérêts sur le crédit de construction, les taxes, les assurances lors de la phase de construction, etc. Tout compris, ces dépenses peuvent représenter 20 à 25 % des coûts totaux.

La subdivision des coûts du bâtiment établie par le CFC (code des frais de construction) est (encore) peu appliquée en matière de projets hydrauliques, malgré les améliorations qu'elle a pu apporter en 2009.

Subdivision	Objets, prestations de service (à titre d'exemple)	Ensembles de contrats d'exécution typiques
Travaux de l'ingénieur en bâtiment (secteur principal du bâtiment)	Prise d'eau Canal en amont Centrale ...	} Contrat d'entreprise avec l'ingénieur en bâtiment
Électromécanique, électrotechnique et systèmes de commande	Turbine et sa régulation, groupe hydraulique et vanne d'arrêt Générateur avec commande Commande de la centrale	} Contrat de livraison et d'entreprise pour l'électromécanique et les commandes
Équipement hydromécanique	Vanne clapet Grille d'entrée ...	} Contrat de livraison et d'entreprise pour les constructions hydrauliques en acier
Artisans, équipements intérieurs Autres équipements	Travaux de serrurerie Électricité Pont roulant	} Mandats et contrats individuels
<b>Sous-total = coûts de construction</b>		
Planification et direction des travaux	Travaux d'ingénierie Direction des travaux Analyses environnementales ...	} Mandats d'étude Commandes d'analyses spécifiques
Coûts généraux	Acquisition de terrains Intérêts sur le crédit de construction Assurances ...	}
<b>Total = coût de l'installation, coûts totaux, coûts d'investissement ou investissement total</b>		

Tableau 9 : subdivision des coûts recommandée

## 5.3 PRÉCISION DES ESTIMATIONS DES COÛTS

Il faut garder en mémoire que les estimations des coûts sont toujours une représentation à l'instant t des facteurs qui suivent.

1. Niveau de précision des études actuelles (type et quantité d'informations disponibles) : tant que les études ne sont encore que sommaires, les valeurs estimées doivent être interprétées avec prudence. De plus, il se peut qu'au moment de l'investigation, de nombreux corps de métier ne soient pas en mesure de donner rapidement des prix indicatifs, ou en soient réduits à donner des montants susceptibles de changer.
2. Situation des marchés des fournisseurs (marché acheteur / marché vendeur) : les offres des fournisseurs sont toujours une représentation de la situation du marché actuel. Les offres de générateurs à aimant permanent reflètent ainsi par exemple la disponibilité ou le prix sur le marché mondial des terres rares.

Notez que l'élaboration de prévisions de coûts plus précises augmente en règle générale les dépenses liées aux études. Car contrairement au photovoltaïque par exemple, les coûts d'une PCH dépendent toujours en large mesure du projet en question. Une prévision des coûts précise à  $\pm 10\%$  suppose déjà un niveau d'élaboration de projet très avancé, diverses analyses spécifiques (géologie, environnement, etc.), l'établissement de plans, des dimensions pour le calcul des coûts de construction ainsi que des offres fournisseurs proposées à titre indicatif. Ce n'est qu'à la réception des offres fermes pour les composants essentiels du projet (construction, machines, électrotechnique, équipements hydrauliques en acier), dans le cadre de la phase d'appels d'offres, que l'estimation des coûts devient nettement plus précise et plus fiable.

La Fig. 12 montre que la précision de l'estimation des coûts s'améliore au fur et à mesure que le projet avance et, ainsi, à quel degré de précision il faut s'attendre.

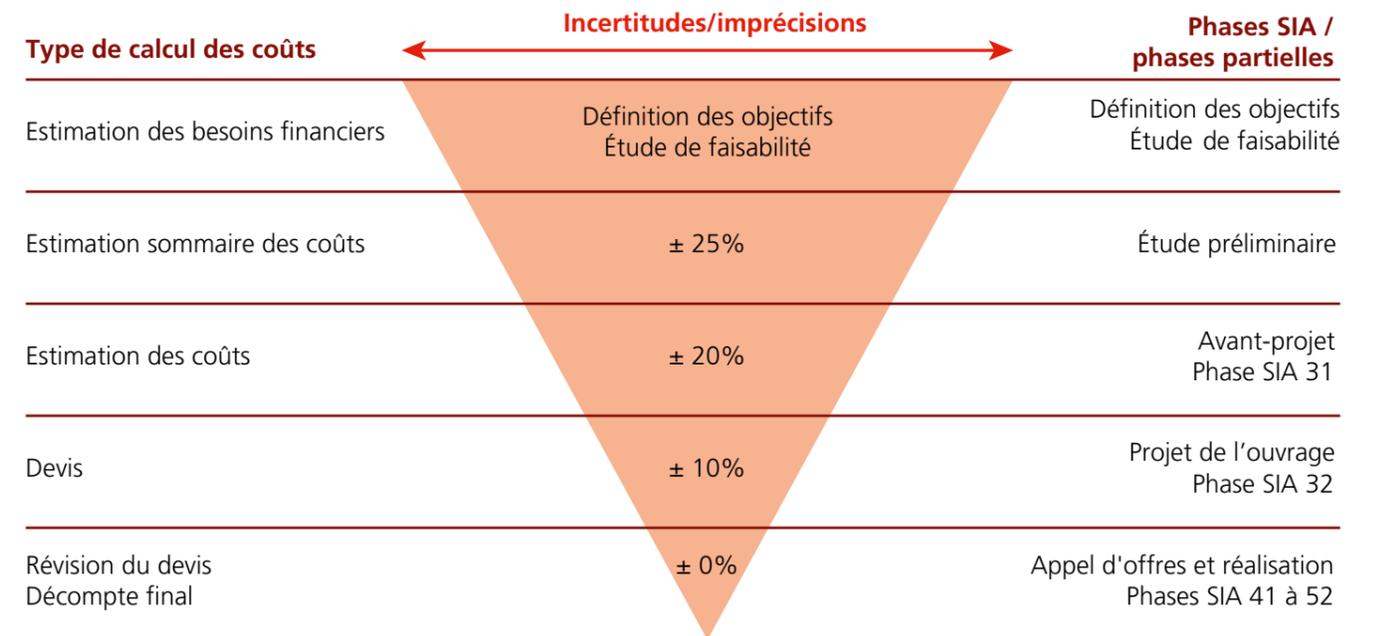


Fig. 12 : Précision des coûts en fonction des phases partielles SIA

## 5.4 VALEURS DE RÉFÉRENCE DES COÛTS D'ÉTUDE

L'expérience en matière de projets de construction de grande envergure a montré que, dans le secteur du BTP, en général 10 à 18 % des coûts de construction étaient imputables à l'étude du projet et à la direction des travaux. Les petites centrales hydrauliques sont cependant toutes des cas uniques et réunissent, même lorsque les coûts totaux sont faibles, nombre d'éléments provenant des domaines les plus variés. C'est pour cette raison que les coûts d'étude des PCH sont relativement élevés : il faut en effet leur accorder environ 20 % des coûts de construction, lorsque ce n'est pas plus. Plus le projet est petit, plus la proportion des « études et direction des travaux » est importante.

Le tableau ci-dessous permet de découvrir comment l'avancement d'un projet peut être divisé. Ce tableau a été réalisé suivant le modèle du règlement SIA 103, qui sert de guide à tous les types de construction (immeubles, rues, ponts...).

Les PCH présentent toutefois certaines particularités. Tandis qu'il est normal de n'avoir qu'une procédure de demande d'autorisation unique pour tous les autres projets de construction, la procédure de demande d'autorisation des projets de PCH comporte en général deux étapes. La demande de concession est effectuée sur la base d'un avant-projet technique et la demande de permis de construire sur la base d'un « projet de l'ouvrage conforme au règlement SIA 103 ». Afin que la planification soit suffisamment sûre et afin d'éviter de coûteuses modifications ultérieures de la concession déjà octroyée, l'avant-projet est prudemment établi dans des proportions plus élevées que la moyenne (par rapport aux autres projets). Cela entraîne une augmentation des coûts correspondants, mais qui profitera en réalité au futur projet de l'ouvrage.

Phase (SIA 103)	Phase partielle (SIA 103)		Répartition des prestations d'étude spécialisée + direction des travaux		
			Général	Valeurs empiriques PCH	
1	Définition des objectifs			à convenir spécifiquement	à convenir spécifiquement
2	Étude préliminaire			à convenir spécifiquement	à convenir spécifiquement
3	Étude du projet	31	Avant-projet	8 %	10–15 % lorsque la concession est basée sur un avant-projet
		32	Projet de l'ouvrage (servant généralement de base à la demande de permis de construire)	22 %	15–20 % avant-projet mûrement réfléchi bénéfique pour le projet de l'ouvrage
		33	Procédure de demande d'autorisation / projet de mise à l'enquête	2 %	2 % (plus si le mandataire participe aux recours)
4	Appel d'offres	41	Appel d'offres, comparaison des offres, proposition d'adjudication	10 %	10–15 % proportion élevée surtout en cas de projets très petits
5	lisation	51	Projet d'exécution	18 %	15–20 %
		52	Exécution	37 %	25–40 %
		53	Mise en service, finalisation	3 %	2–5 %
Total				100 %	

Tableau 10 : répartition des coûts d'étude pour chacune des phases du projet

Outre les coûts d'étude effectifs du projet technique, vous devez également prévoir ceux des analyses complémentaires, telles que :

- étude d'impact sur l'environnement ou notice d'impact ;
- expertises géologique et géotechnique ;
- mesures et simulation numérique ;
- campagne de mesures de débits ;
- analyses juridiques des sites contaminés ;
- diagnostic des polluants (p. ex amiante).

## 5.5 RÉTRIBUTION À PRIX COÛTANT DU COURANT INJECTÉ

Il est à noter que la rétribution à prix coûtant du courant injecté a connu ces dernières années quelques adaptations de forme et que les règlements mentionnés ci-dessous ont pu entretemps être modifiés. Nous vous recommandons de vous renseigner sur les conditions de subvention, tarifs et procédures en vigueur sur <https://www.swissgrid.ch/swissgrid/fr/home.html> ou sur la page d'accueil de Swiss Small Hydro (<http://swissmallhydro.ch>).

### 5.5.1 CONTEXTE GÉNÉRAL

D'après l'Art. 7 de la Loi sur l'énergie (LEne), les petites centrales hydrauliques d'une puissance équivalente inférieure à 10 MW sont autorisées à bénéficier de la rétribution à prix coûtant du courant injecté (RPC), destinée à promouvoir la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables. La RPC garantit aux producteurs d'énergies renouvelables un prix correspondant aux coûts de production plus à un retour sur investissement approprié. L'Annexe 1 de l'Ordonnance sur l'énergie réglemente quelles centrales ont droit à la RPC.

Les petites centrales hydrauliques sont divisées en deux catégories :

- catégorie 1 : les installations en cours d'eau naturel ;
- catégorie 2 : les installations sur tronçon de cours d'eau déjà utilisé et les centrales intégrées à des réseaux d'eau.

Ces deux catégories ont un impact sur le taux de rétribution, qui repose sur un forfait de base et différentes primes (bonus du niveau de pression et d'aménagement des eaux). La rétribution maximale de la catégorie 1 s'élève actuellement à 24,8 ct/kWh et celle de la catégorie 2 à 38 ct/kWh.

Le bonus d'aménagement des eaux dépend de la part que représentent les coûts de construction hydraulique par rapport aux coûts d'investissement du projet. Si cette proportion est inférieure à 20 %, le bonus ne s'applique pas ; il s'applique en intégralité lorsqu'elle est supérieure à 50 %. L'OFEN établit les mesures légitimes à prendre en matière de répartition des coûts de l'aménagement des eaux dans la directive relative aux petites centrales hydrauliques.

### 5.5.2 PROCÉDURES D'ANNONCE ET DE DÉCISION

#### ANNONCE

La procédure démarre par l'annonce du projet auprès de Swissgrid. Elle doit être accompagnée des informations suivantes :

- puissance mécanique moyenne ;
- production d'électricité attendue par année civile (en kWh) ;
- hauteur de chute brute (en m) ;
- nature des eaux utilisées (cours d'eau / autres eaux) et type de centrale ;
- date prévue de mise en service ;
- coûts d'investissement totaux du projet, ventilés selon les principales composantes ; il faut en particulier présenter séparément les coûts d'investissement de l'aménagement des eaux (y compris les conduites sous pression) ;
- emplacement de la centrale, des installations de captage d'eau, des réservoirs et de la restitution d'eau ;
- accord des propriétaires fonciers concernés ;
- catégorie de producteur.

Dans le cadre de rénovations et d'agrandissements de petites centrales hydrauliques, il est nécessaire de présenter également les documents montrant que les conditions visées à l'Art. 3a et au ch. 1.2 OEn (critère d'investissement ou critère d'augmentation de la production d'électricité) sont remplies.

Après réception de l'annonce, Swissgrid vérifie si l'installation peut théoriquement être subventionnée par la RPC. Swissgrid est ensuite en mesure de donner un des avis suivants :

- un avis positif, si votre demande peut être prise en charge par l'aide ;
- un avis de liste d'attente, si votre projet répond aux exigences requises pour être subventionné mais que, pour des raisons financières, il ne peut bénéficier de la subvention pour le moment ;
- un avis négatif, si votre projet ne répond pas aux exigences requises pour la subvention (conformément à l'Ordonnance sur l'énergie).

Actuellement, toutes les annonces dignes d'être subventionnées font l'objet d'un avis de liste d'attente, car le plafond financier global de la RPC est atteint.

#### NOTIFICATION D'AVANCEMENT DU PROJET

Si vous recevez un avis de Swissgrid positif pour votre projet, un délai vous sera imparti pour transmettre la notification d'avancement du projet.

Pour la petite hydraulique, une première notification d'avancement du projet (NAP 1) doit être envoyée deux ans au plus tard après la date d'obtention de la RPC ; la demande de concession ou de permis de construire adressée aux autorités doit y être jointe.

La deuxième notification d'avancement du projet (NAP 2) est exigée après quatre ans. Les documents suivants à fournir sont cette fois :

- le permis de construire ;
- la concession ;
- la prise de position de l'exploitant du réseau ;
- toute éventuelle modification effectuée par rapport à l'annonce ;
- date de mise en service escomptée.

Ces délais doivent impérativement être respectés. Si cela n'est pas possible, il est possible d'adresser une demande de prolongement de délai par écrit à Swissgrid. En l'absence de demande de prolongement de délai de votre part, vous perdrez votre droit à la subvention et la rétribution qui vous est réservée sera attribuée à un autre projet.

#### AVIS DE MISE EN SERVICE

Outre la notification d'avancement du projet, vous êtes également tenu de transmettre un avis de mise en service au plus tard six ans après la réception de l'avis positif d'obtention de la RPC.



Fig. 13 : RPC : de l'annonce à la rétribution (<https://www.swissgrid.ch/swissgrid/fr/home.html>)

### 5.5.3 GESTION DE LA LISTE D'ATTENTE

La demande en matière de RPC est actuellement plus élevée que les subventions disponibles. L'Office fédéral de l'énergie a de ce fait ordonné un gel des décisions, afin que les nouvelles annonces soient placées sur une liste d'attente. Dès que de nouveaux avis positifs pourront être établis, les requérants à la RPC en seront informés. Jusqu'en 2016, le classement sur la liste d'attente se faisait par date d'annonce ; les installations déjà réalisées, ou celles sur le point de l'être, ont toutefois la possibilité de remonter dans la liste d'attente.

Lorsqu'une installation dispose déjà d'une concession ou d'un permis de construire exécutoire ou que l'installation est déjà en service, les documents requis peuvent être adressés à Swissgrid jusqu'au 31 octobre<sup>6</sup>. L'installation sera alors placée en tête de liste. L'année suivante, si des ressources financières sont à nouveau disponibles, cette installation sera la première à être traitée. Les projets sur liste d'attente prêts à être réalisés obtiennent ainsi plus rapidement une décision positive d'encouragement puisqu'ils ne sont plus bloqués par des installations n'étant pas prêtes d'être construites.

### 5.6 AUTRES POSSIBILITÉS

D'autres possibilités s'offrent à ceux qui n'ont pas recours à la RPC. Le principe selon lequel la « plus-value écologique » du courant issu des PCH ne peut être vendue deux fois s'applique. Ainsi, il n'est pas autorisé p. ex. de faire également valoir le courant issu des PCH sur une bourse d'éco-courant ou courant vert.

- Vente de l'électricité au distributeur électrique locale avec « plus-value écologique »  
Le fournisseur d'électricité local, (ou l'exploitant du réseau est dans tous les cas tenu de racheter le courant issu des énergies renouvelables. Le prix est à négocier. Les fournisseurs possédant leurs propres produits d'éco-courant payent généralement la « plus-value écologique » aux producteurs d'énergies renouvelables à un tarif de rachat équivalent. Ils peuvent ensuite revendre la plus-value écologique aux clients intéressés.
- Bourse de courant vert  
Pour les installations n'ayant pas bénéficié du système de RPC et n'obtenant des fournisseurs d'électricité locaux qu'un faible

<sup>6</sup> Ces principes pour la gestion de la liste d'attente sont aujourd'hui obsolètes.

prix du marché, la plus-value écologique du « courant vert » produit peut se faire valoir sur les bourses d'éco-courant. Pour ce faire, un accord de cession de la plus-value écologique doit être signé avec le gérant de la bourse d'éco-courant et un prix doit être mentionné. L'offre est ensuite publiée sur Internet et éventuellement sur d'autres types de plateforme. Les intéressés peuvent acheter cet « éco-courant » (c'est-à-dire la plus-value écologique). Ils permettent ainsi une exploitation rentable de l'installation et favorisent la production d'énergie renouvelable par les petites centrales hydrauliques.

- Consommation propre  
Tous les producteurs de courant sont en droit de consommer eux-mêmes, sur place, l'électricité produite. Seule l'énergie effectivement injectée sur le réseau (production excédentaire) est alors traitée comme telle et rémunérée. Du fait de la différence entre les tarifs de référence et les tarifs de rachat, des compteurs spécifiques doivent être installés (ce qui est avantageux financièrement pour le producteur). Il est recommandé de consulter l'aide à l'exécution<sup>7</sup> dès la phase d'étude.
- Indemnisation conforme au FFS (financement des frais supplémentaires)  
Le FFS est réglementé par la LEn et applicable aux installations de producteurs indépendants mis en service avant le 31 déc. 2005. Elles reçoivent, pour leur électricité, un prix moyen annuel de 15 ct/kWh. Vous trouverez plus d'informations à ce sujet dans les directives relatives au financement des frais supplémentaires<sup>8</sup>.  
Si une installation nécessite d'être agrandie ou rénovée, elle peut alors faire une demande de RPC (souvent plus avantageuse) à condition que la production d'électricité soit augmentée d'au moins 20 % ou que les coûts de rénovation ou d'agrandissement représentent au moins 50 % du coût total d'une nouvelle installation (critère d'investissement). Si l'agrandissement ou la rénovation ne remplit aucune de ces conditions, l'installation peut continuer à bénéficier du FFS.
- Distribution à un réseau isolé (p. ex. à une coopérative d'alpage)  
Les conditions de rachat et la tarification (raccordement, énergie, disponibilité) dépendent de la configuration juridique, des caractéristiques de production et de consommation ainsi que des coûts d'exploitation, et sont ainsi à étudier au cas par cas.

<sup>7</sup> Aide à l'exécution pour la mise en œuvre de la consommation propre selon l'art. 7, al. 2bis, et l'art. 7a, al. 4bis, de la loi sur l'énergie (LEne ; RS 730.0), décembre 2014, DETEC, OFEN [http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=fr&name=fr\\_456051316.pdf](http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=fr&name=fr_456051316.pdf)

<sup>8</sup> Directive sur le financement des surcoûts (FS) selon l'art. 7, al. 7, LEn (version du 26 juin 1998) et les articles 5a à 5c OEn (version du 7 décembre 1998), version 1.2 du 02.08.14, DETEC

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2013, il est demandé dans le cadre de la RPC et de la plus-value écologique de présenter la garantie d'origine pour toutes les installations d'une puissance supérieure à 30 kW injectant leur courant sur un réseau public.

## 5.7 RENTABILITE

Le calcul de la rentabilité correspond en principe à une comparaison des coûts et des recettes. Le présent chapitre fait la lumière sur ces éléments, avant d'introduire le calcul de la rentabilité.

### 5.7.1 RECETTES ANNUELLES

Une petite centrale hydraulique génère des recettes par la vente de l'électricité produite, ce qui correspond, pour une installation raccordée en parallèle au réseau, à l'injection de cette électricité dans un réseau de transport. Lorsque vous avez obtenu la garantie que votre centrale pouvait bénéficier de la RPC, les recettes correspondent au tarif RPC (ct/kWh) multiplié par la quantité

d'énergie injectée (kWh). Seule l'énergie nette est rétribuée, c.-à-d. l'énergie produite par le générateur, déduction faite des besoins propres en électricité des nombreux systèmes auxiliaires de la centrale (consommation propre). Si la centrale ne peut pas (ou ne peut plus) bénéficier de la RPC, les recettes sont calculées à partir des tarifs du fournisseur d'énergie ou de ceux mentionnés dans le contrat d'achat, auxquels s'ajoute la plus-value écologique.

### 5.7.2 COÛTS ANNUELS

Les recettes doivent être mises en opposition aux charges, qui se calculent en additionnant différents postes de coût, dont les plus déterminants sont le remboursement des emprunts, comprenant les intérêts et l'amortissement du capital étranger, ainsi que les dépenses d'exploitation et d'entretien.

Les coûts d'exploitation et d'entretien diffèrent fortement d'une installation à l'autre et ne sont pas uniquement fonction de la taille, mais également du type d'installation. Des valeurs de référence simples peuvent être tirées du graphique qui suit. Il est à noter que chaque poste peut varier considérablement d'une année sur l'autre, p. ex. en cas de sinistre ou de rénovations indispensables.

Coûts opérationnels	Valeurs de référence en % des coûts d'investissement	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Charges financières (intérêts sur les capitaux étrangers)</li> <li>Amortissements et provisions</li> </ul>	} Remboursement des emprunts	5-8 %
<ul style="list-style-type: none"> <li>Matériaux et prestations externes (pour l'exploitation et l'entretien)</li> <li>Coûts de personnel</li> <li>Consommation énergétique</li> </ul>		1-3.5 %
<ul style="list-style-type: none"> <li>Impôts et taxes (redevances hydrauliques, impôt sur les bénéfices, impôt sur le capital)</li> <li>Assurances et autres (charges d'exploitation restantes)</li> <li>Conditions de concession</li> </ul>		0.5-2 %
		dépend fortement des critères de redevances hydrauliques et des conditions de concession

Tableau 11 : valeurs de référence des coûts opérationnels rapportés aux coûts d'investissement

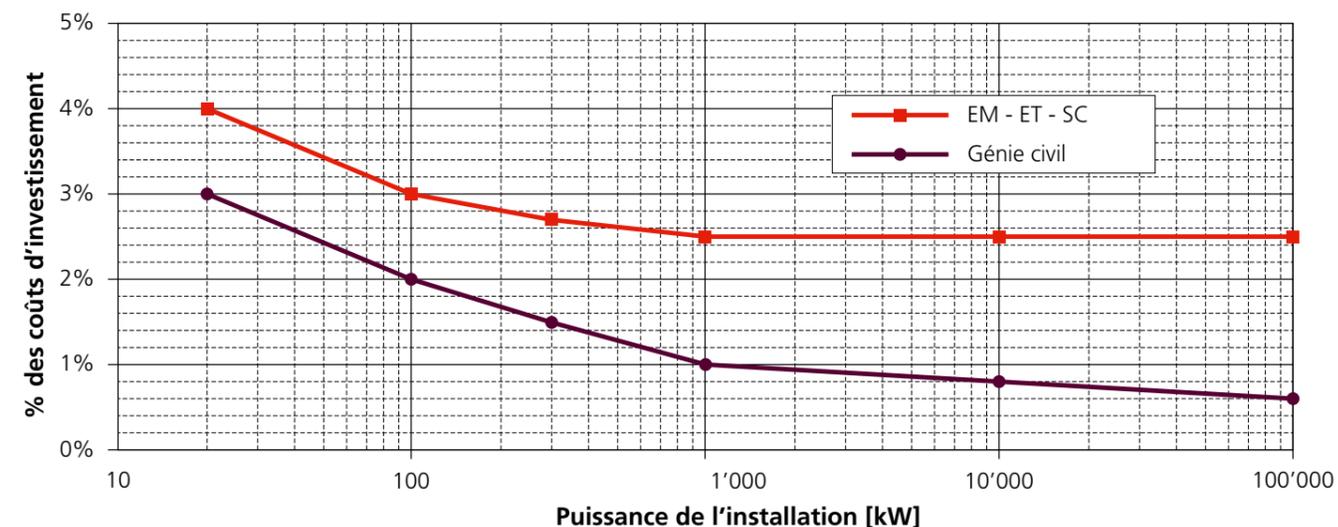


Fig. 14 : valeurs de référence des coûts d'exploitation et d'entretien selon la taille de l'installation (source : DIANE/ITECO, Bases AES des valeurs des grandes centrales et des valeurs d'expérience)

### REDEVANCE HYDRAULIQUE

Depuis 2015, la redevance hydraulique annuelle maximale<sup>9</sup> s'élève à 110 francs par kilowatt de puissance théorique moyenne. La souveraineté sur les eaux revient aux cantons, qui ne sont pas autorisés à dépasser le maximum prévu par la LFH en matière de redevance hydraulique. Cette redevance s'applique aux centrales hydrauliques dont la puissance théorique moyenne au sens de la LFH est supérieure à 2 MW. Aux installations dont la puissance se situe entre 1 et 2 MW s'applique une redevance qui augmente de façon linéaire de 0 à 110 CHF/kW. Les installations dont la puissance est inférieure à 1 MW ne sont en aucun cas concernées par la redevance hydraulique.

### 5.7.3 BENEFICE ANNUEL NET

Le bénéfice annuel moyen issu de la production de courant, se calcule en tenant compte à la fois des recettes et des coûts. Il est à noter que vous devrez encore déduire de ce bénéfice l'impôt sur les bénéfices et sur le capital afin de connaître le bénéfice net. Selon une formule empirique simple, l'impôt sur les bénéfices et sur le capital diminue le bénéfice brut d'environ 20 à 22 %.

<sup>9</sup> Conformément à la Loi sur les forces hydrauliques (LFH), le taux maximum actuellement en vigueur s'applique jusqu'à fin 2019 uniquement. La suite n'a pas encore été concrétisée et fait actuellement l'objet de discussions politiques.

## 5.8 CALCUL DE RENTABILITÉ

Les facteurs déterminants en matière de rentabilité d'un projet sont les coûts d'investissement initiaux et les coûts annuels découlant de l'exploitation. Si la production électrique, la RPC et par conséquent les recettes annuelles sont connus, il sera alors possible d'estimer sommairement chaque montant maximal d'investissement pour lequel le projet reste rentable dans le cas d'un taux d'intérêt de 5 %, à l'aide de la formule « rendement RPC x 10 » donnée au début du présent guide (point 1.3).

Le recours aux paramètres ci-dessus permet de limiter les dépenses de collecte de données, et l'utilisation de valeurs moyennes rend possible une première estimation de la rentabilité d'un projet. Cela permet également d'envisager et de comparer différentes variantes/extensions de projet à un stade relativement précoce (calcul comparatif des bénéfices).

La méthode ci-dessus reste cependant une méthode statique et ne peut fournir des résultats qu'approximatifs, basés sur des moyennes périodiques. Il est donc recommandé d'entreprendre une évaluation dynamique au fur et à mesure que le projet avance, dans le cadre de laquelle l'échéancier des flux de trésorerie est pris en compte à l'aide du calcul de l'intérêt composé pendant toute la durée d'utilisation.

### 5.8.1 ÉVALUATION DYNAMIQUE

Lors du processus d'évaluation dynamique, les flux de trésorerie sont analysés sur une durée complète (c.-à-d. sur plusieurs périodes). Les recettes et les dépenses à venir sont actualisées à la date de mise en service de la centrale (= fin du projet d'investissement). Le montant consacré à un investissement est comparé au revenu, déduction faite de l'inflation<sup>10</sup> (également appelée valeur actualisée), pour l'ensemble de la période : si la valeur actualisée des recettes est supérieure aux dépenses d'investissement, cet investissement est considéré comme rentable. La méthode appropriée pouvant être utilisée dans ce domaine est celle du calcul des annuités, l'équivalent dynamique du comparatif statique des bénéfices.

#### CALCUL DES ANNUITÉS

On entend par « annuité » un même montant annuel constitué d'une part du capital (amortissement) et des intérêts obligatoires. Cette méthode permet de calculer, à l'aide de formules simples, un montant d'investissement initial divisé en plusieurs paiements égaux (annuités) : l'annuité est en fait le paiement répété, à intervalles constants, d'un montant identique calculé en multipliant la valeur actuelle nette par le facteur d'actualisation. L'annuité calculée est comparée au flux de trésorerie moyen (flux de trésorerie annuel = rendement brut moins coûts d'exploitation et d'entretien = rendement annuel net du service de la dette). Si celui-ci est supérieur à l'annuité, le flux de trésorerie couvre alors les amortissements et les intérêts composés, résultant ainsi en un excédent (bénéfice).

Le calcul des annuités est illustré par l'exemple concret ci-après :

Hypothèses	
Situation de départ	La société Electricité SA envisage de réaliser une petite centrale hydraulique d'une puissance de 1.75 MW dans les Alpes suisses pour 8.6 MCHF. La production électrique annuelle s'élève à environ 8.1 GWh.
Coût d'acquisition	8'600'000 CHF
Coûts d'exploitation fixes par an	295'000 CHF pour les années 1 à 14 320'000 CHF pour les années 15 à 20 (coûts annuels moyens d'exploitation, d'entretien et d'administration)
Recette annuelle	1'337'000 CHF (RPC 15.5 ct/kWh, hors TVA)
Flux de trésorerie moyen par an = recette annuelle – coûts d'exploitation	1'042'000 CHF pour les années 1 à 14 1'017'000 CHF pour les années 15 à 20
Durée d'utilisation	20 ans
Taux d'intérêt / taux d'actualisation	5 %

#### Calcul de l'annuité (= flux de trésorerie défini)

La valeur actualisée de la rente est la valeur inverse du facteur d'actualisation

$$\text{Annuité} = (\text{investissement } t^0) / \text{valeur actualisée de la rente} = (8'600'000) / 12.46 = 690'086$$

$$\text{Annuité} = \text{investissement } t^0 \times \text{facteur d'actualisation} = 8'600'000 \times 0.08 = 690'086$$

#### Calcul du flux de trésorerie moyen

	FT année	FT nominal	Taux d'actualisation	FT réel
	FT année 1	1'042'000	0.952	990'476
	FT année 2	1'042'000	0.907	943'311
	FT année 3	1'042'000	0.864	898'391
	FT année 4	1'042'000	0.823	855'611
	FT année 5	1'042'000	0.784	814'867
	FT année 6	1'042'000	0.746	776'064
	FT année 7	1'042'000	0.711	739'109
	FT année 8	1'042'000	0.677	703'913
	FT année 9	1'042'000	0.645	670'393
	FT année 10	1'042'000	0.614	638'470
	FT année 11	1'042'000	0.585	608'066
	FT année 12	1'042'000	0.557	579'111
	FT année 13	1'042'000	0.530	551'534
	FT année 14	1'042'000	0.505	525'271
	FT année 15	1'017'000	0.481	490'637
	FT année 16	1'017'000	0.458	467'274
	FT année 17	1'017'000	0.436	445'023
	FT année 18	1'017'000	0.416	423'831
	FT année 19	1'017'000	0.396	403'649
	FT année 20	1'017'000	0.377	384'427
<b>Flux total de trésorerie (valeur actualisée)</b>		<b>20'690'000</b>		<b>12'921'534</b>
			<i>Facteur actualisé de la rente</i>	<i>12.45</i>
			<b>Flux de trésorerie moyen</b>	<b>1'036'857</b>

#### Comparaison de l'annuité et du flux de trésorerie

Flux de trésorerie annuel (moyen)	1'036'857
./. Annuité	690'086
<b>= Excédent</b>	<b>346'771</b>

Cet excédent montre que le flux de trésorerie annuel peut couvrir les amortissements et les intérêts composés de 5 %. L'investissement est donc rentable.

<sup>10</sup> On part du principe qu'« un franc d'aujourd'hui vaut plus qu'un franc de demain ».

Tableau 12 : calcul des annuités pour définir les coûts et les bénéfices annuels

## 5.8.2 ESTIMATIONS BASÉES SUR LE FLUX DE TRÉSORERIE

Il existe d'autres méthodes que celle du calcul des annuités pour évaluer la rentabilité d'un projet : la méthode des Discounted CashFlows (DCF) (en français : flux de trésorerie actualisés, ou actualisation) et le calcul de la valeur actuelle nette (Net-Present-Value) basé sur les DCF. Outre le taux d'actualisation, l'hypothèse des frais de capitaux sert également de base à l'actualisation. On applique en l'occurrence souvent le CMPC, coût moyen pondéré du capital (WACC – weighted average cost of capital). La détermination du taux d'actualisation et du CMPC n'est pas anodine et suppose une compréhension approfondie des marchés financiers correspondants ainsi que des conditions-cadres macro-économiques. Ainsi ces méthodes semblent-elles avantageuses et utiles pour les grandes entreprises de production d'énergie, alors qu'elles apportent aux projets isolés et uniques souvent plus d'incertitudes et d'imprécisions que les connaissances complémentaires sur le projet d'investissement.

## 5.9 MÉTHODES ET PRÉCISION DES ESTIMATIONS

Les coûts, les recettes et la rentabilité sont calculés à l'aide de différentes méthodes et à différents degrés de précision selon la phase du projet. Les données de base et le temps disponibles déterminent les méthodes les plus adaptées. Par exemple, il ne semble pas très logique de chercher à calculer le plus précisément possible le prix de revient dès la phase d'étude du projet (phase relativement précoce) si les éléments essentiels au projet n'ont pas encore été déterminés et que les coûts ne peuvent donc pas être fixés.

Le tableau ci-dessous vous montre avec quelles données de base et quelles méthodes vous pouvez évaluer ou calculer les paramètres économiques et financiers :

	Phase du projet					
	Analyse sommaire	Étude de faisabilité	Avant-projet	Projet de l'ouvrage	Financement	Décision de construire
<b>Rendement brut</b>	Production annuelle x tarif (selon le calculateur RPC)			Production annuelle x tarif selon les avis Swissgrid Précision continue basée sur des mesures hydrologiques		
<b>Coûts d'investissement</b>	Estimation très sommaire	Scénarios min. /max. et comparaison avec l'investissement maximal possible	Estimation des coûts (par équipement ou catégorie de travaux, intégrant les coûts généraux)	Devis accompagné en partie d'offres de prix à titre indicatif	Devis avec analyse de risques et des coûts	Devis accompagné d'offres concrètes Analyse de risques et des coûts
<b>Coûts d'exploitation et d'entretien</b>	2 % des coûts d'investissement (première estimation sommaire)		Valeurs de référence en % des coûts d'investissement pour chaque partie de l'installation (Tableau 10)		Business plan	
<b>Service de la dette</b>	8 % des coûts d'investissement (5 % d'intérêt sur 20 ans)		Demande préalable aux institutions financières		Selon offre de financement	Selon contrat de financement
	Aucune distinction entre capitaux propres (CP) et étrangers (CE)				Distinction entre CP et CE	
<b>Rentabilité</b>	supposée si $I \leq 10 \times$ rendement brut (2 % + 8 % = 10 % = 1/10)		Méthode de comparaison des bénéfices Méthode du calcul des annuités		Méthode du calcul des annuités	

Tableau 13 : calcul des coûts et de la rentabilité au fil de la progression d'un projet

## 5.10 FINANCEMENT ET COOPÉRATION

En matière de financement, la question qui se pose en premier est celle de l'origine des ressources injectées dans le projet d'investissement. On distingue en principe les types de financements suivants :

- le financement externe : du capital « neuf » est apporté au projet par des sources externes ;
- l'autofinancement : au sein même du cadre juridique existant, le capital nécessaire est mis à disposition grâce à une réaffectation des ressources.

Il est important de distinguer également, pour ces deux types de financement, s'il s'agit de capitaux propres ou de capitaux étrangers. Les capitaux propres comme les capitaux étrangers présentent différentes caractéristiques auxquelles il est bon de prêter attention en cas de financement à long terme ainsi que de mesures en matière de gestion d'entreprise. Les caractéristiques les plus importantes sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Il est tout à fait typique que les projets de centrale hydraulique regroupent à la fois des capitaux propres et des capitaux étrangers. Selon le financement visé, il est nécessaire d'analyser quel cadre juridique est le plus avantageux pour un projet concret. Dans certaines circonstances, cela peut aussi supposer une modification de la structure de l'actionariat. Si la société exerce d'autres activités que celle de la production d'énergie, la question de la création d'une société indépendante destinée à la production électrique peut se poser. Outre les coopératives, les Sàrl et les sociétés anonymes sont également des formes de sociétés adéquates. En ce qui concerne l'autorisation d'emprunter des capitaux, la société anonyme est la forme juridique qui bénéficie généralement de la plus grande confiance des bailleurs de fonds ; cependant, là aussi, une base « saine » de capitaux propres doit être mise à disposition.

	Capitaux propres (tels qu'actions, apports en nature)	Capitaux étrangers (tels que crédits bancaires, prêts directs avec intérêts)
Rapport de droit	Participation au projet	Prêteur sans participation directe au projet
Responsabilité	Responsabilité en tant que copropriétaire	Aucune responsabilité
Pouvoirs	Droit proportionnel aux actifs (après déduction/régularisation des dettes)	Droit au remboursement et aux intérêts du capital investi
Rémunération	Part du bénéfice et de la perte (droits aux quotas)	Droit aux intérêts (valeur nominale)
Cogestion	Droit de participation à la gestion, éventuelle limitation partielle	Aucun droit de participation à la gestion, éventuelle influence effective partielle
Capital disponible	Disponibilité illimitée dans le temps	Disponibilité limitée dans le temps, pour une durée prédéfinie
Impôts	Intérêts sur les capitaux propres ou contrepartie non déductibles des impôts, bénéfice issu des capitaux propres pleinement imposable	Intérêts sur le capital étranger considérés comme une dépense (service de la dette) et par conséquent déductibles des impôts
Étendue	Limitée aux capacités financières et/ou à la générosité des anciens et nouveaux bailleurs de fonds	Limités en fonction de l'estimation des risques et de l'étendue des garanties disponibles

Tableau 14 : différences entre capitaux propres et étrangers

## 5.11 CONDITIONS NÉCESSAIRES À L'EMPRUNT DE CAPITAUX

### CAPITAUX PROPRES

Dans la plupart des cas de projets de centrale hydraulique, il est indispensable d'emprunter des capitaux afin de pouvoir financer le projet dans son intégralité. Typiquement, les bailleurs de fonds potentiels exigent un ratio de capitaux propres de la part du propriétaire du projet de 20 à 30 %, voire jusqu'à 40 % dans certains cas. Par conséquent, le capital étranger doit s'élever à 60–80 %.

### DOCUMENTATION DU PROJET

Afin que les conditions puissent être négociées de manière équitable avec les bailleurs de fonds potentiels et afin de réussir à obtenir un emprunt de capitaux, il est essentiel d'élaborer certaines données de base utiles et de respecter certains prérequis. À partir du moment où vous entrez en discussion concrète avec les bailleurs de fonds, vous devez avoir travaillé et documenté les points ci-dessous.

- Structure des coûts : préparez une structure des coûts complète et crédible, étoffée dans la mesure du possible par des hypothèses et des offres concrètes. Veillez à ce que la structure des coûts reste convaincante et compréhensible même pour des personnes non expérimentées. Regroupez les coûts, comme indiqué au point 5.2.
- Risques en matière de coûts : le bailleur de fonds vous interrogera aussi sur les risques en matière de coûts. Calculez-les impérativement au préalable et estimez l'ampleur financière des risques. Réfléchissez aux mesures permettant d'éliminer ou de minimiser ces risques. Conservez l'analyse de risques correspondante par écrit et mettez-la à jour au fur et à mesure que le projet avance (cf. point 2.3 et Annexe 6).
- Revenu de la vente de courant : un bailleur de fonds qui s'intéresse à la partie coûts s'intéressera aussi à la partie revenu. Démontrez comment l'électricité produite peut être vendue et quelle indemnité peut être fixée, en accompagnant ces explications par des engagements contraignants (tels que la confirmation de la RPC par Swissgrid) et des contrats, dans la mesure du possible.

- Le droit fondamental en matière de réinjection dans le réseau doit également être mentionné. Annexe à la documentation le contrat de raccordement au réseau ainsi que ses conditions.
- Coûts annuels : comme il a été évoqué au point 5.7.2, regroupez les coûts annuels de plusieurs éléments. Listez les éléments individuels ainsi que leur envergure et indiquez l'origine des hypothèses.
- Calcul de rentabilité : préparez un calcul financier qui démontre de façon compréhensible et réaliste la rentabilité de votre projet. Vous devez calculer des scénarios, sur la base de risques importants (coûts supplémentaires, baisse de production, etc.), qui prouvent la solidité financière du projet dans le cas de situations non prévues.
- Planification de la trésorerie : les besoins en capitaux (les dépenses directes) sont dérisoires lors des phases initiales, mais prennent rapidement de l'ampleur, notamment avec le projet d'exécution (au plus tard). Après la mise en service de la centrale, l'intégralité du capital d'investissement est injectée et la société d'électricité vit des revenus opérationnels issus de la production de courant. Il est donc recommandé de calculer au préalable, pour chaque phase, le besoin en capitaux et en trésorerie mensuel ou trimestriel. Quoi qu'il en soit, les points suivants sont toujours à prendre en considération :
  - si la durée de construction est relativement longue (> 12 mois), les intérêts du crédit de construction sont à payer sur le capital injecté jusque-là.
  - les premières recettes RPC ne peuvent être versées que 4 à 5 mois après le début de l'exploitation commerciale de la centrale.

Les éléments ci-dessus représentent les aspects financiers typiques du business plan d'un projet d'investissement. Dans l'idéal, transmettez à la banque un deuxième avis indépendant concernant votre projet, avis donné par un expert expérimenté.

### AUTRES POINTS

D'autres conditions préalables sont importantes dans le cadre de l'emprunt de capitaux :

- un organe responsable fort, dont la forme juridique est adaptée, avec des représentants compétents ;
- un projet convaincant ;
- une description du projet technique réalisée par des experts chevronnés, avec preuve de sa faisabilité et de la probabilité d'obtenir une autorisation ;
- évaluation ou rapport environnementaux établis par des bureaux expérimentés et approuvés par les autorités ;
- rapports spécialisés (p. ex. géologie) si nécessaire, éventuellement par des spécialistes chevronnés ;
- une prise de position des autorités par rapport au projet, voire idéalement une concession déjà octroyée ou un permis de construire.

Dans l'idéal, les conditions suivantes sont également à remplir :

- attachement régional du bailleur de fonds au site du projet et/ou à l'organe responsable ;
- grande approbation du projet, sans opposition aux stratégies politiques régionales ou aux intérêts de l'Etat (en tant que concédant).

### NÉGOCIATIONS AVEC LES BAILLEURS DE FONDS

Avoir intégralement documenté le projet et bien préparé les négociations avec les bailleurs de fonds est signe de qualité pour l'intégralité du projet et instaure une certaine confiance.

Ces conditions préalables vous permettent de demander des offres de financement concrètes aux potentiels bailleurs de fonds. Déterminez avant les négociations jusqu'à quel point vous pouvez accepter de faire des concessions et sur quels sujets, et quels points sont pour vous indiscutables. Laissez-vous une marge de manœuvre et délimitez-vous un cadre de négociations afin de trouver, lors de la discussion avec le bailleur de fonds, un accord rentrant dans ce cadre.

Vous trouverez plus d'informations au sujet du financement dans le guide « Organe responsable, coopération et financement des petites centrales hydrauliques » publié par l'OFEN.

# CENTRALE DE GRUND (2.8 MW) CONSTRUCTION DE LA CAVERNE DES MACHINES



Photo : © AF-Itenco AG

## 6 PLANIFICATION ET EXÉCUTION

### 6.1 RÈGLEMENTS RELATIFS AUX HONORAIRES DE LA SIA SERVANT DE CADRE À LA PLANIFICATION

- il suffit de suivre une séquence logique éprouvée, pas besoin de « réinventer la roue » ;
- les processus et les concepts sont définis et harmonisés avec les normes, contrats types et formulaires classiques de la SIA ainsi qu'avec la législation suisse.

Bien que cela ne fasse l'objet d'aucune obligation, les mandataires (de même que les maîtres de l'ouvrage professionnels) utilisent volontiers le cadre des phases et des phases partielles des règlements relatifs aux honoraires de la SIA mentionnés plus haut, à savoir les règlements SIA 103 (génie civil) et 108 (construction, machines et électrotechnique). Il se prête particulièrement bien à des projets comprenant béton armé, génie civil et machines, comme c'est souvent le cas pour les projets de PCH ; d'autre part, il présente également certains avantages pratiques :

Cela permet une compréhension claire des partenaires du projet et garantit l'absence d'ambiguïté en matière juridique. La terminologie utilisée, parfois très générale, requiert toutefois une certaine habitude. Celle-ci découle du fait que ces règlements SIA s'appliquent de la même manière à tous les types d'ouvrages.

Phase (d'après la SIA)	Sous-phase (d'après la SIA)	Prestations et résultats typiques de la PCH	
1	Définition des objectifs	Identification des besoins Stratégies de résolution	Plan directeur ou étude du potentiel sur un vaste territoire
2	Étude préliminaire	Définition du projet de l'ouvrage, étude de faisabilité Procédure de sélection	Analyse sommaire
3	Etude du projet	31 Avant-projet	Base du projet de concession, souvent lié aux analyses environnementales
		32 Projet de l'ouvrage	Base de la demande de permis de construire (généralement)
		33 Procédure de demande d'autorisation	Permis de construire
4	Appel d'offres	41 Appel d'offres, comparaison des offres, proposition d'adjudication	regroupés et réduits dans les cas de projets simples ou de faible envergure, ou de procédure de demande d'autorisation en 1 étape
5	Réalisation	51 Projet d'exécution	
		52 Exécution	
		53 Mise en service, achèvement	Réception des turbines et des alternateurs et mesures de leur rendement
6	Exploitation	61 Fonctionnement	
		62 Maintenance	
		63 Entretien	

Tableau 15 : phases du projet d'après le règlement SIA 103

La séquence de planification représentée ci-dessus n'est toutefois donnée qu'à titre indicatif, afin de servir de guide. Dans certaines circonstances, il n'est pas particulièrement judicieux de suivre le programme complet :

- pour les tout petits projets ou les projets simples, il peut s'avérer nécessaire, pour des raisons de budget de planification limité, de « prendre des raccourcis » ;
- pour les projets dont la solution est évidente et qui ne laissent qu'une faible marge de manœuvre pour les variantes, il est possible d'éviter les études comparatives de variantes au cours de la phase d'étude préliminaire et d'avant-projet ;
- pour les procédures de demande d'autorisation en 1 étape, selon les exigences des autorités compétentes en matière d'autorisation, l'avant-projet et certaines parties du projet de l'ouvrage peuvent être combinés. La part du projet de l'ouvrage restant à traiter en vue des appels d'offres dépend de la complexité du projet. Là aussi, des économies sont possibles.

Il existe cependant des raisons pour lesquelles certaines phases d'étude doivent être développées :

- dans le cas de projets complexes, des études de faisabilité ou une étude comparative de variantes doivent être réalisées, au besoin en plusieurs étapes ;
- lorsqu'aucune solution satisfaisante n'a été trouvée après une phase de projet ou si encore trop de questions se posent, des études complémentaires doivent être envisagées.

#### MISE EN ÉVIDENCE DES PHASES DU PROJET IMPLIQUANT LE MAÎTRE DE L'OUVRAGE

Les étapes du projet dans lesquelles le maître de l'ouvrage est fortement impliqué ou pour lesquelles il doit particulièrement être attentif à la réalisation de certaines prestations sont précisées dans la grille ci-dessous.

#### Le maître de l'ouvrage...

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| • Phases d'autorisation  | ... doit prendre des décisions relatives à l'information du grand public et à l'intégration d'éventuels opposants.<br>... décide du degré de détail des données utilisées pour la demande d'autorisation.  |
| • Appels d'offres        | ... décide de la répartition par lots / des dossiers d'appels d'offres et des types de procédures.<br>... décide de la façon dont sont attribués les mandats.  |
| • Phase d'exécution      | ... est tenu d'informer les autorités du début des travaux.<br>... doit s'assurer qu'il est constamment tenu au courant des aspects les plus importants : état (et éventuels écarts) de l'avancement du projet, coûts et délais, relations avec les personnes extérieures.<br>... doit prendre des décisions techniques concernant les variantes d'exécution, les modifications du projet, etc.<br>... décide au besoin d'avoir recours à d'autres experts.<br>... décide et entreprend, à sa propre initiative, des adaptations de contrat si besoin est. |
| • Finalisation du projet | ... doit s'assurer que les garanties financières, dossiers relatifs à l'ouvrage et autres documents ont été remis au complet et en quantité suffisante<br>... est tenu d'informer les autorités de la mise en service de l'installation.<br>... décide si les procès-verbaux de réception et de mise en service ainsi que les comptes finaux doivent être acceptés.  |

## 6.2 DÉFINITION DES OBJECTIFS, ESQUISSE DE PROJET, ANALYSE SOMMAIRE

Au cours de cette phase, les représentations du projet encore relativement vagues jusqu'alors en termes de taille, d'aménagement et de financement nécessaire se concrétisent quelque peu. Il faut en effet se charger des variantes, de leurs critères d'évaluation ainsi que de la structuration de l'organisation du projet.

Une esquisse de projet est ainsi constituée ; il s'agit d'un court rapport composé de plusieurs ébauches, qui peut être utilisé pour présenter le projet aux autorités et aux éventuels partenaires du projet. A ce stade, il est conseillé de ne mentionner aucun chiffre (ou très peu), même s'appuyant sur des sources fiables.

#### ANALYSES SOMMAIRES

Depuis que la Confédération garantit un soutien financier aux analyses sommaires, soutien qui conditionne certaines prescriptions sur le plan du contenu, le terme d'« analyse sommaire » a été normalisé. Vous trouverez sur la page d'accueil de l'OFEN pour la petite hydraulique ([www.petitehydraulique.ch](http://www.petitehydraulique.ch)) les fiches

D'un point de vue thématique, les points suivants sont très similaires au chapitre 3, intitulé « De l'idée à la fin du cycle de vie », du « Manuel petites centrales hydrauliques, édition 2012 ». Nous avons veillé à ce que le présent guide vienne compléter le manuel.

Pour une étude approfondie, ces deux écrits peuvent donc être lus en parallèle.

d'informations ainsi que le formulaire de demande de soutien financier pour une analyse sommaire.

Outre les prescriptions sur le plan du contenu énoncées par l'OFEN, les axes essentiels d'une analyse sommaire peuvent être, selon les cas, traités différemment.

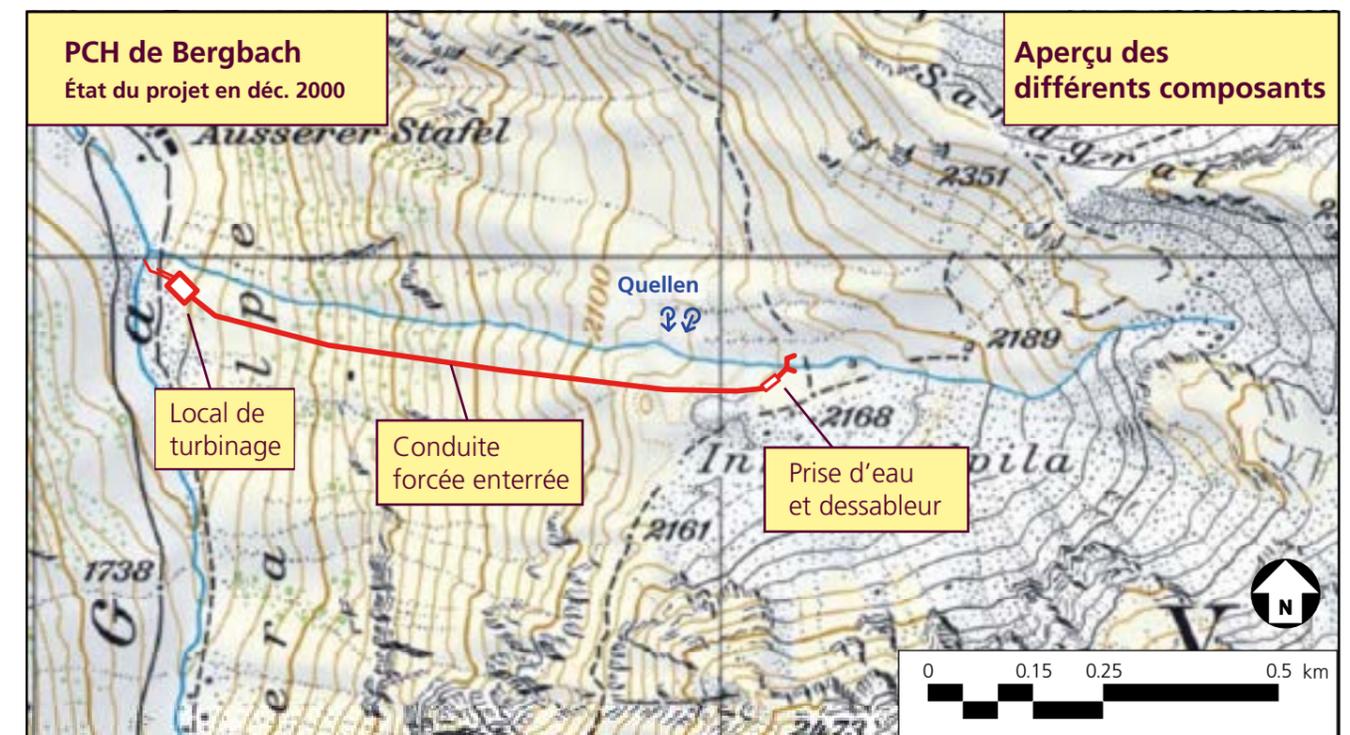


Fig. 15 : représentation simple des différents composants d'une esquisse de projet

## 6.3 ÉTUDES PRÉLIMINAIRES ET COLLECTE DES DONNÉES DE BASE

Au cours des études préliminaires et de la collecte des données de base, il est conseillé de veiller à obtenir un maximum d'effets en un minimum de dépenses. Les imprécisions et les lacunes sont acceptées en toute connaissance de cause. Une première évaluation sommaire par des spécialistes de l'environnement est en règle générale recommandée.

L'axe stratégique doit être déterminé différemment selon les conditions préalables requises :

- étude de faisabilité : accent mis sur une solution permettant de prouver la faisabilité du projet ► plutôt en profondeur, dans le détail
- étude de variantes, étude de conception : prise en considération et comparaison de plusieurs variantes afin de choisir la solution la plus prometteuse ► plutôt général

Il est possible de combiner l'étude de faisabilité et l'étude de variantes, ce qui, toutefois, dans certains cas, peut s'avérer coûteux.

### 6.3.1 COLLECTE DES DONNÉES DE BASE

Souvent, au cours de la phase initiale d'un projet de PCH, certaines données de base importantes peuvent être collectées et traitées à moindres frais.

- Hydrologie : la collecte et le traitement des données de base hydrologiques sont dans tous les cas très importants et généralement peu coûteux (données relatives aux crues, courbe des débits classés et, au besoin, courbes annuelles chronologiques). D'une part, elles servent à estimer de façon fiable la production électrique ; d'autre part, elles permettent de répondre aux exigences des autorités compétentes en matière d'autorisation (cf. point 7.1).
- Possibilités de raccordement au réseau électrique : où, à quel niveau de tension et à quelles conditions financières le courant produit peut-il être réinjecté ? Où se situe exactement le point d'injection et quels équipements (transformateur, compteur) l'exploitant du réseau prend-il en charge ? Ces détails sont à clarifier ou à négocier avec l'exploitant du réseau.

- Éléments du projet : dans le cas de transformations ou d'extensions : informations relatives aux éléments du projet, tels que plans, calculs statiques, informations de base, etc.
- Prise d'eau et dessableur
- Écologie et probabilité d'obtenir une autorisation : la collecte des caractéristiques écologiques du projet fait également partie de la collecte des données de base, selon le cadre donné au point 1.1. Les comparer aux critères énoncés au point 4.3 permet de donner des indices quant à la probabilité d'obtenir une autorisation.

Au cours de cette phase, les détails concernant les composants électromécaniques, électrotechniques et le système de commande sont nettement moins importants. L'encombrement global suffit, en règle générale ; à l'exception des sites de basse chute pour lesquels ces aspects doivent être pris en compte dès le début.

Cas particulier concernant la géologie et le terrain : il est généralement impossible de savoir à l'avance dans quelle mesure il est important de posséder de bonnes informations en matière de géologie et de terrain dès la phase initiale. Les dépenses nécessaires à l'obtention d'informations fiables peuvent varier du tout au tout.

#### ARCHIVES DES TERRAINS À BÂTIR

Certains cantons et villes conservent des archives permettant d'avoir accès aux informations (surtout relatives aux forages de sondage) concernant les terrains à bâtir. Ces archives sont consultables sur demande.

Seuls de bons conseils pourront vous être utiles dans un cas concret. Si un mandataire a été mandaté, il est avantageux pour les deux parties que le maître de l'ouvrage le soutienne dans la collecte des données de base, surtout si le maître de l'ouvrage connaît mieux le contexte local que le mandataire.

### 6.3.2 ÉTUDE DE FAISABILITÉ

Une étude de faisabilité constitue l'esquisse d'une solution unique et la preuve de la faisabilité technico-économique du projet, voire de la probabilité d'obtenir une autorisation. Cela nécessite un certain degré d'étude, car les prévisions des coûts (en valeur absolue) ne jouent un rôle plus important que dans le cadre d'une étude comparative de variantes. L'étude de faisabilité doit au moins donner des informations sur les points suivants :

- description et représentation sommaires de l'installation et de ses composants essentiels ;
- données de conception sommaires (servant également de base au calcul des coûts) ;
- hydrologie, quantité d'eau disponible, courbe des débits classés ;
- aspects juridiques ;
- puissance, production électrique annuelle escomptée ;
- coûts d'investissement (+/-25 %), rentabilité ;
- analyses ou du moins réflexions approfondies quant à certains aspects environnementaux (débit résiduel, débris flottants, migration piscicole, protection de la nature et des paysages, sécurité en matière de crues, bruits et vibrations) ;
- probabilité d'obtenir une autorisation, renseignements quant à d'éventuelles personnes souhaitant réduire les chances du projet à néant.

### 6.3.3 ÉTUDE DE VARIANTES, ÉTUDE DE CONCEPTION

Différentes variantes peuvent être analysées et comparées, soit après les analyses de faisabilité, soit en même temps (combinées), telles que :

- différents sites pour la prise d'eau et et/ou le local de turbinage ;
- débits d'équipement différents ;
- tracés différents pour les eaux turbinées.

Les études de variantes renseignent en principe sur les mêmes points qu'une étude faisabilité, mais la précision relative des valeurs correspondant aux coûts et à la rentabilité est plus importante que la précision absolue. L'objectif principal est de savoir avec quelle variante il faut poursuivre le projet. Le tableau ci-dessous donne un exemple des résultats les plus importants d'une étude. La variante à approfondir ensuite serait ici la variante « pont-ravin ».

Variante		Pont - Ravin	Source - Ravin	Pont - cours d'eau	Source - Cours d'eau
<b>Rentabilité</b>	Pondération : 2	3	1	2	1
<b>Environnement</b>	1	2	1	3	1
<b>Risques</b>	1	2	3	1	2
<b>Points x pondération</b>		10	6	8	5
		vert : bon	jaune : moyen	rouge : mauvais	

Tableau 16 : étude préliminaire/étude de variantes : évaluation globale des variantes (à titre d'exemple)

## 6.4 AVANT-PROJET

### OBJECTIFS

- Projet grossièrement optimisé sur le plan technico-économique et susceptible d'être autorisé
- Données de base pour les analyses environnementales et le projet de concession

### ÉTAPES DE TRAVAIL PRINCIPALES

- Concrétisation de l'ensemble du projet et de chacune de ses parties
- Décision quant aux variantes et aux variantes partielles
- Estimation des coûts avec une précision à +/-20 % (coûts totaux)
- Mise à jour de la production électrique et de la rentabilité

En fin d'étude préliminaire, on se concentre en règle générale sur la meilleure solution qui a été examinée jusque-là et pour laquelle la précision des coûts a atteint +/-20 %.

Parallèlement aux analyses techniques, plusieurs planifications spécialisées sont menées selon les besoins du projet, dont notamment, et surtout, des analyses environnementales (cf. chap. 4). Pour ces analyses environnementales, on utilisera les principales caractéristiques techniques du projet, même si elles ne sont pas encore définitives. Une bonne coordination entre les techniciens et les spécialistes de l'environnement et une planification prévoyante sont très importantes pour que les études progressent de manière efficace et ciblée.

### CONTENU INDISPENSABLE DU DOSSIER DU PROJET

En partant du principe que l'avant-projet constitue la base de la demande de concession, de nombreuses pièces sont à fournir et un certain niveau de précision doit être respecté. Une modification effectuée après l'octroi de la concession signifie dans certains cas une nouvelle procédure de concession. Le dossier de demande de concession place les aspects environnementaux au premier plan ; les détails techniques de la construction ne sont pas importants. Il doit typiquement comporter au moins les pièces suivantes.

Données de base :

- situation juridique, droits des eaux ;
- hydrologie, quantité d'eau disponible, courbe des débits classés ;
- débits de crues ;
- indications des dangers naturels ;
- géologie, terrain à bâtir, hydrogéologie.

Description du projet et plans :

- description et plans d'ensemble de toute l'installation et de ses composants essentiels ;
- caractéristiques principales et chiffres clés :
  - niveaux d'eau amont (au barrage, à la prise d'eau) et aval (fin du périmètre de la concession, site de restitution)
  - débit d'équipement et débit résiduel ;
  - puissance et production électrique annuelle escomptée ;
- description des installations mécaniques et électriques (plan d'implantation sommaire, schéma unifilaire) ;
- plans (au 1:200, 1:100) et descriptions de chaque ouvrage. Les éléments visibles et les aménagements hydrauliques doivent être représentés de façon relativement précise ;
- concepts de nettoyage des espaces de retenue, de transit des matières charriées ainsi que de prélèvement, de transit et d'élimination des débris flottants ;
- calcul du niveau moyen des crues et preuve de la sécurité de l'installation en cas de crue ;
- description des mesures d'aménagement des cours d'eau ;
- description des dispositifs d'aide à la migration piscicole ;
- coûts d'investissement (env. +/-20 %) ;
- calculs de rentabilité ;
- calendrier global approximatif.

À cela viennent encore s'ajouter les éléments traitant les questions environnementales, conformément au point 7.3.

## 6.5 CONVENTION D'UTILISATION

Il est recommandé, au moment de l'élaboration de l'avant-projet ou au plus tard au début du projet de l'ouvrage, de conclure une convention d'utilisation. Cette convention répartit entre le maître de l'ouvrage et le mandataire les exigences en matière d'utilisation de l'ouvrage. Il s'agit d'un instrument qui permet une entente mutuelle absolue entre le maître de l'ouvrage et le mandataire et qui fait partie intégrante de l'assurance qualité. Formulé plus clairement et d'un autre point de vue : une convention d'utilisation est destinée à empêcher que la planification parte dans une mauvaise direction à cause d'un quelconque malentendu.

La convention d'utilisation est rédigée par le mandataire et présentée au maître de l'ouvrage pour vérification puis soumise à son avis. Elle doit être signée par les deux parties. Elle peut faire l'objet d'adaptations ou de modifications en cours de projet, dans la mesure où les deux parties se sont mises d'accord.

La forme de la convention d'utilisation peut être très simple et son contenu limité au strict nécessaire : une liste des exigences à remplir, sous forme de mots clés, peut tout à fait suffire.

### CONVENTION D'UTILISATION SELON LA NORME SIA 260

Le modèle de contenu est souvent calqué sur celui de la norme SIA 260, selon laquelle une convention d'utilisation doit renseigner les points suivants :

- objectifs généraux de l'utilisation de l'ouvrage ;
- étendue et exigences des tiers ;
- besoins de l'exploitation et de l'entretien ;
- directives particulières du maître de l'ouvrage ;
- critères de protection et risques spécifiques (à déterminer sur la base d'une évaluation des risques) ;
- dispositions des normes.

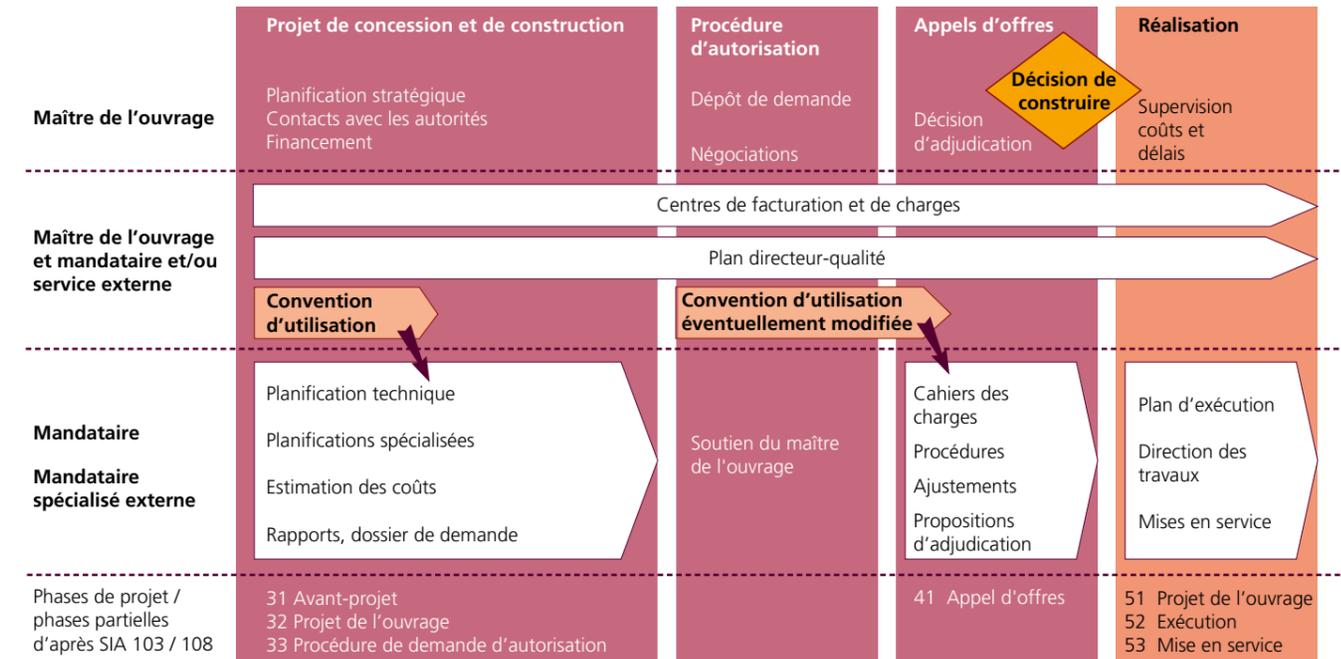


Fig. 16 : convention d'utilisation entre le maître de l'ouvrage et le mandataire, organisée selon le déroulement du projet

La convention d'utilisation permet d'élaborer la « base du projet », qui s'adresse aux spécialistes et qui contient les données de base techniques nécessaires à la poursuite et à l'exécution du projet ainsi qu'à l'entretien de l'ouvrage.

<b>Convention d'utilisation</b>	Dispositions principales, spécifiques à l'ouvrage, déterminées par un dialogue entre maître de l'ouvrage et ingénieur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• utilisation prévue</li> <li>• conception</li> <li>• critères de protection</li> <li>• conditions limites de l'ébauche</li> </ul>
<b>Base du projet</b>	Dispositions portant sur l'ingénierie, spécifiques à la structure porteuse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• actions</li> <li>• modèle de structure</li> <li>• impacts</li> </ul>

## 6.6 PROJET DE L'OUVRAGE

### OBJECTIFS

- Projet et tout élément important optimisés sur le plan technico-économique et susceptibles d'être autorisés
- Données de base nécessaires à la demande de permis de construire et aux appels d'offres

### ÉTAPES DE TRAVAIL PRINCIPALES

- Optimisation du projet dans son intégralité et dans les détails
- Élaboration des concepts statiques et justifications
- Représentation sous forme de plans
- Prédimensionnement
- Estimation des coûts avec une précision de +/-10 % (coûts totaux)
- Mise à jour de la production électrique et de la rentabilité

Les objectifs majeurs du projet de l'ouvrage sont la conception et l'optimisation de tous les éléments de construction ainsi que la justification des solutions trouvées. C'est à partir de cette base que sont établis les plans, descriptions et prédimensionnement sur lesquels les entrepreneurs s'appuieront, en phase d'appels d'offres, afin de soumettre leurs propositions.

### CONTENU INDISPENSABLE DU DOSSIER DE PROJET

Le contenu doit en priorité répondre aux exigences relatives à l'octroi du permis de construire. Au premier plan figurent les aspects liés à l'électromécanique et au génie civil, à la protection contre les incendies et les crues et à la sécurité au travail dans la mesure où ces points ne sont pas encore abordés dans le cadre de la demande de concession.

Les informations importantes pour le futur exploitant sont les descriptions des interfaces électriques et de commande ainsi que des aspects opérationnels. Sur le plan électromécanique, les exigences formulées en matière de nouvelles machines doivent être spécifiques au projet et le contenu exact de la livraison doit être précisé. Les systèmes de commande et de régulation doivent également être décrits, et notamment tous les équipements de mesure, de commande et de régulation tout comme les dispositifs de sécurité.

Les appels d'offres doivent comporter la description de toutes les spécifications des machines et des équipements. Concernant l'appel d'offres en génie civil, aucun détail en dehors des plans d'un programme sommaire de travaux et de brefs descriptifs n'est exigé. Les mesures, listes de pièces, etc. établies restent dans la documentation de travail.

Données de base :

- bref récapitulatif de la situation actuelle.

Description du projet et plans :

- description du projet de base, comme pour l'avant-projet ;
- plan d'ensemble et plan détaillé (au 1:100, 1:50) ;
- EM-ET-SC : schémas électriques, schémas de montage, listes d'équipements et de pièces ;
- schémas hydrauliques ;
- spécifications des matériaux choisis ;
- propositions en matière de conditions de livraison et de répartition par lots ;
- coûts d'investissement (env. +/-10 %) et récapitulatif détaillé des coûts répartis par lots ;
- estimation des coûts d'exploitation et d'entretien ;
- calcul de la production électrique et calcul de rentabilité actualisés ;
- phase de construction : installations de chantier, accès, programme des travaux et calendrier global.

Comme pour l'avant-projet, à cela viennent s'ajouter les éléments liés aux questions environnementales, conformément au point 7.3.

### Combiner l'avant-projet et le projet de l'ouvrage ?

Si les autorités indiquent une procédure de demande d'autorisation en 1 étape, dans le cas de petits projets ou de projets simples, la phase du projet de l'ouvrage peut souvent être laissée de côté, fortement réduite ou combinée à la phase d'avant-projet. Cela a toutefois un impact négatif sur le degré de précision des coûts estimés (il faut donc prévoir une plus grande réserve de financement) et peut réduire la rentabilité du projet (les modifications ultérieures et coûteuses d'un projet et/ou des dépenses d'exploitation et d'entretien élevées sont les conséquences fréquentes d'une planification insuffisante). Cela peut se justifier dans le cas de petits projets simples, mais cela doit être évité dans le cas de projets de grande envergure. C'est au maître de l'ouvrage que revient cette décision.

### EXEMPLE DE MISSION TYPIQUE D'UN PROJET DE L'OUVRAGE : CHOIX DU SYSTÈME POUR UNE CONDUITE FORCÉE

Ce qui apparaît comme particulièrement évident pour un groupe de machines l'est également pour une conduite sous pression. Il s'agit là d'un système composé de différents éléments en interaction, qui doivent donc être coordonnés :

- canalisation sous pression avec protections mécaniques et chimiques intérieures et extérieures ;
- culée en béton ;
- support (cas des conduites librement posées) ou couche de base (cas des conduites enterrées) ;
- forces exercées par l'eau sur la conduite, qui varie selon le fonctionnement de l'installation.

Lors de la phase du projet de l'ouvrage ou des appels d'offres, des décisions de grande envergure doivent être prises concernant le type de conduite forcée. Si l'on choisit par exemple la conduite la moins coûteuse en se basant purement sur la pression interne autorisée, cela peut entraîner une augmentation considérable des coûts lors du montage et/ou des travaux de génie civil, ainsi qu'une baisse du rendement et de la production électrique lors de la phase d'exploitation. Les cas suivants permettent d'illustrer le propos :

#### Variante A, avec une conduite très peu coûteuse

Conduite en acier galvanisé DN 700 revêtu d'enduit bitumeux. Celle-ci doit être très soigneusement posée afin d'éviter toute déformation et ainsi ne pas endommager la fine protection anticorrosion. Une équipe dotée d'un dispositif de soudage est nécessaire au montage. Les soudures ont besoin d'une protection contre les intempéries en cas de temps pluvieux, et doivent ensuite être à nouveau protégées contre la corrosion, à l'intérieur comme à l'extérieur. Chaque changement de direction nécessite des conduites très précisément découpées en usine ou des découpes de conduites sur le chantier. Les dépenses d'étude et de coordination entre fabricant, équipe de montage et entreprise de génie civil sont considérables et génèrent des temps d'attente parfois longs.

### Variante B, avec une conduite très coûteuse

Conduite en fonte ductile DN 700 PN 25 avec protection extérieure mécanique et anticorrosion résistante et raccords à manchons. La conduite est posée par l'entreprise de génie civil elle-même, suivant les instructions données en amont par le fournisseur de conduites. La pose dépend des conditions météorologiques et prend 20 minutes par raccord. Le matériau de la couche de base autorisé est un matériau d'excavation installé avec soin. Un angle de 2° maximum est autorisé à l'assemblage de deux conduites, permettant de corriger les petites imprécisions et la formation de courbes allongées sans raccords spéciaux.

Comparaison des deux conduites sous pression enterrées DN 700	Var. A : conduite acier soudée	Var. B : conduite fonte ductile
Offre fournisseur		
Livraison des conduites et des raccords	572'000	1'062'000
Montage, dispositifs de chantier, outillage	748'000	4'000
Contrôle des soudures / test d'étanchéité	31'000	12'000
Test de compression	5'000	5'000
<b>Prix proposé</b>	<b>1'356'000</b>	<b>1'083'000</b>
Dépenses sur place (construction), temps d'attente du maître d'œuvre		
pour le montage	276'000	76'000
pour le contrôle des soudures / test d'étanchéité	20'000	12'000
pour le test de compression	3'000	4'000
<b>Comparatif des prix</b>	<b>1'655'000</b>	<b>1'175'000</b>

On peut constater que malgré des coûts de livraison beaucoup plus élevés, la variante B est globalement plus avantageuse.

## 6.7 APPELS D'OFFRES, COMPARAISON DES OFFRES ET ATTRIBUTION DES MANDATS

La base de tout appel d'offres est le projet de l'ouvrage définitif avec estimation des coûts et calendrier.

Dans le cadre des appels d'offres, la participation du maître de l'ouvrage est indispensable, d'une part car il devient par la suite le cocontractant des entrepreneurs et des fournisseurs, et d'autre part car les coûts et la réussite d'un projet dépendent fortement du choix des fournisseurs. Le maître de l'ouvrage est tenu d'être présent lors des discussions avec les fournisseurs et les entrepreneurs, car celles-ci peuvent se révéler très instructives.

### FINALITÉ DES APPELS D'OFFRES

- Réception d'offres fermes, exhaustives, avantageuses et solides d'un point de vue technique.
- Contrats de livraison et d'entreprise corrigés et pouvant être signés pour les principaux ouvrages, couvrant au total env. 80 % des coûts du projet, définissant une sécurité importante en matière de coûts et constituant ainsi la base de la décision de construire.

### DIFFÉRENCE ENTRE MAÎTRES DE L'OUVRAGE PUBLICS ET PRIVÉS

Les maîtres de l'ouvrage publics et ceux en situation de monopole dans le domaine des services de base (entreprise sectorielle) sont soumis au droit des marchés publics (législation des appels d'offres) et soumis à des règles et délais précis en ce qui concerne la valeur de la livraison ou du mandat lors d'appels d'offres. Ces règles ne s'appliquent pas aux maîtres de l'ouvrage privés ; ceux-ci peuvent confier l'exécution des mandats à leur guise dans les limites du cadre légal (CO).

### DE L'APPEL D'OFFRES À LA CONCLUSION DU CONTRAT : LES ÉTAPES

Les appels d'offres obéissent tous plus ou moins aux mêmes règles. À partir d'une certaine somme, il est également courant pour les maîtres de l'ouvrage privés de lancer un appel d'offres en suivant les étapes ci-dessous :

1. répartition du projet (travaux et livraisons) en lots appropriés ;
2. calendrier ou programme de projet des appels d'offres conforme aux délais de livraison en ce qui concerne le temps nécessaire avant le début des travaux, et conforme aux dates majeures de projet ;
3. établissement des documents correspondants tel que décrit ci-dessous pour chaque appel d'offres et envoi aux fournisseurs éventuels. Aujourd'hui, cet envoi s'effectue souvent sous forme électronique ;
4. éventuellement, publication ou annonce préliminaire ciblée de l'appel d'offres ;
5. envoi des documents ;
6. session de questions-réponses et le cas échéant, visite du site ;
7. élaboration de l'offre par le fournisseur ;
8. réception de l'offre, établissement d'un rapport le cas échéant ;
9. contrôle de l'exhaustivité des documents, critères d'adéquation et d'attribution, clarification des ambiguïtés techniques et pré-évaluation par le mandataire ;
10. délibération de l'entreprise ;
11. remise aux maîtres de l'ouvrage, par le mandataire, de l'évaluation et de la recommandation argumentée quant au choix du fournisseur ;
12. choix du fournisseur par le maître de l'ouvrage et communication à l'entreprise avec un avis d'attribution de mandat (ou décision d'attribution) ;
13. pour les procédures en vertu du droit des marchés publics : attendre le délai de recours ;
14. dans le cas d'appels d'offres multiples : mise à jour du devis et décision de construire ;
15. signature du contrat.

En vertu du droit des marchés publics, il convient de respecter en détail les étapes et les délais prescrits. Il va de soi que des procédures largement simplifiées sont employées dans le cas de petites commandes.

### RÈGLES SELON LA NORME SIA 118 TRAVAUX DE GÉNIE CIVIL « CONDITIONS GÉNÉRALES POUR L'EXÉCUTION DES TRAVAUX DE GÉNIE CIVIL »

Il est avantageux pour toutes les parties que les maîtres de l'ouvrage privés respectent eux aussi les règles généralement reconnues. Les articles 4 à 22 de la norme SIA 118 décrivent les règles des appels d'offres applicables également à d'autres domaines spécifiques dans le cas de projets de PCH :

- informations devant être comprises dans l'appel d'offres ;
- éléments composant l'appel d'offres et classement de ces documents (ici pour les prestations de construction) ;
- règles du cahier des charges pour les travaux de génie civil et dispositions spéciales relatives aux livraisons de matériel, attribution de prestations ponctuelles à des tiers, descriptions des travaux, parcelles, arrivées et évacuations ;
- conditions applicables à l'offre de l'entrepreneur ;
- règles relatives aux sessions de questions-réponses ;
- contrôle des offres par le maître de l'ouvrage et principe de confidentialité ;
- acceptation d'une offre (commande) ;
- mise à disposition du contrat notarié ;
- classement des éléments du contrat ;
- contre-offre du maître de l'ouvrage.

### STRUCTURE ET CONTENU DES DOSSIERS D'APPEL D'OFFRES

La structure suivante est adaptée aux appels d'offres des travaux de génie civil et des livraisons, et est également recommandée dans la section « Construction » de la norme SIA 118. Elle peut aussi être utilisée dans le cadre de prestations d'étude.

Dossier d'appel d'offres		Particularités du secteur	
Parties		Secteur principal du bâtiment	Électromécanique et équipement hydromécanique / Électrotechnique et systèmes de commande
0	Conditions de l'appel d'offres		
1	Texte du contrat notarié prévu		
2	« Dispositions particulières » conditionnées par l'objet de la construction	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les conditions particulières à respecter pour les offres et à inclure dans les prix sont par exemple les obstacles, le niveau de crue, les accès, l'espace disponible, les interfaces et la collaboration avec les autres participants au projet</li> <li>Calendriers</li> <li>Règlements relatifs aux pénalités et aux peines conventionnelles</li> </ul>	
3	Cahiers des charges	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cahier des charges (ou « devis ») selon le catalogue des articles normalisés</li> </ul>	Cahier des charges avec <ul style="list-style-type: none"> <li>étendue des prestations et spécifications pour les machines et équipements (« appel d'offres fonctionnel »)</li> <li>limites des prestations</li> </ul>
	Formulaire de saisie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Autres formulaires</li> </ul>	Formulaire de saisie élaborés individuellement <ul style="list-style-type: none"> <li>Directives relatives aux autres documents à fournir (recommandations techniques, etc.)</li> </ul>
4	Plans et informations relatives au projet	Plans des pièces, démontages, travaux d'aménagement des environs, installations et phases de construction le cas échéant, etc.	Plans dont résultent les conditions de montage et d'installation / Plans, schémas, représentation des interfaces
5	Liste des « dispositions générales » non conditionnées par l'objet de la construction	<ul style="list-style-type: none"> <li>Norme SIA 118</li> <li>Normes SIA habituelles</li> <li>Normes d'autres associations professionnelles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conditions générales contractuelles ou de commande</li> <li>Normes des associations professionnelles</li> </ul>

Tableau 17 : structure et contenu des dossiers d'appel d'offres

### INDICATIONS GÉNÉRALES ET SPÉCIFIQUES AUX PCH

Plus la valeur de la commande est importante, plus il convient d'investir dans le processus d'appel d'offres.

La composante temporelle est importante pour les appels d'offres, et notamment lorsque les fournisseurs doivent traiter une offre très détaillée ou trouver des sous-traitants ; dans ce cas, il convient de leur accorder suffisamment de temps pour établir leur offre.

- Si les fournisseurs sont soumis à des délais très courts (que ce soit pour la remise de l'offre ou pour l'exécution des prestations faisant l'objet du mandat), il se peut que le fournisseur le plus à même de répondre à la prestation, se retire, faute de temps ou de capacité, ou bien exige un prix plus élevé. Dans le cas de projets de PCH, cela peut avoir des conséquences néfastes, en particulier en ce qui concerne les types de machines ne pouvant être fournies que par un nombre très restreint de prestataires, telles que les turbines à très basse chute ou celles à très large plage de fonctionnement.

- Des erreurs et des lacunes peuvent apparaître lorsqu'il reste trop peu de temps pour l'élaboration du dossier d'appel d'offres, cela pouvant entraîner des surcharges tarifaires.
- L'ordre des appels d'offres doit concorder avec les délais de livraison et le programme de travaux. La livraison des turbines peut prendre jusqu'à 18 mois à partir de la commande ferme. Selon le programme de travaux, l'appel d'offres relatif aux turbines doit être établi le plus tôt possible afin de garantir une livraison dans les temps.

Il est recommandé de tenir compte des éléments suivants lors de l'établissement des appels d'offres pour les composants mécaniques, électromécaniques, électrotechniques et les systèmes de commande.

- Une bonne connaissance du marché des prestataires est un avantage considérable. Les chefs de projet spécialisés dans le domaine des PCH détiennent ce savoir, et il est possible d'en apprendre soi-même plus sur les fabricants et leurs produits en participant à des congrès spécialisés.

- Élaborer un appel d'offres fonctionnel plutôt que des spécifications techniques : contrairement aux grandes centrales par exemple, toutes les spécificités techniques des petites centrales hydrauliques ne sont pas indiquées. Il est évident que les conditions limites et les exigences applicables aux équipements, ainsi que les pénalités applicables si les valeurs à garantir (par ex. l'efficacité d'un groupe de machines) ne sont pas atteintes, doivent être précisément définies.
- Laisser faire le marché et la créativité des fournisseurs : les directives relatives au génie civil et éventuellement au nombre de machines pourront être les moins limitatives possible. Cela permet de laisser aux fournisseurs suffisamment de marge pour proposer leurs solutions les plus attractives.

En ce qui concerne les appels d'offres pour la construction, d'autres conditions sont définies :

- le choix des fournisseurs étant relativement large, et s'agissant de « produits standards » pour les prestations de services de construction, une connaissance détaillée des entreprises de construction est moins cruciale. Les références en aménagement des cours d'eau et en génie civil sont cependant importantes ;
- les appels d'offres doivent être établis de préférence selon la structure recommandée dans la norme SIA 118 et avec un cahier des charges détaillé et souvent très complet. Des « appels d'offres fonctionnels » entraîneraient des imprécisions, des lacunes sur le plan de la qualité et enfin des différences entre les entrepreneurs et le maître de l'ouvrage ;
- les « variantes de l'entrepreneur » peuvent en revanche être admises ; il est toutefois recommandé de faire proposer systématiquement la « variante officielle ».

### RÉPARTITION PAR LOTS ET ENSEMBLES DE CONTRATS

La répartition par lots pour l'appel d'offres de livraisons et de prestations nécessite un minimum de connaissances de la branche et d'expérience de conduite de projets. Les lots importants impliquent moins d'interfaces, et il est ainsi possible de ne pas choisir séparément chaque élément individuel. Il convient donc de chercher le compromis optimal entre un nombre réduit d'interfaces (coûts, risques) et une intervention maximale du maître de l'ouvrage sur les détails.

Exemple : dans le cadre de l'appel d'offres de l'ensemble de l'électromécanique, le fabricant de turbines propose un générateur de son choix. En tant que maître de l'ouvrage privé, il est possible d'indiquer le produit privilégié dans l'appel d'offres. Cela serait au contraire interdit pour un appel d'offres public et il serait uniquement possible d'élaborer des appels d'offres distincts pour la turbine et pour le générateur.

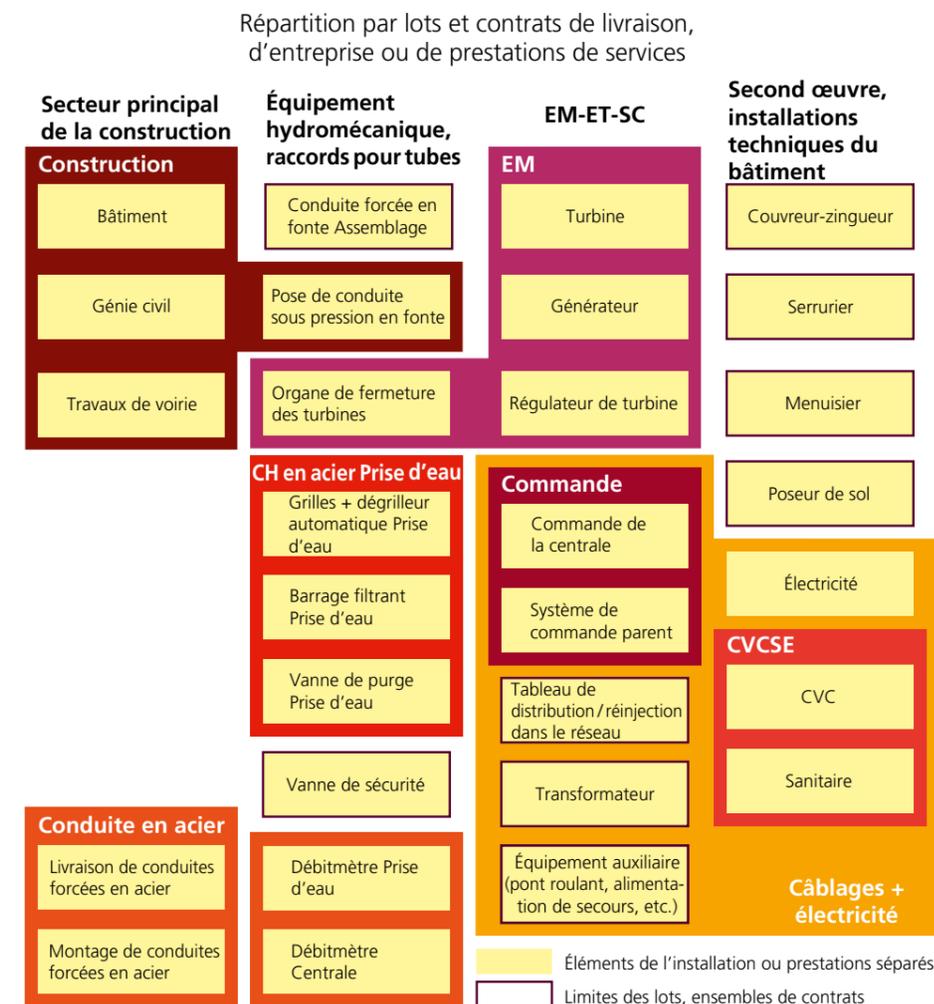


Fig. 17 : exemple d'ensembles de contrats et répartition par lots pour les appels d'offres

## ENTREPRENEUR GÉNÉRAL OU TOTAL

Dans les cas extrêmes, le maître de l'ouvrage n'a qu'un seul interlocuteur auprès d'un entrepreneur général ou total pour toutes les prestations de services, de génie civil, les livraisons et le montage. Des projets de PCH ont déjà été menés à bien avec ces modèles, mais il faut garder à l'esprit que toutes les exigences doivent d'abord être définies précisément dans l'appel d'offres ou au plus tard lors de la conclusion du contrat. Sortir du cadre de ce contrat se révélera difficile pour le maître de l'ouvrage ou aura un impact financier sur son projet. Le choix de ce modèle implique les possibilités suivantes :

- le recours à un expert expérimenté en génie civil / ou du domaine des petites centrales hydrauliques, qui représente les intérêts du maître de l'ouvrage en effectuant les contrôles des travaux et en imposant le respect des spécifications contractuelles, peut contribuer de manière décisive à l'assurance qualité ;
- afin d'exercer un meilleur contrôle sur l'électromécanique et la commande en tant que « pièce maîtresse de l'installation », il est possible de ne pas confier ce domaine à l'entrepreneur général ou total et d'élaborer un appel d'offres distinct.

## 6.8 CONTRATS DE LIVRAISON ET D'ENTREPRISE, ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DU CONTRAT

### ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DU CONTRAT

Les éléments constitutifs du contrat peuvent être soit repris de l'appel d'offres sans modifications et soit complétés par des informations supplémentaires et d'autres documents, tels que des protocoles d'ajustements techniques et des négociations contractuelles (cf. point 6.7).

### CONTRAT NOTARIÉ

Le contrat notarié doit être concis et ne contenir que les points capitaux, en particulier la liste et l'ordre des éléments constitutifs du contrat. Des modèles peuvent être téléchargés gratuitement sur le site de la SIA pour les contrats d'entreprise et d'étude.

Suivent ensuite directement le compte-rendu des rectifications des offres et des négociations contractuelles.

### DISPOSITIONS PARTICULIÈRES, CONDITIONS PARTICULIÈRES

Celles-ci ne doivent en aucun cas être modifiées par rapport à l'appel d'offres.

Appel d'offres		Éléments constitutifs du contrat	
Parties		valables dans l'ordre suivant	
0	Conditions de l'appel d'offres	▶ deviennent caduques	
1	Texte du contrat notarié prévu	▶ à remplir, à adapter	▶ Contrat notarié
		▶ à compléter par procès-verbaux	▶ Procès-verbaux d'ajustement et négociations contractuelles
2	« Dispositions particulières » conditionnées par l'objet de la construction	▶ restent inchangées	▶ Conditions particulières
3	Cahiers des charges	▶ à remplir	▶ Offres des entrepreneurs
		▶ à remplir	▶ Formulaire de saisie
4	Plans	▶ restent inchangées	▶ Plans
			▶ Informations relatives au projet
5	Liste des « dispositions générales » non conditionnées par l'objet de la construction	▶	▶ Dispositions générales

Tableau 18 : structure et contenu des documents contractuels

## OFFRE DE L'ENTREPRENEUR

Les formulaires de saisie envoyés lors de la présentation de l'offre (dans le domaine du génie civil, il s'agit du cahier des charges rempli comportant page de garde et informations complémentaires) sont considérés comme « l'offre de l'entrepreneur ».

### PLANS ET INFORMATIONS RELATIVES AU PROJET

Même si le projet a avancé entretemps, les plans joints à l'appel d'offres doivent être repris sans modification pour le contrat.

### CONDITIONS GÉNÉRALES CONTRACTUELLES

Il est recommandé dans tous les cas de considérer les « conditions générales contractuelles » ou les « conditions générales de commande » spécifiques à la branche comme des éléments constitutifs du contrat ayant force obligatoire.

## 6.9 ASSURANCES POUR LA PHASE DE CONSTRUCTION ET D'EXPLOITATION

La question des assurances doit être clarifiée avant le début de la construction. Le responsable du projet doit réclamer aux fournisseurs les attestations d'assurance les concernant.

Les assurances habituelles pour la phase de construction et d'exploitation sont indiquées ci-dessous. Dans les cas concrets, il est recommandé de faire appel à un spécialiste en assurances.

La perte de rendement n'est pas comprise dans l'assurance bris de machines. Les assurances perte de rendement sont chères et ne sont habituellement pas conclues. Afin de pallier ce risque, il est possible de prévoir des provisions pour risques et charges, dans la mesure où la centrale est tributaire de recettes régulières, par exemple pour le remboursement du capital ou le paiement des salaires.

Assurances phase construction	Maître ouvrage	Mandataire	Entrepreneurs, fournisseurs	
Bâtiment	x			Couvre les dommages de l'ouvrage, du terrain à bâtir et des installations de montage, qui ne sont pas couverts par l'assurance responsabilité civile professionnelle ou l'assurance tous risques montage.
Responsabilité civile du maître de l'ouvrage	x			Couvre les dommages causés à des tiers ou aux biens de tiers suite à des travaux de génie civil.
Responsabilité civile professionnelle		x		Couvre la responsabilité du mandataire pour les dommages corporels ou les dommages de l'ouvrage ainsi qu'aux parcelles adjacentes à imputer à une défaillance dans la planification ou la direction des travaux.
Responsabilité civile d'entreprise	(x)		x	Couvre la responsabilité des entrepreneurs et fournisseurs en cas de dommages corporels ou matériels causés à des tiers, à l'exception des travaux et livraisons internes.
Assurance transport			x	Couvre les dommages causés par le transport aux marchandises personnelles.
Assurance montage			x	Couvre les dommages causés par le montage aux marchandises personnelles

Assurances phase d'exploitation				
Bris de machines	x			Couvre les frais de réparation en cas de sinistre.
Assurance complémentaire pour les équipements et le matériel	x			Couvre les pertes et les dommages des biens mobiliers, c'est-à-dire des équipements n'étant pas en lien direct avec la construction.
Responsabilité civile d'entreprise	x			Fonctionne comme une assurance responsabilité civile immeuble, mais comprend également le risque lié aux installations (par ex. coupure d'électricité) et la responsabilité du propriétaire de l'ouvrage (p. ex. dommages causés par les crues du fait d'un barrage défectueux)
Accident de personnes	x			Nécessaire uniquement si du personnel est engagé pour faire fonctionner la centrale.
Dégât des eaux	x			Couvre les dommages des bâtiments (intérieurs ou extérieurs) causés par des infiltrations d'eau, des conduites d'eau défectueuses, etc.
Incendie et forces de la nature	x			Fonctionne comme pour le bâtiment.

## 6.10 GARANTIES, RETENUES, FOURNITURES DE GARANTIES

Les garanties sont également fournies dans le cadre de projets de PCH, comme pour n'importe quel projet de construction. Elles permettent au maître de l'ouvrage de faire respecter les obligations contractuelles ou, du moins, d'être en partie dédommagé si celles-ci ne sont pas respectées.

Les réalisations suivantes ne donnent, à titre indicatif, qu'un aperçu des garanties financières habituelles pratiquées dans le cadre de projets de PCH en Suisse. Dans le cas des travaux de génie civil, il s'agit généralement de retenues, conformément à la norme SIA 118 (5 à 10 % des montants des factures), et dans le cas d'équipements électriques et mécaniques, de garanties d'exécution et de bonne fin. Ces dernières sont établies par des banques ou des assurances renommées, mais peuvent aussi se composer de la garantie d'un groupe ou d'un cautionnement solidaire.

Les garanties sont toujours associées à certaines dates ou certains événements. Les éléments suivants sont donc importants pour les projets de PCH :

- dans le cas de travaux de construction, le délai de réclamation (anciennement délai de garantie) commence à courir au moment de la « réception » (Art. 157 ss SIA 118) ;
- dans le cas d'équipements mécaniques et électriques, le délai de garantie commence à courir à la remise du certificat de réception provisoire (en anglais : PAC = Provisional Acceptance Certificate).

Le procès-verbal de réception des travaux selon le règlement SIA 118, de même que le PAC, doivent être signés par le maître de l'ouvrage ou son représentant légitime. Le délai de réclamation ou de garantie s'élève en règle générale à deux ans pour les travaux de construction ainsi que pour les équipements mécaniques ou électriques. Sauf convention contraire, la garantie de bonne fin n'est plus valide à l'expiration du délai de réclamation ou de garantie.

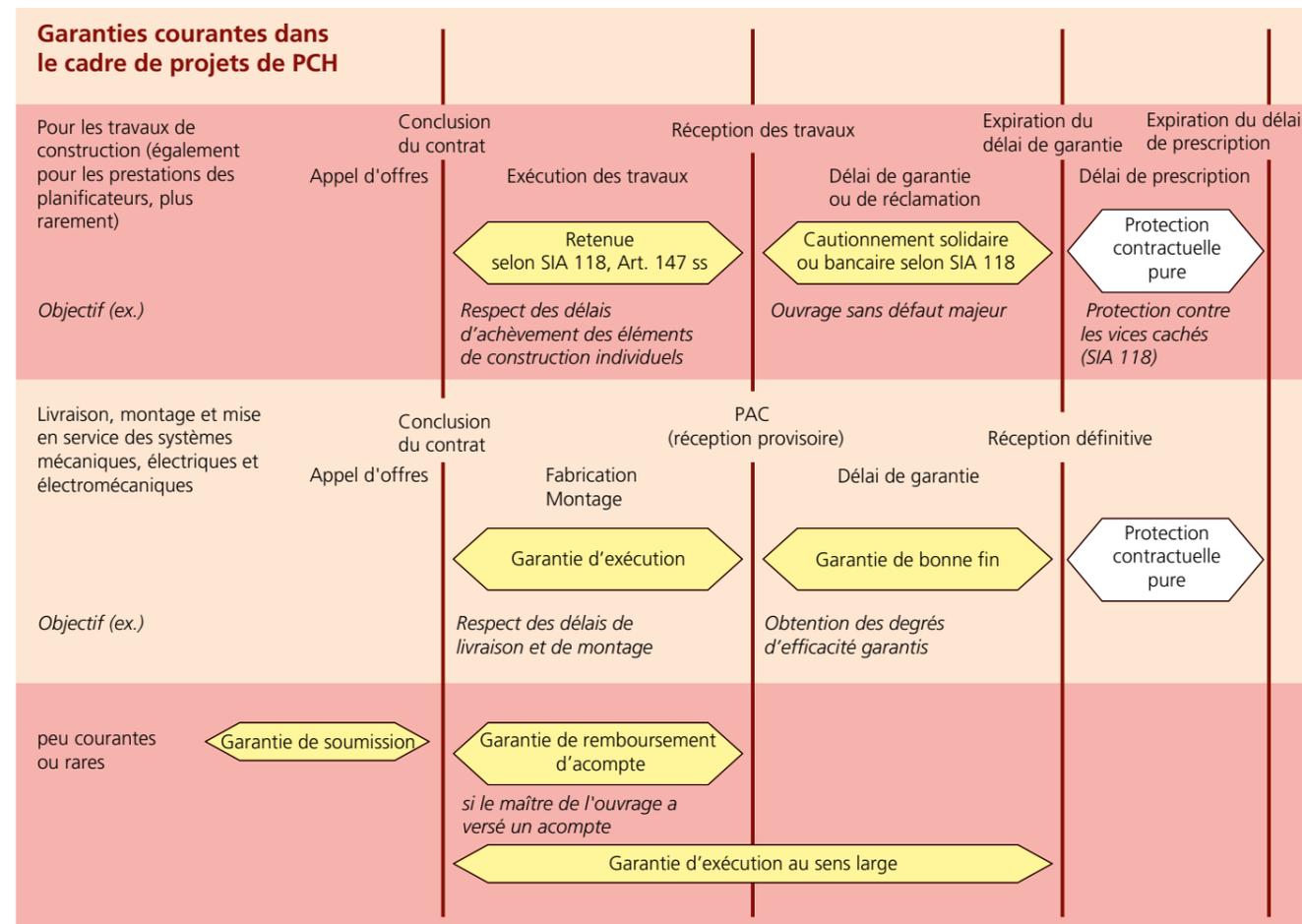


Fig. 18 : garanties financières courantes en Suisse dans le cadre de projets de PCH

## RÉFLEXIONS AUTOUR DE LA FOURNITURE DE GARANTIES DANS LE CADRE DE PROJETS DE PETITE HYDRAULIQUE

Afin de pouvoir fixer une garantie financière à fournir, il est nécessaire de réfléchir à certains cas et d'envisager l'ampleur des dommages effectifs. Exemples :

- garantie d'exécution et pénalités lors de la réalisation : la mise en service d'une centrale située en montagne est prévue pour octobre. Le délai de livraison d'une grande vanne au niveau de la prise d'eau est convenu pour fin septembre ; la valeur du contrat s'élève à 300'000 CHF. À compter de la mi-octobre, l'arrivée de l'hiver peut rendre l'accès à la prise d'eau impraticable pour les poids lourds, et ce jusqu'en avril. Une livraison retardée de la vanne pourrait dans le pire des cas retarder la mise en service de sept mois, ce qui dans le cas présent correspondrait à une perte sur les recettes de 400'000 CHF. S'ajouteraient à cela des coûts supplémentaires de 20'000 CHF pour l'installation du chantier. Une garantie d'exécution correspondant à 10 % du montant du contrat serait-elle alors suffisante ? Non, cela ne suffirait certainement pas à couvrir le préjudice potentiel, et c'est pour cette raison que le montant doit être rehaussé et/ou que d'autres mesures doivent être envisagées.
- cautionnement durant le délai de réclamation pour vices de construction : un mur sur une rive doit être construit et la valeur du contrat s'élève à 2.0 millions de CHF. Il a été envisagé un cautionnement solidaire (ou garantie de bonne fin) de 10 % de la valeur contractuelle. Une grande partie des coûts correspond aux tranchées temporaires et à leur assèchement. Le mur a été conçu par un bureau d'études possédant une expérience relativement grande dans ce domaine. Des contrôles réguliers des travaux et des tests qualité fréquents sont prévus pendant la phase d'exécution. Le risque de dommages dus à des vices de construction après la fin des travaux et la réception du mur est extrêmement faible. Dans ce cas précis, un cautionnement de plus de 20'000 CHF semble très exagéré.

### PAS D'EXAGÉRATION

Des exigences trop élevées en matière de fourniture de garanties entraînent des coûts revenant en fin de compte au maître de l'ouvrage, et sont donc à éviter. Cela peut aller jusqu'à dénaturer la concurrence : dans certaines circonstances, les petites entreprises ne sont en effet pas en mesure d'obtenir les garanties exigées, en raison des limites des crédits.

## INSTRUMENTS COMPLÉMENTAIRES EN MATIÈRE DE FOURNITURE DE GARANTIES

Comment le respect des délais et une bonne qualité des prestations convenues peuvent-ils être encouragés, afin qu'aucune garantie n'ait à être réclamée ? Quelques mots clés à ce sujet :

- gestion de projet, planification et direction des travaux professionnelles et prudentes ;
- mesures directrices en matière de qualité, telles que plan directeur-qualité ou autres instruments ;
- système de bonus/malus ;
- peines conventionnelles (pénalités) appliquées aux retards pris sur les délais fixés ou aux défauts non corrigés. Afin qu'aucune somme ne soit à réclamer, la retenue ou le dernier versement (dans le cas d'un plan de paiement) doivent être fixés au montant maximum de la peine conventionnelle.

## INFORMATIONS DÉTAILLÉES RELATIVES À LA FOURNITURE DE GARANTIES

Les documents suivants présentent des faits et des recommandations en matière de fourniture de garanties :

- cahier technique SIA 2020, Exigence de garanties de l'entrepreneur dans le contrat d'entreprise, 2001
- norme SIA 118, Art. 149 ss, 2013
- KBOB, Guide pour la détermination des sûretés financières dans les contrats d'entreprise, 2014
- SSE, Garanties dans le secteur principal de la construction, 2012

## 6.11 DÉCISION DE CONSTRUIRE

Les conditions requises dans le cadre de la décision de construire sont les suivantes :

- toutes les autorisations nécessaires ont été accordées ;
- tous les contrats de droit privé nécessaires (droits immobiliers, etc.) ont été signés ;
- fiabilité de planification des coûts : des contrats sont prêts à être signés pour la majeure partie du budget total du projet ;
- sécurité en matière de délais : les délais les plus importants sont fixés par contrat ;
- le calendrier est fixé : les conditions limites externes, les garanties contractuelles des mandataires et les possibilités des autres participants au projet concordent et ont été vérifiées ;
- le financement est assuré ;
- les capacités de management requises du côté du maître de l'ouvrage sont disponibles pendant la durée de construction.

Une fois la décision de construire prise, les étapes à suivre sont les suivantes :

- fixation de la date exacte du début des travaux, en concertation avec le mandataire et l'entrepreneur et en tenant compte du temps nécessaire aux travaux préparatoires tels que déplacement des conduites de l'ouvrage, disposition d'installations et d'éléments provisoires, etc.
- communication aux autorités (conformément aux réglementations) et aux éventuelles autres personnes impliquées (riverains, etc.).

## 6.12 PHASE DE RÉALISATION

### 6.12.1 PLANIFICATION DE L'EXÉCUTION

Les travaux typiques à effectuer dans le cadre de la planification de l'exécution sont les suivants :

- construction : planification de détail, statique d'exécution, plans de coffrage et de ferrailage ;
- électromécanique, équipement hydromécanique : construction des machines par le fournisseur, coordination à l'aide de la planification des travaux en matière de géométrie, de forces, de câblage, etc. ; réalisation de plans de coordination ;

- électrotechnique et systèmes de commande : coordination avec le fournisseur de l'électromécanique, les exploitants du réseau et de la centrale, spécification et commande des équipements et des câbles, choix du concept de commande selon les besoins de l'exploitation, mise en œuvre.

Selon le rôle qu'occupe le maître de l'ouvrage lors de la phase d'exploitation, selon ses connaissances et ses intérêts, il doit plus ou moins participer à la planification de l'exécution. Normalement, il n'a presque pas à s'occuper de ce qui a trait à la construction ou à la statique, mais plutôt aux décisions en matière de mécanique, d'électricité et de systèmes de commande, car ce sont elles qui forgent sa future exploitation.

Par conséquent, le maître de l'ouvrage doit exiger des séances régulières et est tenu d'y participer.

### 6.12.2 DIRECTION GLOBALE DES TRAVAUX, DIRECTION DES TRAVAUX

En principe, les fonctions de la direction globale des travaux et celles de la direction des travaux sont différenciées.

Direction globale des travaux :

les fonctions et les tâches de la direction globale des travaux correspondent à peu près à celles de la direction générale en ce qui concerne les travaux d'étude du projet ; toutefois, d'autres tâches de coordination avec des tiers viennent s'ajouter lors de la phase d'exécution, en particulier avec les autorités, les riverains, les associations, etc.

Direction des travaux :

également appelée « direction locale des travaux ». Le conducteur des travaux surveille l'avancement, le respect des délais, les coûts et la qualité des travaux. Selon les activités réalisées sur le chantier, il dirige une à deux fois par semaine une réunion avec les entrepreneurs du bâtiment et éventuellement les fournisseurs. Il adresse des rapports à la direction globale des travaux et/ou au maître de l'ouvrage. Il n'est pas rare que des représentants du maître de l'ouvrage participent à ces réunions de chantier.

Dans le cas de projets de très grande envergure, il peut y avoir, au-delà de la direction des travaux et de la direction globale des travaux, un niveau hiérarchique supérieur, le conducteur des travaux en chef. Dans le cas de petits projets, les tâches de direction des travaux et de direction globale des travaux peuvent être assurées par une seule et même personne.

Les tâches de direction des travaux et de direction globale des travaux prises en charge par le maître de l'ouvrage dépendent en revanche à la fois de ses possibilités et aptitudes et à la fois du projet.

Il faut en tout cas pouvoir être certain qu'il puisse assurer ses tâches principales de maître de l'ouvrage, à savoir, être capable d'avoir sous contrôle le projet dans son ensemble et d'intervenir en cas d'urgence. Il est donc tributaire d'informations régulières en matière de :

- caractéristiques de performance :
  - coûts ;
  - pronostic final en matière de coûts ;
  - avancement du projet ;
  - respect des délais ;
  - date de mise en service prévisionnelle ;
- incidents sur le chantier ;
- événements inhabituels ;
- respect des dispositions de sécurité au travail et de protection de l'environnement ;
- respect d'autres réglementations sur le chantier.

Si le maître de l'ouvrage ne collecte pas lui-même ces informations, il doit faire en sorte de les recevoir par le biais du mandataire ou du directeur global des travaux. Des réunions de projet doivent également avoir lieu régulièrement.

### 6.12.3 CONTRÔLE DES COÛTS

Le contrôle des coûts doit être effectué au cours de la phase d'exécution, dans l'idéal chaque mois. Il est recommandé de détailler, pour chaque dépense ainsi que pour le total, les montants suivants, comme présenté dans le tableau ci-dessous :

- devis ;
- obligations prévues au contrat ;
- total des factures approuvées ;
- pronostic final à mettre régulièrement à jour.

Cet aperçu doit être complété par un récapitulatif de toutes les factures et contrats, également mis à jour régulièrement, ainsi que des commentaires complémentaires de la direction / direction globale des travaux. Ainsi peut-on déterminer les modifications à effectuer et les évaluer, afin d'en tirer les conclusions appropriées.

Centrale en bordure de lac		Mise à jour : 31/08/2015			
<b>Contrôle des coûts (résumé)</b>		<b>Devis au 18/08/2013</b>	<b>Contrats + prestations hors contrat</b>	<b>Décompte</b>	<b>Pronostic final</b>
Montants hors TVA					
1	Travaux de génie civil (pour projet et devis juillet 2003)	2'870'500	2'544'343	2'383'239	2'418'239
2	Artisans et services	112'500	137'542	139'008	139'008
3	Forage de la roche (modification du projet) + protection des eaux	600'000	238'696	238'696	238'696
4	Livraison de la conduite sous pression et des vannes	1'304'000	1'260'589	1'264'977	1'264'977
5	Prélèvement d'eau du lac + conduite à partir du pont (modification du projet)	50'000	718'394	727'550	727'550
6	Électromécanique	854'000	821'920	663'942	832'030
7	Commande, réinjection du courant dans le réseau	705'000	391'762	358'000	410'486
1-7	Coûts de construction et livraisons	6'496'000	6'113'245	5'775'411	6'030'985
8	Imprévus	256'000	29'868	29'868	29'868
9	Traitement technique, direction des travaux (dont coûts annexes, coûts directs)	884'000	978'788	965'731	965'731
10	Coûts annexes liés à la construction	340'000	49'052	49'052	49'052
11	Contribution d'encouragement de SuisseEnergie (Office fédéral de l'énergie)		-12'600	-12'600	-12'600
12	Coupure d'électricité	344'000	-	-	193'000
8-11	Total des coûts d'étude, imprévus, coûts annexes liés au génie civil	1'824'000	1'045'108	1'032'050	1'225'050
			-	-	-
<b>1-11</b>	<b>Total des coûts du projet</b>	<b>8'320'000</b>	<b>7'158'353</b>	<b>6'807'461</b>	<b>7'256'035</b>

Tableau 19 : contrôle des coûts en phase d'exécution (à titre d'exemple)

## 6.13 MISE EN SERVICE, RÉCEPTION ET ACHÈVEMENT DU PROJET

### 6.13.1 RÉCEPTIONS, DÉLAIS DE GARANTIE, ÉLIMINATION DES DÉFAUTS

#### RÉCEPTION DES TRAVAUX, DÉLAI DE RÉCLAMATION ET DROITS RÉSULTANT D'UN DÉFAUT (RÉSUMÉ DE L'ART. 157 SS SIA 118)

La réception de l'ouvrage entraîne la responsabilité du maître de l'ouvrage ; le délai de réclamation commence à courir, de même que le délai de prescription pour les droits résultants d'un défaut du maître de l'ouvrage. L'objet de la réception des travaux peut être, conformément à la norme SIA 118 :

- l'ouvrage complètement achevé ;
- un élément de l'ouvrage qui se suffit à lui-même. Dans le cas de centrales hydrauliques, il s'agit typiquement d'éléments de construction qui seront immergés avant que les autres éléments soient terminés.

La réception des travaux doit être correctement préparée grâce à des check-lists et des visites préalables des lieux et, en l'absence du maître de l'ouvrage ou de son représentant, effectuée par le mandataire qui est également tenu de rédiger un procès-verbal. Le résultat détermine la suite du processus.

- Aucun défaut n'est constaté.
  - ▶ L'ouvrage est réceptionné.
- Seuls des défauts anodins ont été constatés.
  - ▶ L'ouvrage est réceptionné et un délai de correction des défauts est conclu.
- D'importants défauts ont été constatés.
  - ▶ La réception est reportée. L'entrepreneur se doit de corriger les défauts dans un délai donné.

Si les défauts n'apparaissent qu'après la réception, le maître de l'ouvrage est alors en droit de porter réclamation avant l'expiration du délai de réclamation. En revanche, seuls les vices cachés peuvent alors être signalés. Il faut donc en faire part sans attendre, faute de quoi l'entrepreneur ne pourra plus être tenu responsable de ces défauts. Les droits résultants d'un défaut du maître de l'ouvrage se prescrivent après cinq ans. Les défauts intentionnellement cachés par l'entrepreneur restent applicables dix ans.

#### RÉCEPTION ET DÉLAI DE GARANTIE DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTROMÉCANIQUES

La séquence suivante est courante dans le cas des équipements électromécaniques :

1. livraison ;
2. montage, câblages ;
3. tests / mise en service à sec ;
4. tests / mise en service en eau, avec éventuelles mesures de rendement ;
5. période de test ;
6. réception avec réception provisoire documentée
  - ▶ la responsabilité revient au maître de l'ouvrage, le délai de garantie commence à courir ;
7. délai de garantie (2 ans en général) ;
8. réception définitive (la plupart du temps tacite, à l'expiration du délai de garantie).

Le maître de l'ouvrage ou son représentant au moins est tenu d'assister à la réception, puis soit de la refuser, soit de l'accepter en signant le procès-verbal. Notez que seules les conditions conclues dans le contrat sont valables.

Un mandataire véritablement professionnel suivra les tests attentivement, exigera des check-lists et vérifiera lui-même lors de la réception si tous les tests nécessaires ont bel et bien été effectués. Il doit ensuite être prévu dans le contrat que le futur personnel d'exploitation participe activement au montage et aux tests afin de bien connaître l'installation.

### 6.13.2 DOSSIER D'OUVRAGE

Il est recommandé, dans le cadre de la finalisation d'un projet, de rassembler et d'organiser tous les documents pouvant se révéler être importants pour la centrale hydraulique à plus ou moins long terme, et de les conserver en lieu sûr. Cette responsabilité revient au maître de l'ouvrage. Il veille, dans son intérêt, à ce que les mandataires et fournisseurs participants lui transmettent les documents essentiels. Dans le cas de petites centrales hydrauliques, il s'agit en règle générale des documents suivants :

Documents juridiques et financiers	Documents et contenus classiques	Durée de conservation
Concession, droits des eaux	Acte de concession avec texte de concession (réglementations)	sur toute la durée de propriété de la centrale
Autorisations, dispositions	Permis de construire complet avec réglementations et rapports	sur toute la durée de propriété de la centrale
Contrats phase d'étude et d'exécution	Contrat d'étude Contrats d'entreprise et de livraison	au moins jusqu'à expiration du délai de garantie et de réclamation pour vices cachés (10 ans)
Contrats phase d'exploitation	Contrat de rachat Contrats de vente, de location, de bail	sur toute la durée de propriété de la centrale
Garanties financières, fourniture de garanties <sup>*)</sup>	Garanties de bonne fin Garanties bancaires	jusqu'à leur expiration (comme pour le délai de garantie)
Comptes et justificatifs <sup>*)</sup>	Décompte final global Décomptes finaux des fournisseurs et entrepreneurs individuels	sur toute la durée de propriété de la centrale
Attestations d'assurance	Polices	tant que la police d'assurance est en vigueur
Documents techniques	Remarques	Durée de conservation
Plans conformes à l'exécution	Plans correspondant à l'ouvrage effectivement réalisé	tant que l'installation et/ou les équipements individuels existent
Rapport technique final <sup>*)</sup>	cf. paragraphe ci-dessous	
Manuel d'exploitation de référence <sup>*)</sup>		
Manuel d'utilisation et d'entretien de chaque composant		
Certificat de conformité global <sup>*)</sup>		
Certificats de conformité de chacun des équipements		
Descriptifs produit	Propriétés matériaux, revêtements, enduits, etc. Éventuellement : fiches de données de sécurité	

<sup>\*)</sup> Si la direction générale a été confiée à un mandataire, en conformité avec le règlement SIA 103, il relève alors de sa responsabilité de rassembler les documents correspondant aux pièces réalisées ou livrées sous sa direction pour les transmettre au maître de l'ouvrage.

Tableau 20 : dossier d'ouvrage : contenus et composantes

#### PLANS CONFORMES À L'EXÉCUTION

Il est fréquent qu'un ouvrage ne soit pas réalisé exactement suivant les plans de projet. Il relève de la responsabilité du conducteur de travaux que toutes les modifications effectuées soient reportées sur les plans d'exécution. Une fois le projet achevé, deux dossiers (minimum) de l'intégralité des « plans de l'ouvrage réalisé » sont constitués. Ces derniers regroupent les plans de coffrage, de ferrailage et éventuellement de pose ; dans l'idéal, ils comportent également les plans d'ensemble et de coordination.

#### DIFFÉRENCE ENTRE « PLANS D'EXÉCUTION » ET « PLANS CONFORMES À L'EXÉCUTION »

Les plans nécessaires à l'exécution sont appelés « plans d'exécution » en Suisse. Ils sont principalement composés, au-delà des plans de coordination, des plans de coffrage, de ferrailage et des plans de pose. Ils ne doivent pas être confondus avec les « plans conformes à l'exécution » (en anglais : « as built drawings »), qui ne sont élaborés qu'une fois les travaux d'exécution terminés. De plus, les modifications réalisées sur le chantier doivent régulièrement être reportées sur les plans. Apporter des modifications en cours d'exécution est particulièrement courant dans le secteur du génie civil.

Souvent, le maître de l'ouvrage attend du mandataire qu'il lui transmette également les plans sous forme électronique. Il faut donc tenir compte du fait que le mandataire n'est pas tenu de le faire si aucune disposition contractuelle expresse ne le stipule. Le maître de l'ouvrage a donc tout intérêt, pour les éventuelles transformations futures, à prévoir par contrat que tous les plans des ouvrages réalisés soient également transmis sous forme électronique, à savoir au format PDF ou en tant que fichier éditable (p. ex. fichiers DXF).

### RAPPORT (TECHNIQUE) FINAL DU MANDATAIRE

Il n'est certes pas obligatoire d'ajouter un rapport (technique) final du mandataire aux autres documents, mais cela peut s'avérer très utile pour vos intérêts futurs. Afin de ne pas établir un rapport trop long, les situations évidentes ne doivent pas être trop détaillées. Les éléments pertinents sont par exemple plutôt les suivants :

- aperçu d'ensemble des travaux effectivement réalisés ;
- variantes refusées avec brève explication de la raison ;
- précisions quant aux situations n'étant plus évidentes, ou n'étant plus visibles une fois l'ouvrage achevé, en particulier si le fait de ne pas y faire attention peut représenter un danger.  
**Exemple : le massif de butée d'une conduite forcée enterrée ne résistant pas aux forces longitudinales a été dimensionné en fonction de la butée passive. Si, plus tard, des travaux d'excavation sont entrepris aux alentours de ce massif de butée (p. ex. pour la pose de canalisations), la statique du système peut ne pas fonctionner (la conduite forcée peut p. ex. casser).**
- analyse de risques, mesures mises en place et évaluation systématique des risques résiduels servant de base aux prescriptions relatives au fonctionnement (cf. ci-dessous).

### MANUEL D'EXPLOITATION ET CERTIFICATS DE CONFORMITÉ

Le responsable de la mise sur le marché et l'exploitant de centrales hydrauliques sont tenus de s'assurer que les machines ne présentent aucun vice apparent et que les certificats de conformité et les manuels d'exploitation et de montage sont fournis. Ces documents n'ont pas à être remis à qui que ce soit, mais ils protègent l'exploitant contre les prétentions en responsabilité civile en cas d'accident.

Les manuels d'exploitation et d'entretien sont essentiels et garantissent une exploitation sûre ainsi que la protection de l'environnement. Les fournisseurs transmettent normalement un manuel d'exploitation pour chaque équipement qu'ils fournissent. On peut s'attendre à ce qu'ils en fournissent également un par groupe d'équipements livré intégralement par un même fournisseur (comme dans le cas d'un groupe de machines complet comprenant des instruments de mesure et de commande périphériques), mais il est tout de même recommandé de le stipuler dans le contrat. Ces « manuels d'exploitation majeurs » doivent toujours être rédigés individuellement, correspondant ainsi à un certain investissement.

Dans le cas d'installations complètes ou de systèmes auxquels plusieurs partenaires contractuels (fournisseurs) ont participé, toutes les prescriptions relatives au fonctionnement relèvent de la compétence du mandataire, en tant que directeur général.

**Exemple de la conduite forcée : les fournisseurs donnent des prescriptions en matière de fonctionnement pour chacun des éléments, tels que la vanne de sécurité ou la soupape de ventilation. Toutefois, la façon dont la conduite sous pression doit être remplie est laissée à l'appréciation du mandataire supérieur : conditions préalables et aspects de sécurité à respecter, vannes à régler (lesquelles, quand et comment) et éléments à contrôler afin que personne ne soit blessé et qu'aucune pièce de la centrale ne soit endommagée.**

	Manuels d'exploitation et d'entretien, informations produits, fiches données (de sécurité)	Certificats de conformité pour machines
Informations produit pour chaque pièce ► fournisseur	Normalement transmis sans demande particulière	À exiger ; la plupart du temps fournis d'emblée pour les machines provenant de l'UE
pour un groupe d'équipements rattachés livrés par un même partenaire contractuel ► fournisseur	Recommandation : à exiger de façon explicite (exemple : groupe de machines avec commande)	« Certificat de conformité global » ou rapport de sécurité avec prescriptions relatives au fonctionnement à exiger de façon explicite
pour des installations complètes ou des systèmes auxquels ont participé plusieurs partenaires contractuels (fournisseurs) ► mandataire à qui la direction générale a été confiée	Prescriptions relatives au fonctionnement de l'intégralité ou d'une partie d'une installation complète  En cas de mandat d'étude avec direction générale, il est attendu que de telles prescriptions soient établies (exemple de la conduite forcée)	« Certificat de conformité global » ou rapport de sécurité avec prescriptions relatives au fonctionnement servant également de « prestations à convenir spécifiquement » en cas de mandat d'étude avec direction générale, et à mandater de façon explicite (exemple du dégrilleur)

Tableau 21 : guide pour les manuels d'exploitation et d'entretien et les certificats de conformité

Les certificats de conformité pour machines sont des déclarations spontanées du fabricant qui confirment qu'une machine répond aux exigences essentielles correspondantes en matière de santé et de sécurité. Les obligations applicables depuis 2009 en matière de certificats de conformité reflètent les directives CE : « Les machines et installations commercialisées en Union européenne, Suisse, Turquie, Norvège, Islande et au Liechtenstein doivent respecter les exigences techniques en matière de sécurité des directives européennes applicables (conformité CE). » [N.D.T. : traduction non officielle].

Comme pour les manuels d'exploitation, la question des certificats de conformité détaillés se pose dans le cas des centrales hydrauliques comportant des groupes complets d'équipements rattachés. La preuve d'une « conformité intégrale » peut être apportée dans un rapport, dans lequel :

- les risques sont évalués ;
- les mesures mises en place afin d'éviter ou de réduire ces risques sont expliquées ;
- les risques résiduels sont calculés et systématiquement classés ;
- les exigences en matière de sécurité se révélant alors nécessaires sont formulées, telles que les manuels d'exploitation et d'entretien.

Les certificats de conformité de chaque équipement ou machines doivent être joints à ce rapport.

**Exemple : un dégrilleur entièrement automatique monté sur rails, a été installé sur une centrale située au cœur d'un lotissement. Son fonctionnement consiste à acheminer les matières retenues par la grille vers la trémie embarquée. Le chariot se déplace le long du bâtiment de la centrale. Une barrière bloque l'accès aux personnes non autorisées. Une entreprise de transport locale est mandatée pour vider la trémie pleine ; le chariot doit donc tout d'abord se déplacer jusqu'à la porte. Le chariot est équipé d'une clé permettant au chauffeur d'ouvrir cette dernière. Plusieurs contractants ont participé à la planification et à la réalisation de cette installation : le mandataire d'étude générale, le fournisseur du système de commande (livraison et programmation du système) ainsi que le constructeur hydraulique (dégrilleur). De nombreuses mesures préventives ont été prises afin d'éviter les accidents, à savoir éviter par exemple que quelqu'un ne reste coincé entre le bâtiment et le chariot du dégrilleur ou que celui-ci ne lui roule dessus. Enfin, le fournisseur du système de commande a été mandaté pour rédiger, en plus d'un manuel d'exploitation, un rapport de sécurité comportant des prescriptions relatives au fonctionnement, dans lequel la sécurité de cette installation est documentée.**

### Ampleur des dommages (severity)

- S1 atteinte légère (réversible)
- S2 atteinte grave (irréversible)

### Possibilité de reconnaître et d'éviter le danger (avoidance)

- A1 possible dans certaines circonstances
- A2 quasiment impossible

### Fréquence en zone à risque (frequency)

- F1 rare à assez fréquente
- F2 fréquente à continue

### Probabilité d'apparition de l'événement (occurrence probability)

- O1 faible (peu probable)
- O2 moyenne (apparaîtra probablement quelques fois)
- O3 forte (apparaîtra souvent)

		Risk index calculation					
		O1		O2		O3	
		A1	A2	A1	A2	A1	A2
S1	F1	1		2			
	F2	1		2			
S2	F1	2		3		4	
	F2	3	4	5		6	

Il est logique de traiter les analyses de risques dans le rapport final, et leurs conséquences dans les manuels d'exploitation et d'entretien.

Fig. 19 : diagramme d'évaluation générale des risques selon la norme EN-ISO 14121-2

# MISE EN SERVICE DE LA CENTRALE DE ROTZLOCH (280 KW)



Photo : © AF-Iteco AG

## 7 ÉTUDES SPÉCIFIQUES

### Études spécifiques

Les études spécifiques réalisées dans le cadre de projets de PCH sont les suivantes :

- Construction en dur, statique (béton armé, acier)
- Travaux spéciaux du génie civil, construction de galeries
- Équipement hydromécanique, construction de conduites forcées
- Électromécanique
- Électrotechnique
- Aménagement des cours d'eau (consolidation des rives, du fond du lit)
- Construction en cours d'eau (charriage, analyses, modélisation)
- Hydrologie, sédimentologie
- Géologie
- Écologie des eaux, biologie des poissons
- Hydrogéologie
- Acoustique
- vibrations, chocs
- Sites contaminés
- Architecture

Compétences clés dont doivent faire preuve en principe les bureaux d'études spécialisés dans les centrales hydrauliques, à considérer donc comme des prestations ordinaires.

Prestations, analyses spécifiques ou planifications spécialisées externes à convenir spécifiquement, séparément des prestations ordinaires au sens des règlements SIA 103 et 108. Souvent, des bureaux externes (locaux) sont mandatés.

Si la direction générale a été confiée à un mandataire ou à un ingénieur, c'est à lui que revient la tâche de coordination des planifications spécialisées.

### 7.1 HYDROLOGIE

Afin d'équiper la centrale au mieux dans l'objectif d'optimiser son exploitation, il est capital de posséder des connaissances détaillées en matière d'hydrologie des eaux utilisées sur site, ou en matière d'eau potable disponible pour le turbinage dans le cas d'une centrale sur eau potable. L'analyse de la quantité d'eau disponible ainsi que de sa variabilité dans le temps doit être réalisée à un stade précoce du projet.

Si les données ne sont pas encore assez précises et fiables au niveau de la prise d'eau ou à sa proximité immédiate, des mesures complétées par des calculs comparatifs basés sur un bassin hydrologique adjacent et disposant de données sur de nombreuses années s'avèrent alors indispensables. Il est généralement recommandé de procéder à des mesures de débit en continu, complétées par des programmes de mesures de niveau ponctuelles, afin d'établir la relation entre le débit et le niveau d'eau. L'objectif principal est de pouvoir établir une courbe de des débits classés pour le site concerné. Les informations correspondantes peuvent être améliorées au fur et à mesure, en continuant les mesures et les évaluations systématiques tout au long du projet dans son intégralité.

Outre vos propres mesures, vous pouvez également vous référer à celles réalisées par l'Office fédéral de l'environnement (ancien Service hydrologique national), effectuées sur une longue durée et accessibles à tous.

Pour terminer, la précision et la fiabilité des données hydrologiques doivent répondre non seulement aux exigences du maître de l'ouvrage, mais également à celles des autorités compétentes en matière d'autorisation. Les autorités entendent par « fiables » des séries de données ne datant pas de plus de 10 ans. Si la période de mesures est trop courte, il est possible de les extrapoler à partir de mesures réalisées dans des zones voisines sur une plus longue durée.

### RECOMMANDATION

Nous vous recommandons dans tous les cas d'avoir recours à un hydrologue : il aura en effet de l'expérience dans les domaines de la planification, de la mise en œuvre et de l'évaluation de programmes de mesure ainsi que de la collecte régulière des données. Un manque de connaissances ou des connaissances erronées dans le domaine de l'hydrologie peuvent causer des erreurs d'interprétation et de prévision de production fatales au projet, ce qui mettrait complètement en péril sa rentabilité.

### COÛTS

Les coûts dépendent énormément des projets. Un expert chevronné devrait toutefois être en mesure de fournir une description des travaux, avec indication des coûts, s'il a toutes les informations sur le lieu et les données de base du projet.

## 7.2 GÉOLOGIE, GÉOTECHNIQUE ET HYDROGÉOLOGIE

La géologie joue souvent un rôle mineur dans le cadre de projets de PCH. Il est toutefois bon de faire effectuer dès le début une évaluation sommaire de la situation par un expert. Les expertises géologiques/géotechniques et hydrogéologiques sont notamment particulièrement utiles :

- dans les régions sensibles sur le plan tectonique (telles que région alpine, zones de glissement, karst, etc.) ;
- dans le cas de sols sensibles au tassement (couches de limon, matériau organique) ;
- dans le cas de gros travaux ou travaux spéciaux de génie civil ;
- si des bâtiments existants ou autres infrastructure sont situés à proximité ;
- si des parois abruptes, des barrages ou des berges sont affectés.

L'objectif de telles expertises est, entre autres, de réduire les incertitudes quant à la stabilité du terrain (p. ex. zones de glissement) et aux caractéristiques géotechniques du terrain à bâtir (tassements). Elles visent d'une part à optimiser la conception technique de l'ouvrage en phase d'étude, et d'autre part à identifier les éventuels risques en matière de coûts lors de la phase de construction. Les expériences montrent que ces coûts peuvent très rapidement prendre une grande ampleur et, dans certaines circonstances, remettre en question la rentabilité du projet.

Un autre aspect à prendre en compte la plupart du temps dans les expertises géologiques, est celui de l'état des eaux souterraines. Bien connaître l'état des eaux souterraines est extrêmement important pour les points qui suivent.

### PHASE DE CONSTRUCTION :

- protection des eaux souterraines : il faut s'assurer que la phase de construction n'entraîne aucun risque de pollution pour les eaux souterraines. En outre, il convient de s'assurer que celle-ci n'a pas d'impact sur l'approvisionnement de la masse d'eau souterraine.
- assèchement et dimensionnement des tranchées, mesures de protection contre les phénomènes de rupture : lorsque l'on effectue des travaux au niveau des eaux de surface et des eaux souterraines, de l'eau peut s'introduire dans les tranchées et les inonder, ce qui peut endommager et compliquer la construction (problèmes de poussée par exemple). Il faut donc s'assurer que les tranchées restent les plus « sèches » possible et qu'elles soient protégées de l'eau qui s'infiltré.
- planification du déroulement des travaux : connaître l'état des eaux souterraines est également très important pour le programme de travaux, leur déroulement et les différentes étapes concernant les tranchées. Une connaissance insuffisante des eaux souterraines peut entraîner des retards dans le projet et des coûts supplémentaires élevés.

### PHASE D'EXPLOITATION :

- poussée : les éléments de construction immergés sont soumis à des forces de poussée. Cet aspect doit être pris en compte lors du dimensionnement statique, au cours duquel toutes les étapes de construction, d'exploitation et de révision doivent être prises en considération. Si tel ne devait pas être le cas, d'importants dommages pourraient survenir au niveau des conduites forcées, des bâtiments et autres canalisation d'eau turbinée.
- glissement : lorsque des conduites forcées passent dans des zones instables sur le plan géologique, un niveau d'eaux souterraines élevé peut déclencher des glissements et conduire à une rupture de la conduite sous pression. De bonnes connaissances hydrogéologiques sont indispensables

pour un tracé, un mode de construction des conduites sous pression ainsi que des mesures de protection et de surveillance appropriés. Il en va de même pour d'autres ouvrages.

Selon le site, il peut être important d'intégrer un géologue au projet dès son élaboration. Il peut également être recommandé, parallèlement à l'étude du projet, de constamment améliorer et mettre à jour les données de base géologiques.

## 7.3 ANALYSES ENVIRONNEMENTALES ET ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

Pour les centrales d'une puissance supérieure à 3 MW, l'OEIE exige la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement. Pour les installations plus petites, un rapport sur les débits résiduels ou un rapport combiné (rapport environnemental comprenant la problématique des débits résiduels) peut s'avérer suffisant.

Un rapport sur les débits résiduels demeure nécessaire pour toute nouvelle autorisation de prélèvement d'eau (d'un cours d'eau au débit permanent), et ce quelle que soit la puissance de la centrale.

### 7.3.1 ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT (EIE)

L'objectif de l'EIE est principalement de mettre en évidence l'impact que la réalisation du projet pourrait, selon toutes prévisions, avoir sur l'environnement, et quelles mesures sont à prendre pour minimiser cet impact ou le compenser (mesures compensatoires).

Le nombre d'étapes (une ou deux) dépend du processus cantonal concerné. Une enquête préliminaire (avec cahier des charges pour l'étude principale) et l'étude principale en elle-même sont effectuées pour chacune des étapes.

Vous trouverez plus d'informations dans le manuel EIE de l'OFEV <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/eie/publications/manuel-eie.html>

### ENQUÊTE PRÉLIMINAIRE ET CAHIER DES CHARGES

Dans l'enquête préliminaire de l'EIE (conformément à l'Art. 8 OEIE), l'impact supposé du projet sur l'environnement est mis en évidence selon un cadre donné. Les aspects critiques ayant un impact considérable sur la poursuite de la réalisation du projet de centrale ou sur l'octroi de la concession doivent être identifiés le plus tôt possible. Ainsi, un cahier des charges destiné à l'examen principal est élaboré en collaboration avec les autorités. Cela permettra également d'identifier les effets anodins ou négligeables pour l'environnement afin qu'ils soient explicitement exclus lors de l'examen suivant. Ainsi les autorités et services administratifs compétents peuvent-ils éventuellement exiger des analyses supplémentaires à un stade précoce du projet ; l'expérience a montré qu'il était judicieux de déterminer relativement tôt le cadre d'enquête avec les autorités (sur le plan du contenu comme sur les plans temporel et géographique).

Les réflexions relatives à l'impact du projet sur chacun des domaines environnementaux sont détaillées et illustrées par une **matrice de pertinence environnementale**. L'enquête préliminaire doit également permettre d'identifier les éventuelles **mesures compensatoires et d'atténuation**. Lors d'une enquête préliminaire, aucune nouvelle demande ou ni aucun essai sur le terrain ne sont effectués ; l'on s'appuie uniquement sur les **données de base disponibles**.

Les résultats de l'enquête préliminaire sont ensuite rassemblés dans un rapport structuré comme suit :

1. Introduction
  - Situation de départ et état du projet
  - Obligation de réaliser une étude d'impact sur l'environnement
  - Cadre d'enquête (sur le plan du contenu comme sur les plans temporel et géographique)
2. Site et alentours
  - Projet
  - Description du projet
  - Description de la phase de construction (chantier)
  - Concordance avec l'aménagement du territoire
3. Aspects environnementaux
  - Matrice de pertinence environnementale (cf. exemple de la Fig. 20)
  - Descriptif de chaque domaine de l'environnement

Les thèmes typiques des centrales hydrauliques, tels que les effets d'écluse, le flux naturel des matières charriées, le continuum fluvial (migration piscicole, dérivation), la morphologie des cours d'eau (hauteur d'écoulement, courants, dynamique, variabilité) et l'habitat aquatique sont en partie abordés dans les différents chapitres cités.

## ÉTUDE PRINCIPALE, RAPPORT D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

L'étude principale, aussi appelée rapport d'impact sur l'environnement (RIE), contient des éléments nécessaires à l'évaluation de l'importance de l'impact environnemental du projet dont il est question. Le rapport doit ainsi présenter et expliquer, de manière compréhensible, toutes les données et analyses importantes de tous les domaines environnementaux. Le RIE contient une description du projet, sur la base de laquelle tous les domaines environnementaux majeurs concernant les aspects suivants sont ensuite systématiquement représentés :

- état initial en matière d'environnement ;
- impact environnemental supposé, engendré par le projet durant la phase de construction ;
- impact environnemental supposé, engendré par le projet durant la phase d'exploitation ;
- mesures prévues, ainsi que leurs effets escomptés, afin de minimiser l'impact environnemental et d'éviter le plus possible les répercussions négatives.

Le RIE utilise en revanche la même structure des chapitres que celle de l'enquête préliminaire. À chaque point du sommaire mentionné plus haut doit correspondre un énoncé, y compris ceux qui ne s'avèrent pas pertinents pour le projet. À cela s'ajoute un aperçu détaillé des mesures prévues pour éviter, ou en tout cas réduire, l'impact environnemental du projet.

### RECOMMANDATIONS EN MATIÈRE DE PROCÉDURE

Il est recommandé de mandater, pour la réalisation de l'intégralité de l'étude d'impact sur l'environnement, un bureau d'environnement chevronné, disposant de l'expérience et des méthodes nécessaires à un examen approprié systématique et respectant la structure exigée. Puisqu'il n'est pas évident, de prime abord, d'identifier quels aspects environnementaux doivent être approfondis, il est recommandé de suivre la procédure logique qui suit :

- Au cours de la phase initiale, il est conseillé de déposer une demande d'enquête préliminaire avec cahier des charges à des bureaux d'environnement expérimentés dans le domaine de l'EIE appliqué aux centrales hydrauliques. Pour cela, il est

recommandé d'effectuer une visite des lieux et de transmettre la documentation du projet élaborée jusque-là.

- Pour l'examen principal, il est conseillé de s'adresser de nouveau à un bureau d'environnement. Celui-ci doit proposer un service d'élaboration de l'examen principal compétent dans le cadre duquel, selon les analyses spécifiques à réaliser, d'autres experts et enquêtes de terrain doivent être intégrés à l'offre. L'élaboration d'une telle offre, comprenant des sous-offres, nécessite plusieurs semaines de travail. Sert de base à l'examen principal l'enquête préliminaire, accompagnée du cahier des charges validé par les autorités et des procédures établies (1 ou 2 étapes).

Matrice de pertinence: enquête préliminaire EIE à titre d'exemple, pour un projet de petite centrale hydraulique			
Domaine environnemental		Phase de construction	Phase d'exploitation
Eaux de surface / habitats aquatiques	Hydrologie	○	■
	Matières charriées	○	■
	qualité de l'eau	■	○
	Écomorphologie	○	○
	Faune	■	■
Eaux souterraines		○	○
Habitats terrestres	Forêts / berges boisées	■	■
	Biotopes protégés	○	○
	Animaux sauvages	○	○
Paysages et esthétique du paysage		○	○
Monuments culturels et sites archéologiques		○	○
Loisirs et tourisme		●	○
Sols		■	■
Air		■	○
Acoustique		■	○
Chocs		■	○
Déchets, substances polluantes		■	○
Organismes polluants		●	●
Sites pollués		■	○
Rayonnements non ionisants		○	■
Prévention des accidents majeurs de l'enquête préliminaire		○	○

#### Légende

- Insignifiant, aucun impact
- Impact important, domaine environnemental traité en conclusion de l'enquête préliminaire
- Impact important, domaine environnemental traité en détail dans le rapport environnement

Fig. 20 : matrice de pertinence environnementale d'une enquête préliminaire de l'impact sur l'environnement

### COÛTS

Les coûts d'une étude d'impact sur l'environnement dépendent fortement de l'ampleur du projet. Vous pouvez toutefois généralement partir du principe qu'un premier « état des lieux », dans le cadre d'une enquête préliminaire, coûte environ de 40'000 à 60'000 CHF. Les coûts de l'étude principale dépendent très fortement de l'étendue du cahier des charges et de la nécessité d'effectuer des expertises spécifiques et des essais sur le terrain, par exemple, concernant l'écologie des eaux ainsi que la faune et la flore (tels que mesures des eaux souterraines, comptages des poissons, surveillance des macrozoobenthos, etc.). Il est donc courant que les coûts s'élèvent environ à 100'000–200'000 CHF.

### 7.3.2 RAPPORT SUR LES DÉBITS RÉSIDUELS / RAPPORT COMBINÉ (INSTALLATIONS D'UNE PUISSANCE INFÉRIEURE À < 3 MW)

Dans les cas où une procédure de demande d'autorisation au sens de la LEaux est obligatoire, aucune EIE n'est exigée, pour les installations d'une puissance inférieure à 3 MW, mais un rapport sur les débits résiduels au sens de l'Art. 33 LEaux.

Afin que les services de l'environnement puissent aussi évaluer les autres répercussions négatives du projet sur l'environnement, il est conseillé de les présenter également dans un rapport structuré, sans obligation d'EIE.

Selon la complexité et l'ampleur du projet, deux rapports distincts ou un rapport environnemental combiné à celui sur les débits résiduels peuvent être établis.

Les exigences en matière de contenu s'appliquant au rapport sur les débits résiduels sont tirées de l'Art. 33 LEaux :

- description du projet ;
- données de base économiques ;
- données de base environnementales (hydrologie, habitat aquatique, évaluation des paysages, irrigation) ;
- preuve du respect des dispositions en matière de débit résiduel ;
- mise en comparaison des « pour » et des « contre » concernant le prélèvement d'eau.

Vous trouverez les critères précis relatifs à la rédaction du rapport sur les débits résiduels dans des instructions de l'Office fédéral de l'environnement, l'OFEP (aujourd'hui OFEV), datant de 2000 : « L'environnement pratique – Instructions : débits résiduels convenables : comment peuvent-ils être déterminés ? »

### RECOMMANDATIONS EN MATIÈRE DE PROCÉDURE

S'il s'agit d'une procédure de concession, le rapport sur l'environnement et les débits résiduels doit être remis avec la demande de concession. Il est dans tous les cas profitable de se consacrer au thème de l'environnement relativement tôt et de travailler en collaboration avec des experts.

Étant donné que l'étendue des analyses à réaliser n'est pas évidente dès le départ, et ce, même pour les petites installations qui ne sont soumises à aucune obligation en matière d'EIE, il est recommandé de suivre une procédure progressive similaire à celle des installations de plus grande envergure (cf. point 7.3.1).

### COÛTS

Les coûts d'un rapport sur l'environnement et les débits résiduels peuvent être largement moins élevés que ceux d'une EIE, car le programme n'a pas à être traité dans son intégralité. Ils dépendent cependant toujours du site concerné, de l'impact environnemental, des autorités et notamment du bureau d'environnement mandaté. Les différences peuvent être très importantes.

## ABRÉVIATIONS

<b>AES</b>	Associations des entreprises électriques suisses
<b>ARE</b>	Office fédéral du développement territorial
<b>CE</b>	Capitaux étrangers
<b>CH</b>	Constructions hydrauliques
<b>CP</b>	Capitaux propres
<b>CVC</b>	Chauffage, ventilation et climatisation
<b>CVCSE</b>	Chauffage, ventilation, climatisation, sanitaire, électricité
<b>DETEC</b>	Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication
<b>EIE</b>	Étude d'impact sur l'environnement
<b>EM-ET-SC</b>	Électromécanique, électrotechnique, systèmes de commande
<b>ESTI</b>	Inspection fédérale des installations à courant fort
<b>FT</b>	Flux de trésorerie
<b>LAT</b>	Loi sur l'aménagement du territoire
<b>LEaux</b>	Loi fédérale sur la protection des eaux
<b>LEne</b>	Loi sur l'énergie
<b>LEx</b>	Loi fédérale sur l'expropriation
<b>LIE</b>	Loi fédérale concernant les installations électriques à faible et à fort courant
<b>LFH</b>	Loi sur les forces hydrauliques
<b>LFo</b>	Loi fédérale sur les forêts
<b>LFSP</b>	Loi fédérale sur la pêche
<b>LPE</b>	Loi fédérale sur la protection de l'environnement
<b>LPN</b>	Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage
<b>LTr</b>	Loi fédérale sur le travail dans l'industrie, l'artisanat et le commerce
<b>OEaux</b>	Ordonnance relative à la protection des eaux
<b>OEIE</b>	Ordonnance relative à l'étude de l'impact sur l'environnement
<b>OEné</b>	Ordonnance sur l'énergie
<b>OFEN</b>	Office fédéral de l'énergie
<b>OFEV</b>	Office fédéral de l'environnement
<b>PCH</b>	Petite centrale hydraulique
<b>RIE</b>	Rapport d'impact sur l'environnement
<b>RPC</b>	Rétribution à prix coûtant du courant injecté
<b>SIA</b>	Société suisse des ingénieurs et des architectes

## GÉNÉRATEURS DE LA CENTRALE DE PERLEN (990 KW)

Photo : © AF-Itenco AG

## INDEX DES SCHÉMAS

Fig. 1	Coûts d'investissement des installations projetées ou réalisées selon la puissance installée. . . . .	11
Fig. 2	Phases et processus d'un projet . . . . .	17
Fig. 3	Influences extérieures et coûts au fil de la progression d'un projet . . . . .	18
Fig. 4	Matrice de gestion des risques. . . . .	20
Fig. 5	Représentation schématique des tâches et prestations d'un ingénieur (Art. 2.1, règlement SIA 103). . . . .	25
Fig. 6	Partenariats au fur et à mesure de l'avancement du projet . . . . .	34
Fig. 7	Écomorphologie niveau R : classes d'évaluation selon « Écomorphologie des cours d'eau suisses », état 2009, OFEV, et capture d'écran issue du site map.geo.admin.ch . . . . .	40
Fig. 8	Section de la carte « Écomorphologique niveau R » . . . . .	41
Fig. 9	Espace réservé aux eaux (représentation tirée de l'Aide-mémoire ODEEA, c <sup>on</sup> ZH) . . . . .	43
Fig. 10	Prix de revient statistique selon différentes hauteurs de chute, en fonction de la puissance (source : relevé statistique ITECO/ISKB 2007, avec le soutien de l'OFEN). . . . .	55
Fig. 11	Impact de l'hydrologie sur le débit d'équipement . . . . .	57
Fig. 12	Précision des coûts en fonction des phases partielles SIA . . . . .	59
Fig. 13	RPC : de l'annonce à la rétribution ( <a href="https://www.swissgrid.ch/swissgrid/fr/home.html">https://www.swissgrid.ch/swissgrid/fr/home.html</a> ) . . . . .	62
Fig. 14	Valeurs de référence des coûts d'exploitation et d'entretien selon la taille de l'installation (sources : DIANE/ITECO, Bases AES des valeurs des grandes centrales et des valeurs d'expérience). . . . .	65
Fig. 15	Représentation simple figurant dans une esquisse de projet. . . . .	75
Fig. 16	Convention d'utilisation entre le maître de l'ouvrage et le mandataire, organisée en fonction du déroulement du projet . . . . .	79
Fig. 17	Exemple d'ensembles de contrats et répartition par lots pour les appels d'offres . . . . .	85
Fig. 18	Garanties financières courantes en Suisse dans le cadre de projets de PCH . . . . .	88
Fig. 19	Diagramme d'évaluation générale des risques selon la norme EN-ISO 14121-2. . . . .	95
Fig. 20	Matrice de pertinence environnementale d'une enquête préliminaire de l'impact sur l'environnement . . . . .	100

## INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1	Harmonisation entre les différentes publications de l'OFEN en matière de petites centrales hydrauliques . . . . .	8
Tableau 2	Valeurs de référence pour le déroulement du projet . . . . .	12
Tableau 3	Précisions exigées et contenu des informations des documents du projet, selon la phase du projet (informations données à titre indicatif) . . . . .	19
Tableau 4	Grandes étapes et décisions devant être prises par le maître de l'ouvrage. . . . .	21
Tableau 5	Différences entre concession et permis de construire . . . . .	38
Tableau 6	Critères d'autorisation et lois applicables . . . . .	39
Tableau 7	Différences entre procédure d'autorisation à 2 étapes et procédure combinée . . . . .	47
Tableau 8	Débit résiduel minimal d'après l'Art. 31 LEaux. . . . .	50
Tableau 9	Subdivision des coûts recommandée . . . . .	58
Tableau 10	Répartition des coûts d'étude pour chacune des phases du projet . . . . .	60
Tableau 11	Valeurs de référence des coûts opérationnels rapportés aux coûts d'investissement . . . . .	64
Tableau 12	Calcul des annuités pour définir les coûts et les bénéfices annuels . . . . .	67
Tableau 13	Calcul des coûts et de la rentabilité au fil de la progression d'un projet. . . . .	68
Tableau 14	Différences entre capitaux propres et étrangers . . . . .	69
Tableau 15	Phases d'étude d'après le règlement SIA 103 . . . . .	73
Tableau 16	Étude préliminaire/étude de variantes : évaluation globale des variantes (à titre d'exemple). . . . .	77
Tableau 17	Structure et contenu des dossiers d'appels d'offres. . . . .	84
Tableau 18	Structure et contenu des documents contractuels . . . . .	86
Tableau 19	Contrôle des coûts en phase d'exécution (à titre d'exemple). . . . .	91
Tableau 20	Dossier d'ouvrage : contenus et composantes . . . . .	93
Tableau 21	Guide pour les manuels d'exploitation et d'entretien et les certificats de conformité. . . . .	94

## ANNEXE 1 GLOSSAIRE

Puissance équivalente	kW	Dans le contexte des PCH : production électrique annuelle [kWh] / 8'760 heures
Puissance installée	kW	Puissance électrique maximale d'une centrale
Centrale de dérivation		Centrale dans laquelle l'eau est prélevée d'un cours d'eau puis restituée à une certaine distance, créant un tronçon alimenté par un débit résiduel.
Hauteur de chute brute	$h_b$	Différence d'altitude entre le niveau concédé de la retenue et celui de la restitution.
Centrale au fil de l'eau		Centrale pour laquelle l'eau est restituée directement en aval du seuil (le barrage) (centrale à accumulation ou centrale en cours d'eau).
Énergie	Ws	Watt seconde = $1W \times 1s = 1kg \times 1m \times 9,81m/s^2$
	kWh	kilowattheure, $1kWh = 1'000W \times 3'600s = 3,6$ millions Ws
	MWh	Mégawattheure, $1MWh = 1'000kWh$
	GWh	Gigawattheure, $1GWh = 1'000'000kWh$
	TWh	Térawattheure, $1TWh = 1'000'000'000kWh$
Énergie = puissance x durée		Exemple : une plaque de cuisson possède une puissance de 1'000 W. Si elle chauffe pendant une heure, l'énergie consommée est de 1'000 Wattheures = 1 kWh.
Énergie = masse x hauteur x accélération de la pesanteur		Exemple : un petit barrage possède un volume utile de 5 millions de $m^3$ . La centrale hydraulique, accompagnée d'une centrale située à 250 m en contrebas, transforme l'énergie avec un rendement global de 80%. Le volume utile suffit ainsi à la production de $5 \text{ millions de } m^3 \times 1000 \text{ kg}/m^3 \times 250 \text{ m} \times 9,81 \text{ m}/s^2 \times 80\%$ $= 9'810'000 \text{ millions Ws} = 2,725 \text{ millions kWh} = 2,725 \text{ GWh de courant}$
Prix de revient	ct/kWh	Coûts calculés ou coûts effectifs correspondant à la production d'un kilowattheure : = coûts totaux annuels / production annuelle
Droit de retour		L'Art. 67 de la loi sur les forces hydrauliques stipule que la communauté qui octroie la concession est en droit de reprendre gratuitement la centrale. Seules les installations de production et de transport de l'énergie électrique doivent être indemnisées.

Centrale au fil de l'eau		<p>Contrairement aux centrales à accumulation, le débit d'eau est turbiné en permanence dans une centrale au fil de l'eau.</p> <p>Les installations à basse pression sur les cours d'eau sont souvent des centrales au fil de l'eau.</p> <p>Les installations à moyenne et haute pression peuvent correspondre à des centrales à accumulation comme aux centrales au fil de l'eau. Les bassins de retenue sont en revanche rares pour la petite hydraulique. Ainsi les petites centrales hydrauliques sont-elles dans la plupart des cas des centrales au fil de l'eau, quelle que soit la hauteur de chute.</p>
Puissance théorique moyenne	kW	Produit, notamment, du débit utilisable annuel moyen et de la hauteur de chute brute. La référence pour le calcul de la redevance hydraulique est le Règlement concernant le calcul des redevances en matière de droits d'eau (RDE 721.831).
Centrales intégrées à des réseaux d'eau		Centrales de dotation et installations utilisant l'eau potable, les eaux usées, l'eau industrielle, l'eau de refroidissement ou l'eau des tunnels, et centrales liées à des installations d'enneigement.
Débit utilisable	m <sup>3</sup> /s	Il s'agit du flux arrivant à la prise d'eau moins le débit résiduel ; il ne peut pas dépasser le débit maximum concédé.
Écomorphologie		Propriétés structurelles des ruisseaux et autres cours d'eau
Q <sub>347</sub>	m <sup>3</sup> /s	Le débit atteint ou dépassé en moyenne 347 jours par an, à un point précis d'un cours d'eau.
Centrale à accumulation (centrale de pompage-turbinage)		Aménagement pouvant stocker un volume d'eau (ou de l'eau pompée) pour le turbiner plus tard.
Redevance hydraulique	CHF/kW	Taxe la plus importante pour l'exploitant d'une centrale pour la concession hydraulique, revenant à l'Etat ou à toute autre collectivité légitime compétente. Actuellement, la redevance hydraulique maximale annuelle autorisée s'élève à 110.– CHF par kW de puissance théorique moyenne.

## ANNEXE 2 ADRESSES INTERNET

### LES SITES INTERNET SPÉCIFIQUES AUX CANTONS NE SONT PAS LISTÉS

#### GÉNÉRALES

<a href="http://www.petitehydraulique.ch">www.petitehydraulique.ch</a>	<p>Programme Petites centrales hydrauliques de l'OFEN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Avis techniques sur l'analyse sommaire et l'étude préliminaire</li> <li>▶ Publications</li> <li>▶ Manifestations</li> </ul>
<a href="https://www.admin.ch/gov/fr/accueil/droit-federal/recueil-systematique.html">https://www.admin.ch/gov/fr/accueil/droit-federal/recueil-systematique.html</a>	Recueil systématique du droit fédéral (RS) (lois et ordonnances de la Confédération suisse)
<a href="https://www.est.admin.ch/fr/esti-page-daccueil/">https://www.est.admin.ch/fr/esti-page-daccueil/</a>	Inspection fédérale des installations à courant fort
<a href="http://www.swissmallhydro.ch">www.swissmallhydro.ch</a>	<p>Swiss Small Hydro (anciennement Association des usiniers romands ADUR)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Centre d'informations sur les petites centrales hydrauliques</li> <li>▶ Fournisseurs principaux</li> <li>▶ Informations à jour</li> </ul>
<a href="http://wa21.ch">http://wa21.ch</a>	<p>Agenda 21 pour l'eau</p> <p>Plateforme de discussion et d'informations sur toutes les thématiques de la gestion des eaux dépassant le cadre des intérêts sectoriels</p>

#### RPC

<a href="https://www.swissgrid.ch/RPC">https://www.swissgrid.ch/RPC</a>	<p>Swissgrid</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Inscription en ligne pour la RPC</li> <li>▶ Formulaire de notification d'avancement du projet et d'avis de mise en service</li> <li>▶ Description des conditions et des procédures</li> </ul>
<a href="https://www.guarantee-of-origin.ch/SwissForms/Default.aspx?language=FR">https://www.guarantee-of-origin.ch/SwissForms/Default.aspx?language=FR</a>	Calculateur de tarif (formulaire)
<a href="http://www.bfe.admin.ch/kleinwasserkraft/03870/03871/index.html?lang=fr&amp;dossier_id=03893">http://www.bfe.admin.ch/kleinwasserkraft/03870/03871/index.html?lang=fr&amp;dossier_id=03893</a>	▶ Calculateur de tarif RPC en ligne (outil de calcul Excel)

## STRATÉGIES DE PROTECTION ET D'UTILISATION

<a href="https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/eaux/publications/publications-eaux/recommandation-strategies-cantoniales-protection-utilisation-domaine-petites-centrales-hydro-electriques.html">https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/eaux/publications/publications-eaux/recommandation-strategies-cantoniales-protection-utilisation-domaine-petites-centrales-hydro-electriques.html</a>	Recommandation relative à l'élaboration de stratégies cantonales de protection et d'utilisation dans le domaine des PCH
<a href="http://wa21.ch/de/ThemenDossiers/Nutzung-der-Wasserkraft/Kantonale-Uebersicht">wa21.ch/de/ThemenDossiers/Nutzung-der-Wasserkraft/Kantonale-Uebersicht</a>	Rapports sur l'état de la mise en œuvre des stratégies de protection et d'utilisation dans les cantons (2012) ainsi que sa mise à jour datant de septembre 2013 (mise à jour uniquement en allemand)

## GÉOPORTAIL FÉDÉRAL

<a href="http://map.geo.admin.ch">map.geo.admin.ch</a>	Cartes topographiques de la Suisse Nombreux calques thématiques, notamment du domaine de l'environnement et de la petite hydraulique Le contenu de cette page est régulièrement complété.
--	---

Les cartes suivantes des blocs thématiques « OFEV » donnent des indications importantes permettant d'évaluer les sites de PCH :

- « OFEV » ► Biodiversité et Paysages :
  - Espèces ► Distribution : habitats et frayères de différentes espèces de poissons
  - Inventaires fédéraux : batraciens, hauts et bas-marais, zones alluviales, IFP
  - Zones protégées : réserves forestières, sites Emeraude
  - Parcs
- « OFEV » ► Eaux :
  - Eaux souterraines ► Protection : zones protégées, zones de protection des eaux souterraines
  - État des eaux de surface ► Cartes des débits résiduels : parcours déjà utilisés
  - État des eaux de surface ► Écomorphologie niveau R

## ANNEXE 3 CHECK-LISTS D'ÉVALUATION DES CHANCES DE RÉALISATION

Les check-lists suivantes (complexité, viabilité financière) donnent des indications en matière de chances de réalisation d'un projet. Elles s'appliquent principalement à la construction d'une nouvelle petite centrale hydraulique sur un tronçon de cours d'eau encore inutilisé, mais peuvent dans certains cas également être utilisées pour des centrales intégrées à des réseaux d'eau, des projets de remise en service ou des projets de rénovation.

Ces check-lists contiennent les critères d'évaluation les plus importants, sous forme simplifiée. Elles doivent être complétées au cas par cas en fonction du projet.

Pour plus de projets de remise en service, consultez :  
« Rénover au lieu d'abandonner », DIANE 10, Petites centrales hydrauliques,  
[http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=fr&name=fr\\_825004604.pdf&endung=R%C3%A9nover%20au%20lieu%20d'abandonner.%20DIANE%2010](http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=fr&name=fr_825004604.pdf&endung=R%C3%A9nover%20au%20lieu%20d'abandonner.%20DIANE%2010)

COMPLEXITÉ	Critère d'évaluation	simple	complexe
	<b>Aspects techniques, conditions du site</b>		
	Puissance estimée	< 10 ... 100 kW	> 1000 ... 3000 kW
	Hauteur de chute utilisable	> 50 m	< 3 m
	Rapport entre hauteur de chute et tronçons de dérivation	élevé	faible
	Stabilité de la quantité d'eau disponible	bonne	mauvaise
	Accessibilité, topographie, géologie	avantageuses	peu avantageuses
	Ouvrages existants ou projets de tiers	synergies	conflits
	Accès: réseau électrique, chemin	proche	éloigné
	Densité des constructions	environnement urbain	inhabité
Couverture du sol	herbe ou sol improductif	très boisé	
Dangers naturels (construction et exploitation)	faibles	importants	
<b>Autorisations</b>			
Tronçon de cours d'eau perturbé	court	long	
Protection de la nature et du paysage	aucune zone protégée	généralisée	
Écomorphologie des cours d'eau	fortement aménagés	semi-naturels	
<b>Milieu et environnement, autorisations</b>			
Échos de la population	bons	mauvais	
Acceptation des autorités politiques locales	bonne	mauvaise	
Acceptation des autorités cantonales compétentes en matière d'autorisation	bonne	mauvaise	
Acceptation des associations de protection de l'environnement	bonne	mauvaise	

## ANNEXE 4 DOCUMENTATION SELON LA NATURE DU PROJET

VIABILITÉ FINANCIÈRE	Critère d'évaluation	fortes chances	chances médiocres
	<b>Caractéristiques de rentabilité *)</b>		
	Durée d'amortissement	courte (20 ans)	longue (50 ans)
	Rendement de l'actif, retour sur investissement (CP capitaux propres + CE, capitaux étrangers)	> 5%	> 2%
	Rapport entre tarif de rachat et prix de revient	> 1.05	1.0
	<b>Risques (cf. matrice en annexe)</b>		
	Autorisations, recours	autorisations conférées	situation non clarifiée, incertaine
	Risques environnementaux, dangers naturels	faibles / aucun danger	existants, non couverts
	Risques techniques	faibles / aucun danger	existants, non couverts
	Recettes (RPC, courant vert, etc.)	garanties à long terme	non garanties
Dépassements de budget	couverts par contrat	non couverts	
<b>Propriétaire</b>			
Fonds propres disponibles en % de l'investissement total	> 40 %	> 20%	
Solvabilité, garanties	tout à fait suffisantes	guère existantes	
Perspectives de rendement du fournisseur de capitaux propres	faibles (p. ex. 2%)	élevées (p. ex. 10%)	
Accès à des ressources externes au taux d'intérêt avantageux	simple	complexe	
Relations sociales (propriétaire et projet)	bon réseau	aucun réseau	
Connaissances en matière de finance	bonnes	aucune	
Connaissances et ressources techniques	bonnes	aucune	
Expérience dans le domaine de l'encadrement et de l'organisation	bonne	aucune	
<b>Documentation</b>			
Projet technique et rapports environnementaux	complets, détaillés	incomplets, sommaires	
Structure des coûts, calcul de rentabilité	complets, détaillés	incomplets, sommaires	
Business plan	oui	non	
Deuxième avis	oui, positif	non, ou négatif	

### Documentation typique à élaborer selon la nature du projet en référence

Selon le projet, d'autres documents peuvent venir s'ajouter à cette liste

	PCH sur eaux naturelles		Centrale d'exploitation accessoire		
	Projet de nouvelle construction	Projet d'extension / de rénovation	Centrale de dotation	Centrale sur eau potable avec nouveaux bâtiments, conduites, etc.	Intégration d'une turbine dans un système ou bâtiment existant
Esquisse de projet	utile dans tous les cas				
Demande de RPC	oui, dans la mesure où aucune autre possibilité n'est privilégiée				
Examen préliminaire par les autorités	généralement recommandé				non
Dossier de demande de concession	oui	Oui, en général, comme pour toute nouvelle PCH, mais pas toujours nécessaire. Cela peut être fixé dans le cadre d'un examen préliminaire.	généralement non nécessaire		non
Rapport sur les débits résiduels	oui		non		non
Rapport environnemental	> 3 MW : EIE < 3 MW : rapport-environnemental ou équivalent		pour les domaines affectés (p. ex. migration piscicole, protection des paysages)	dans certains cas	non
Avant-projet / projet d'ouvrage technique	différent d'un cas à l'autre, selon si une ou deux étapes de projet sont nécessaires				
Rapports spécialisés	différents d'un cas à l'autre				
Convention d'utilisation	fortement recommandée, peut être très brève				
Manuel de projet	utile uniquement dans le cas de projets de grande envergure auxquels de nombreux participants sont intégrés, indépendamment de la nature du projet				
Dossier de demande de permis de construire	oui	oui	oui	oui	Év. processus d'affichage uniquement
Autorisation de défrichement	oui, dans la mesure où la zone est officiellement considérée comme une forêt (même juste temporairement)				quasiment pas
Approbation des plans par l'ESTI	oui, dans la mesure où un raccordement au réseau public est prévu et que la puissance est supérieure à 10 kVA				
Dossier d'appel d'offres	Oui pour tous les ouvrages importants. Les ouvrages proposés dans les appels d'offres doivent représenter environ 80 % des coûts totaux, afin d'atteindre un niveau de sécurité suffisant en matière de coûts.				
Contrats d'entreprise et de livraison	dans tous les cas				
Rapports intermédiaires réalisation	dans des cas exceptionnels, p. ex. projet de grande envergure, modification du projet ou demande du maître de l'ouvrage				quasiment pas
Manuel d'exploitation	dans tous les cas				
Certificats de conformité	dans tous les cas				
Dossier d'ouvrage	dans tous les cas (descriptifs, plans, documents ayant force obligatoire)				

## ANNEXE 5 RISQUES LIÉS AU PROJET

## RISQUES LIÉS À LA PCH ET MESURES

Phase de projet	Groupe de risque	Risques Description ou exemples de causes possibles	Mesures pour éviter, empêcher ou se protéger de ces risques
<b>Phase de conception du projet (collecte des données de base, planification, autorisations)</b>  La plupart des risques liés à la phase de conception du projet doivent être supportés par le maître de l'ouvrage.	Risques liés à la planification	Retard d'étude Erreur d'étude, planification incomplète Coûts d'étude trop élevés / budget d'étude trop faible	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clarifier les références avec les bureaux d'études</li> <li>Établir des conditions contractuelles appropriées (règlements relatifs aux honoraires de la SIA)</li> <li>Conclure un contrat d'étude comportant descriptif des objectifs, des tâches et des plafonds</li> <li>Ne rien régler à l'avance</li> <li>Évaluer les coûts d'étude si possible dès le début</li> </ul>
	Risques liés aux partenariats	Abandon, escroquerie, attitude inacceptable, etc. de la part d'un partenaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>Développer des partenariats avec des personnes de confiance uniquement</li> <li>Communiquer de façon active et transparente</li> <li>Répartir clairement les rôles et les compétences</li> <li>Se protéger mutuellement par un écrit (convention d'actionnaires p. ex.)</li> </ul>
	Fournisseurs et entrepreneurs	Aucune offre ou offre inadaptée	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rédiger les appels d'offres relativement tôt et les diffuser largement</li> <li>Rechercher des fournisseurs convenables au préalable</li> <li>Éviter les conditions d'offre et les conditions contractuelles inacceptables</li> </ul>
	Autorisations	Procédures plus longues et/ou plus coûteuses que prévu, voire qui ne sont plus financables (notamment suite à des recours, ou dans le cas de temps de traitement trop longs par les offices) Incertitude juridique en matière de procédure de demande d'autorisation (p. ex. suite à une impossibilité de comparer les intérêts de chacun, à des contradictions dans la législation et à des stratégies des autorités entre utilisation et protection des eaux) Refus d'octroi de l'autorisation, ou accord accompagné de trop de conditions	<ul style="list-style-type: none"> <li>Déposer une demande préalable (engageant les deux parties) comportant les caractéristiques essentielles du projet auprès des autorités compétentes en matière d'autorisation</li> <li>Organiser des rencontres avec les autorités compétentes en matière d'autorisation</li> <li>S'assurer de l'exhaustivité du dossier à fournir et de la véracité des informations (se renseigner auprès de l'autorité dirigeante)</li> <li>Intégrer des opposants potentiels (propriétaires fonciers, associations de protection de l'environnement) dès la phase d'étude</li> </ul>

Phase de projet	Groupe de risque	Risques Description ou exemples de causes possibles	Mesures pour éviter, empêcher ou se protéger de ces risques
<b>Phase de réalisation</b>  De la décision de construire à la mise en service	Dégâts naturels	Intempéries (orage, chutes de neige, etc. nécessitant l'interruption des travaux de génie civil) Crues Tremblements de terre Avalanches, chutes de pierres, glissements de terrain	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prendre en compte les dangers naturels lors de la planification et la réalisation</li> <li>Élaborer un concept de protection contre les crues en phase de construction, comportant des mesures adaptées aux événements de crues plus ou moins importants</li> <li>Établir des règlements clairs quant aux responsabilités de chacun dans les contrats d'entreprise et de livraison (prise en charge des coûts et/ou assurance de l'entrepreneur, etc.)</li> <li>Souscrire à des assurances couvrant les risques résiduels (bâtiment)</li> </ul>
	Géologie	Augmentation des coûts de construction suite à un terrain à bâtir de faible qualité ou à certaines conditions géologiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyser suffisamment la géologie lors de la phase d'étude</li> <li>Prévoir des réserves d'urgence</li> <li>Les risques résiduels sont généralement supportés par le maître de l'ouvrage</li> </ul>
	Coûts de construction	Dépassement des coûts de construction	<ul style="list-style-type: none"> <li>(Faire) contrôler l'exhaustivité du devis</li> <li>S'assurer qu'au moins 80 % du montant global fasse l'objet d'offres fermes (ou de projets de contrat pré-négociés) avant qu'une décision de construire soit prise</li> <li>Convenir d'un prix global ou forfaitaire</li> <li>Prévoir des réserves de budget destinées aux imprévus</li> </ul>
		Retard dans les délais (s'accompagnant de frais supplémentaires)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fixer des délais par contrat</li> <li>Effectuer des paiements suivant l'avancement des travaux ou les livraisons (plan de paiement)</li> <li>Fixer des pénalités pour dépassement de délai</li> </ul>
		Modifications importantes au cours de la phase de construction	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anticiper grâce à la planification et direction des travaux</li> <li>Conclure un accord mutuel quant aux décisions prises et à la planification</li> </ul>
	Risques liés à la qualité (s'accompagnant éventuellement de frais supplémentaires)	Mauvaise qualité de la réalisation ou réalisation incomplète Mise en œuvre inadaptée de la planification	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clarifier les références avec les entrepreneurs et les fournisseurs</li> <li>Planifier et diriger les travaux de manière professionnelle</li> </ul>
	Dommages	Dommages dus au montage Dommages dus au transport Dommages au niveau de la construction existante	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planifier et diriger les travaux de manière professionnelle</li> <li>Couvrir les risques résiduels par des assurances : assurance construction, transport, montage</li> </ul>
	Risques liés à la responsabilité	Dommages corporels ou matériels	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diriger les travaux de manière professionnelle</li> <li>Souscrire à une assurance responsabilité civile pour le maître de l'ouvrage</li> <li>Souscrire à une assurance responsabilité civile pour les entrepreneurs et les fournisseurs (attestation exigée)</li> </ul>

Phase de projet	Groupe de risque	Risques Description ou exemples de causes possibles	Mesures pour éviter, empêcher ou se protéger de ces risques
<b>Phase d'exploitation</b> De la mise en service au démontage (ou du moins à l'expiration de la concession ou de l'amortissement)	Dégâts naturels	(voir plus haut)	(voir plus haut)
	Baisse des recettes	Hydrologie (débit brusquement faible durant une longue période)	Réaliser les analyses les plus approfondies possible au cours de la phase d'étude (quantités, répartition en fonction des saisons, précision et fiabilité) Prévoir des réserves (calculer des scénarios)
		Tarifs en baisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>Déposer une demande de RPC</li> <li>Garantir les tarifs grâce à des contrats de rachat à long terme faisant état de la rétribution ou de la réglementation la concernant</li> </ul>
		Mauvais rendement Gestion déficiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prévoir réceptions, pénalités et conditions de garantie</li> <li>Clarifier les références en cas de gestion déficiente de la phase d'appels d'offres</li> </ul>
	Amortissement impossible	Gestion et/ou exploitation et entretiens insuffisants entraînant des pertes de recettes et/ou augmentations des coûts d'exploitation et d'entretien	<ul style="list-style-type: none"> <li>Choisir des critères de sélection adaptés en matière de personnel</li> <li>Partager les risques avec le personnel (participation ou système de bonus/malus)</li> <li>Effectuer un roulement du personnel</li> </ul>
		Rendement globalement trop faible	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réaliser des analyses de rentabilité basées sur des hypothèses réalistes en matière de taux d'intérêt, de durée d'amortissement, de coûts d'exploitation et d'entretien ainsi que de coûts autres dès la phase d'étude</li> <li>Prévoir des réserves (calculer des scénarios)</li> <li>Conclure des contrats à long terme pour les crédits, le rachat voire l'exploitation et l'entretien</li> </ul>
		Coûts d'exploitation et d'entretien, taxes, redevances hydrauliques, etc. trop élevés	
		Coûts d'emprunt trop élevés / en hausse	
	Prix de l'énergie en baisse/stagnant accompagné de coûts d'exploitation et d'entretien en hausse		
	Dommages sur l'installation (s'accompagnant éventuellement de frais supplémentaires)	Bris de machine, dommages considérables au niveau de la construction et autres dommages similaires	<ul style="list-style-type: none"> <li>S'assurer de la qualité lors de la planification et la réalisation</li> <li>Prévoir réceptions, pénalités et conditions de garantie</li> <li>S'assurer que l'exploitation et l'entretien sont réalisés de manière professionnelle, conclusion éventuelle de contrats d'entretien</li> <li>(N.B. : les assurances bris de machine couvrent en règle générale les coûts de réparation mais pas la perte de rendement)</li> </ul>

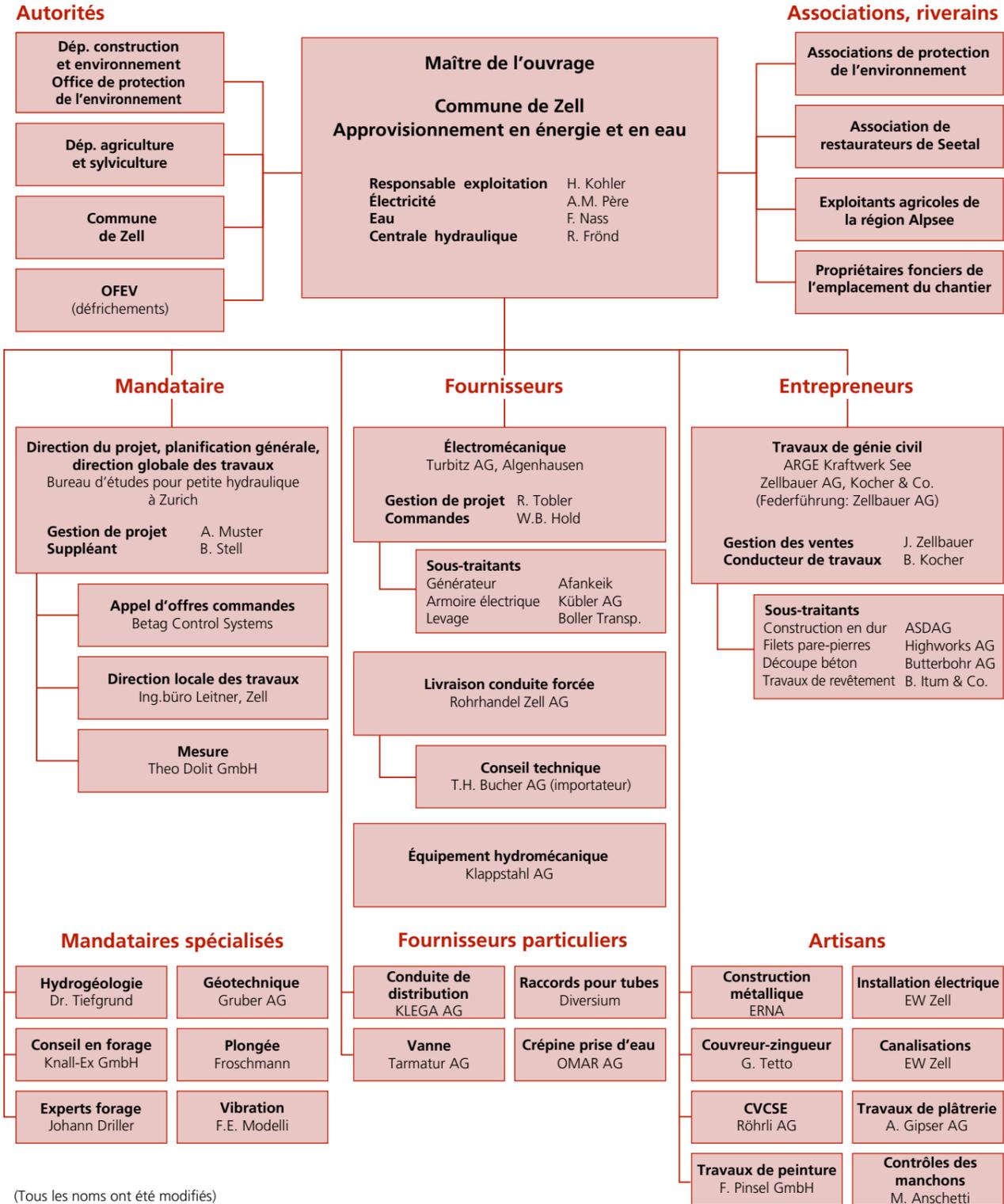
**Pour les projets de PCH à l'étranger, particulièrement dans des pays en développement et des pays émergents, d'autres risques viennent s'ajouter à cette liste :**

<b>Risques liés au pays</b>	<p><b>Risques politiques</b> Manque de coopération, autorisations non accordées, modifications radicales au niveau des impôts, redevances ou contributions, expropriation, nationalisation, restrictions en matière d'importations et d'exportations</p> <p><b>Risques commerciaux liés au pays</b> Risque de change (dépréciation, inconvertibilité), insolvabilité de l'état ou de l'acheteur d'énergie</p> <p><b>Risques liés à la législation</b> Brusques modifications législatives, arbitraire juridique, application insuffisante des lois, etc.</p>
-----------------------------	--

<b>Réalisation du projet</b>	« Force majeure » au sens politique (grèves, émeutes, terrorisme, guerre)
<b>Phase d'exploitation</b>	<p>« Force majeure » au sens politique (grèves, émeutes, terrorisme, guerre)</p> <p>Risque lié à la demande ou à l'acheteur (demande trop faible voire absente, courant invendable)</p> <p>Risque de hausse des prix (des taux d'inflation élevés rendent les coûts d'exploitation et d'entretien inabordables)</p> <p>Infrastructure (mauvais entretien, blocage, destruction... des voies d'accès, lignes électriques et autres infrastructures nécessaires à la distribution de l'électricité et à l'exploitation)</p> <p>Stock (stock de ressources d'exploitation et de pièces de rechange cessant d'être disponible)</p>

**ANNEXE 6 ORGANIGRAMME TYPIQUE D'UN PROJET DE TAILLE MOYENNE**

**Centrale en bordure de lac**  
Organisation du projet en phase de réalisation



(Tous les noms ont été modifiés)

**ANNEXE 7 DOCUMENTS À FOURNIR DANS LE CADRE D'UNE PROCÉDURE DE DEMANDE DE PERMIS DE CONSTRUIRE ET DE CONCESSION COMBINÉE, EXEMPLE DU CANTON DE LUCERNE**

**3 Check-list pour le dossier des projets de centrales hydrauliques**

Données du requérant	existant
Formulaire de demande dûment rempli	<input type="checkbox"/>
Personne morale avec extrait du registre du commerce	<input type="checkbox"/>
Bref descriptif du projet comportant noms d'établissements, numéros de parcelles et coordonnées	<input type="checkbox"/>
Noms des cours d'eau publics à utiliser	<input type="checkbox"/>
Signature(s) authentique(s)	<input type="checkbox"/>
Rapport technique	
<b>Résumé</b>	<input type="checkbox"/>
<b>Objectif</b>	<input type="checkbox"/>
<b>Données de base</b>	<input type="checkbox"/>
<b>État actuel</b>	
Description du périmètre	<input type="checkbox"/>
Situation juridique, droits des eaux	<input type="checkbox"/>
Hydrologie	<input type="checkbox"/>
Analyse de l'hydraulique, des situations dangereuses	<input type="checkbox"/>
Géologie et hydrogéologie	<input type="checkbox"/>
Écologie et environnement (écologie des eaux, écologie piscicole, etc.)	<input type="checkbox"/>
<b>Installation</b>	
Description de l'aménagement ainsi que des installations mécaniques et électroniques avec données caractéristiques correspondantes	<input type="checkbox"/>
Description de la prise d'eau, de la retenue, de la restitution d'eau et des bassins de compensation avec ouvrages correspondants tels que barrage, vidange de fond, évacuation des crues, entrée	<input type="checkbox"/>
Description du chemin des eaux turbinées, par exemple galeries, canaux, châteaux d'eau, conduite forcée, puits blindé	<input type="checkbox"/>
Description des installations annexes	<input type="checkbox"/>
Puissance des turbines	<input type="checkbox"/>
Production moyenne escomptée (année, été/hiver, heures pleines/creuses), diagramme d'exploitation de l'énergie	<input type="checkbox"/>
Concept de nettoyage et d'évacuation des retenues, de passage des matières charriées	<input type="checkbox"/>
Concept de prélèvement des débris flottants	<input type="checkbox"/>
Description de la passe à poissons	<input type="checkbox"/>
<b>Hydrologie et gestion des eaux</b>	
Analyses hydrologiques en bassins	<input type="checkbox"/>
versants Courbes des débits classés	<input type="checkbox"/>
Evolution des débits sur une année moyenne, une année pluvieuse et une année sèche	<input type="checkbox"/>
Récapitulatif des données principales telles que débit d'équipement, hauteur de chute brute, hauteur de chute nette, niveaux d'eau, volumes de retenue, volumes utiles	<input type="checkbox"/>
Débits de crues HQ <sub>30</sub> , HQ <sub>100</sub> , HQ <sub>300</sub> , EHQ	<input type="checkbox"/>
Calculs hydrauliques (points de captage de l'eau, de restitution, débit d'étiage, débit moyen, débit de crues)	<input type="checkbox"/>
Description de la sécurité en matière de crues, p. ex. niveaux d'eau, franc-bord, surcharge	<input type="checkbox"/>
Description des mesures de construction fluviale, telles que: ouvrage longitudinal, génie biologique, etc.	<input type="checkbox"/>
Incidence sur les matières charriées	<input type="checkbox"/>
<b>Géologie et hydrogéologie</b>	
Description générale	<input type="checkbox"/>

## Écologie et environnement

Énergies renouvelables, efficacité des installations, besoins

Dégradation de l'environnement

- Impact du réseau électrique

- Morphologie

- Passe à poissons (espèces ciblées, débit d'attrait, vitesse d'écoulement, possibilités de régulation)

- Nettoyages

- Flux naturel des matières charriées

- Protection de la nature et des paysages

- Eaux souterraines

- Forêts

Rapport sur les débits résiduels: Données relatives au débit résiduel, intérêts pour le prélèvement d'eau, répercussions des différents prélèvements d'eau sur ces intérêts (production électrique, coûts), préjudices probables dus aux intérêts allant à l'encontre du prélèvement d'eau et dus aux mesures potentielles entreprises pour l'empêcher, comparaison

Données relatives à la garantie des débits résiduels adaptés (dispositifs de dotation, mesures de contrôle du niveau d'eau, etc.)

Mesures de protection des eaux et de l'environnement pendant la construction de l'installation (turbidités, eau contenue dans le béton, abaissement du niveau des eaux souterraines, etc.)

Description des mesures de compensation écologique

Étude d'impact sur l'environnement (centrales à accumulation et au fil de l'eau et centrales de pompage-turbinage d'une puissance supérieure à 3 MW)

## Estimation des coûts

Estimation des coûts (à ±25%), coûts de construction, prix de revient de l'énergie produite et acheteur de cette énergie

## Délais

Données relatives au programme d'étude et de travaux

## Plans, arborescences et diagrammes

Plan d'ensemble

Plan de situation au 1:5'000 avec indication du site de l'aménagement et des points de prélèvement d'eau et de restitution

Registre des terrains et des propriétaires fonciers avec extrait du registre foncier et du plan de cadastre au 1:500.

Profil longitudinal du cours d'eau avec inscription des lignes d'eau HQ

Plans détaillés (de situation et de coupe) des aménagements prévus

Plan des mesures de compensation écologique

Schéma hydraulique comportant tous les dispositifs de contrôle, de mesure et de sécurité

Plan d'aménagement hydraulique/énergétique avec courbes de débits classés, hauteurs de chute et puissances

Carte du bassin hydrologique avec indications de superficie

Cadastre des conduites et des sites pollués

Demande de permis de construire

Demande de défrichement (référence: «Informations et instructions en matière de dépôt de demande de défrichement» (document uniquement en allemand) de l'Office cantonal des forêts du 19 janvier 1996)

existant

# GRILLE COANDA À LA PRISE D'EAU DE LA CENTRALE DE STEINERAA (2.5 MW)

Sur mandat de l'OFEN,  
Programme Petites centrales hydrauliques  
([www.kleinwasserkraft.ch](http://www.kleinwasserkraft.ch))

Équipe projet  
Gian-Andri Tannò,  
Christian Strupp, Christian Buser  
AF-Itenco AG,  
Alte Obfelderstrasse 68,  
CH-8910 Affoltern am Albis

Markus Hintermann  
Hydro-Solar Engineering AG,  
Bachmatten 9, CH-4435 Niederdorf

Illustration page de garde : Museumskraftwerk d'Ottenbach am Reuss

Juin 2016

