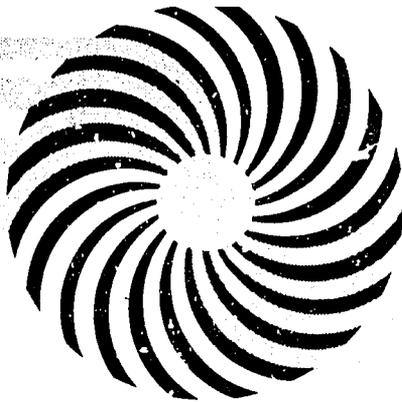


# Small Decentralized Hydropower (SDH) Program

UNE METHODOLOGIE POUR  
ETUDE DE PRE-PRATICABILITE  
DES SITES CANDIDATS A LA  
MINI HYDRO-ELECTRIFICATION



**International Programs Division**

**NRECA** National Rural Electric  
Cooperative Association

1800 Massachusetts Avenue, N.W.  
Washington, D.C. 20036/202-857-9500

Prepared by the Small Decentralized  
Hydropower (SDH) Program of the National  
Rural Electric Cooperative Association,  
1800 Massachusetts Avenue, N.W.,  
Washington, D.C. 20036 (202) 857-9622,  
under Cooperative Agreement AID/DSAN-CA-0226.

/ /

UNE METHODOLOGIE POUR  
ETUDES DE PRE-PRATICABILITE DES  
SITES CANDIDATS A LA MINI HYDRO-  
ELECTRIFICATION

INTRODUCTION

L'étude de pré-praticabilité est un élément essentiel du processus de développement mini-hydroélectrique. Sa fonction primaire est d'identifier des emplacements possédant un potentiel hydraulique et économique suffisant pour justifier des recherches plus détaillées. La figure I montre où l'étude de pré-praticabilité s'intègre à un projet d'ensemble de développement de petites centrales hydroélectriques.

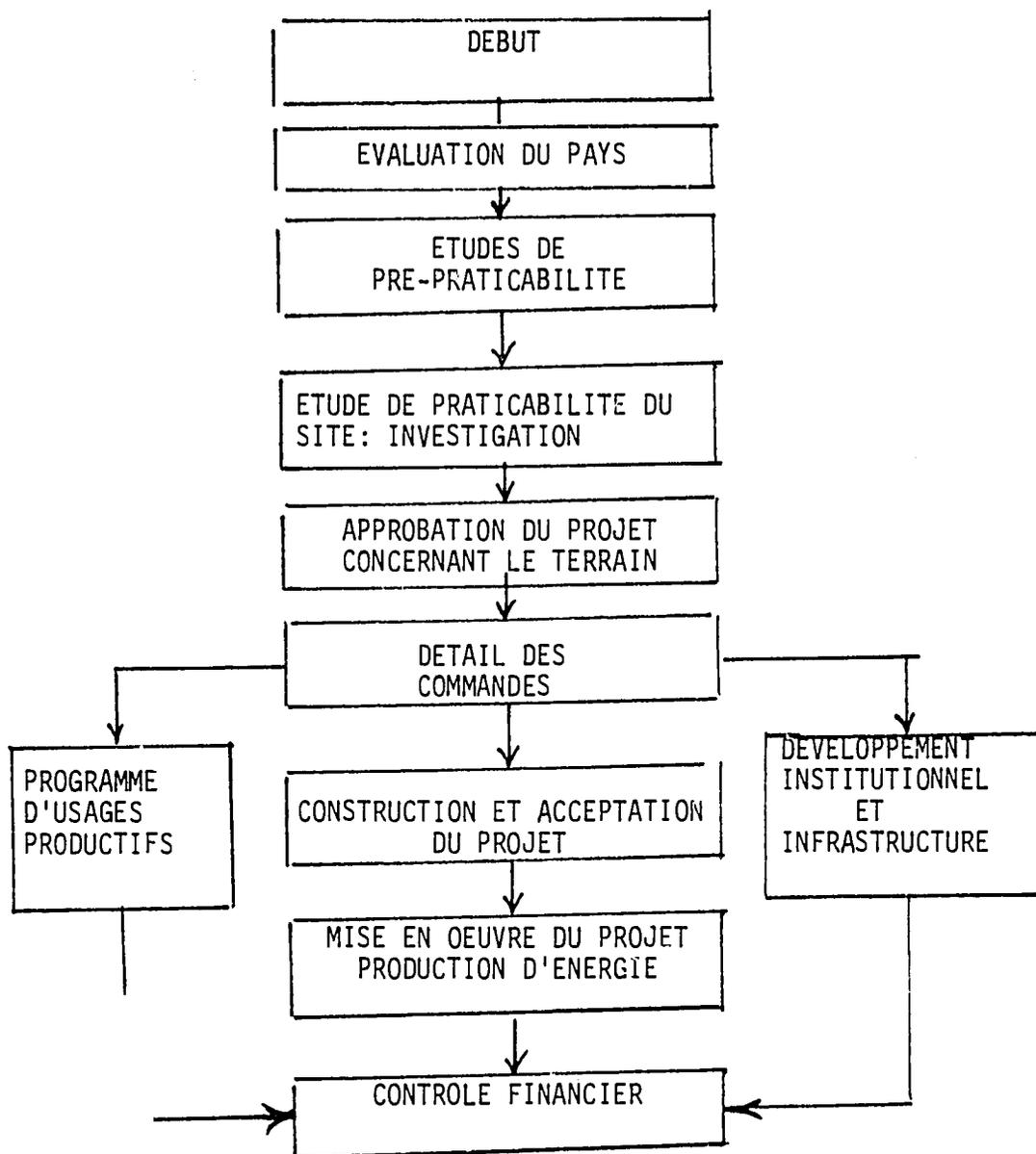
NRECA organise pour des particuliers et/ou réunit des équipes de spécialistes pour voyager dans certains pays et visiter les sites choisis pour l'emplacement de centrales hydroélectriques afin de conduire ces études. L'équipe de la NRECA analysera un site précis pour déterminer s'il offre des moyens techniquement adéquats et économiquement intéressants d'obtention d'énergie sans difficultés excessives quant aux demandes environnementales ou institutionnelles. Les techniques utilisées pour les études de sites particuliers peuvent aussi s'appliquer à un groupe de sites examinés et les projets peuvent être classés selon une analyse de base uniforme.

ETUDE DE PRE-PRATICABILITE

L'équipe de pré-praticabilité comprendra généralement:

- 1) Un chef d'équipe
- 2) Un ingénieur civil
- 3) Un économiste
- 4) Un spécialiste des questions sociales

La composition des équipes variera selon le pays d'accueil et les aptitudes particulières des membres. En général, le chef d'équipe sera un individu possédant une large expérience dans le domaine de l'électrification rurale.



Etapes du développement du Projet

FIGURE I

et des projets de mini-hydroélectrification. Il/elle sera responsable de la qualité d'ensemble du travail réalisé par l'équipe et sera le porte-parole de l'équipe au cours des négociations entre officiels du pays hôte et NRECA.

Si possible, l'équipe travaillera avec un groupe correspondant du pays hôte. Leurs actions concertées permettront à l'équipe de la NRECA d'acquérir une vision interne plus vaste des problèmes particuliers au pays hôte et permettront aussi au groupe du pays hôte d'apprendre les méthodes pour faire des évaluations de pre-praticabilité.

L'équipe produira des rapports de pré-praticabilité qui, dans un cas type, auront une table des matières semblable à celle décrite par le Tableau I. Un bref rapport de pre-praticabilité sera fait pour chaque terrain visité par l'équipe.

Quand l'équipe arrive dans le pays d'accueil, elle établira une base d'opérations centralisée, d'habitude dans la capitale. Elle visitera les terrains candidats et procèdera selon un processus décision indiqué dans la Figure 2.

MODELE DE TABLE DES MATIERES POUR ETUDE DE PRE-PRATICABILITE

- I. Description Générale du Terrain
- II. Analyse de l'énergie
  - \*Hydrologie
  - \*Hauteur de chute
  - \*Estimation du rendement électrique potentiel
  - \*Charge
- III. Projet préliminaire
  - \*Equipement turbogénérateur
  - \*Travaux civils
  - \*Equipements Electriques
- IV. Coûts du Projet
  - \*Coûts Directs
  - \*Coûts Indirects
  - \*Coûts Annuels periodiques
- V. Analyse Environnementale
- VI. Analyse Sociale
  - \*Impacts Sociaux et Usages Productifs
  - \*Facteurs Institutionnels
  - \*Autres projets du développement de l'Infrastructure
- VII. Analyse Economique

TABLEAU I

FIGURE 2  
 ETUDE DE PRE-REALISATION  
 GRAPHIQUE DE DECISION SUR  
 ORDINATEUR

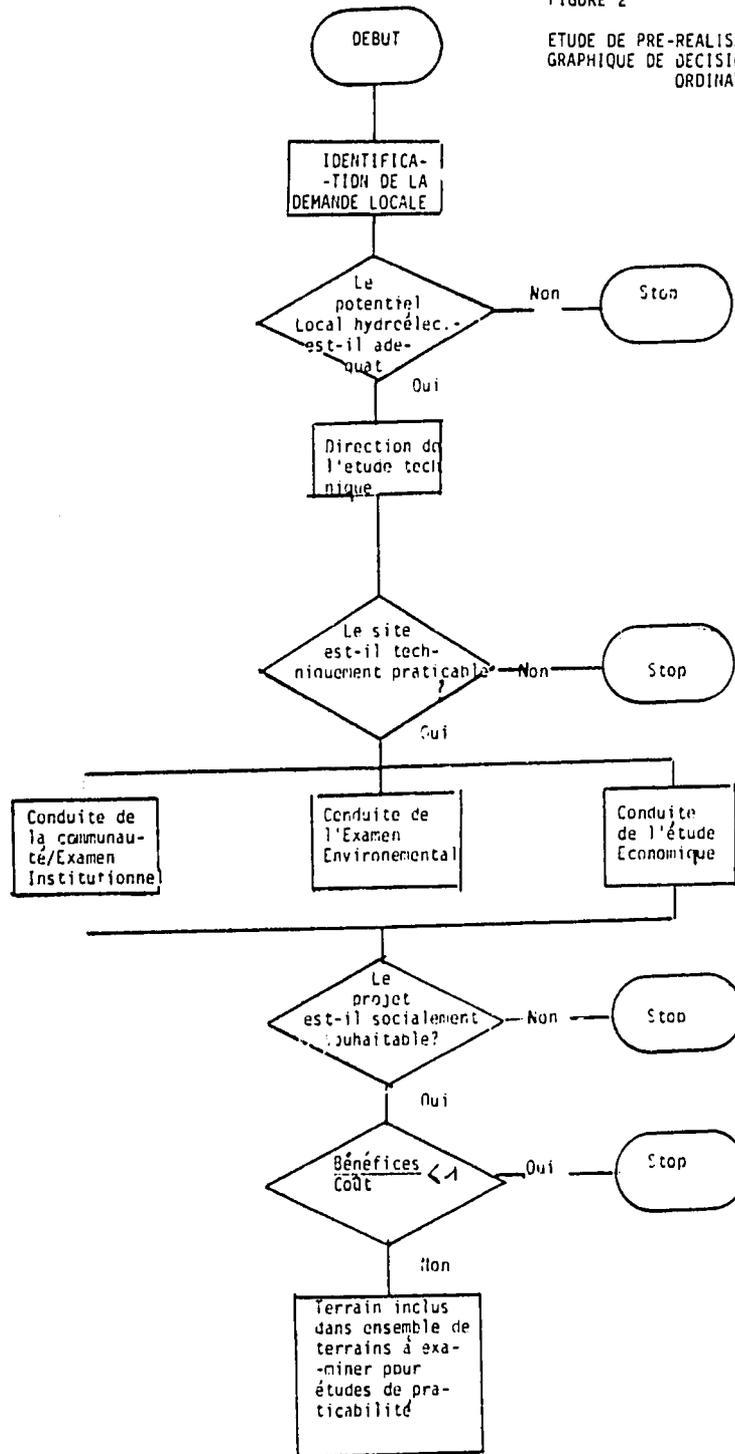
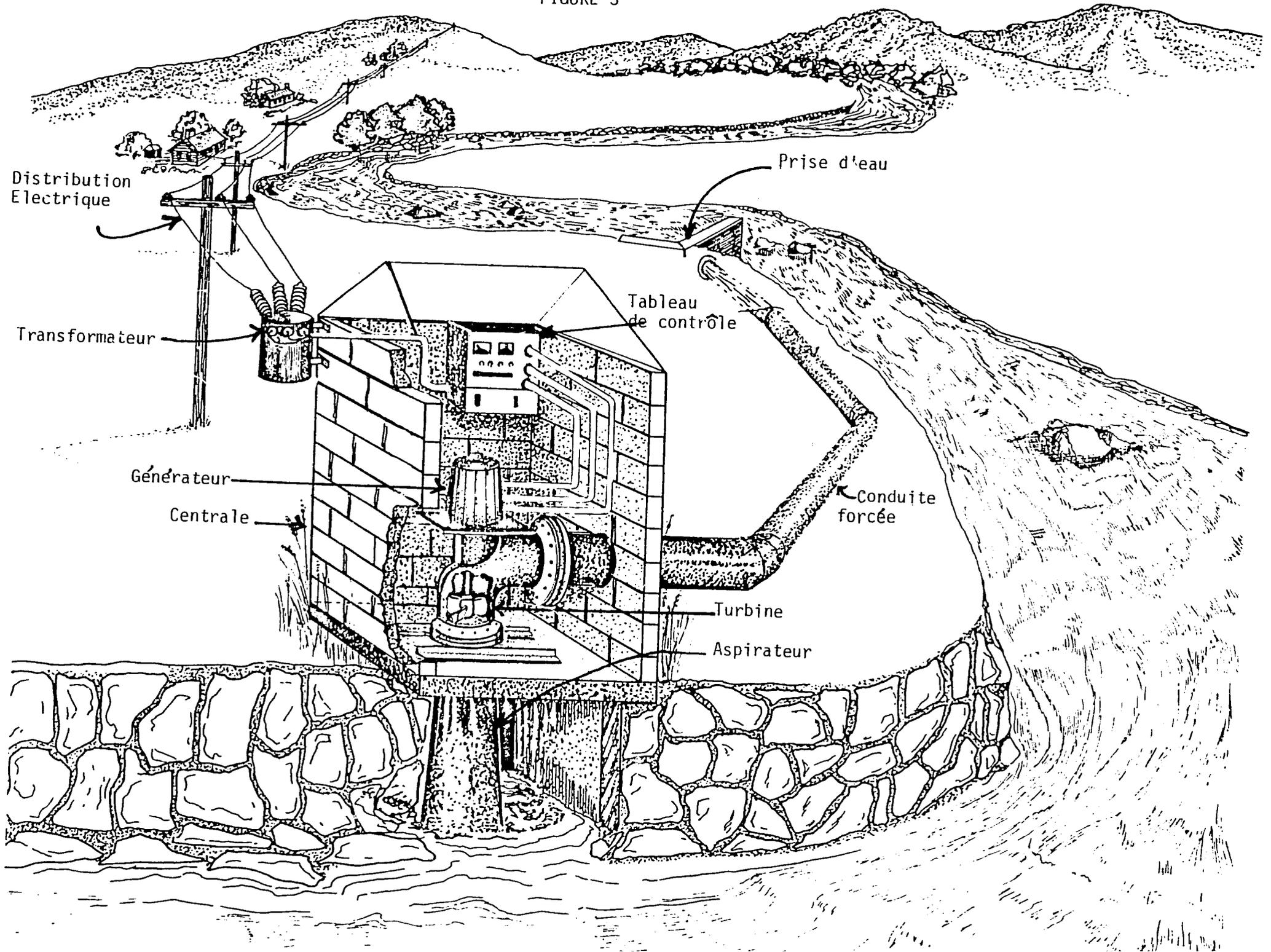


FIGURE 3



Cette méthodologie a été développée dans le but spécifique d'aider l'équipe à classer systématiquement les emplacements potentiels. Cela facilitera au maximum l'usage des ressources humaines et financières disponibles pour le programme.

L'étude de pré-praticabilité comporte un certain nombre d'issues d'ordre technique, économique, social, et environnemental. Les paragraphes suivants décrivent les moyens qu'utilisera l'équipe de pré-praticabilité pour traiter ces issues et le degré de profondeur des recherches.

#### DESCRIPTION GENERALE DU TERRAIN

Une fois identifié le potentiel hydroélectrique du terrain, l'équipe commencera par examiner le tracé général du terrain. La description générale évoquera:

- A. Les caractéristiques générales locales
  - i. Utilisation(s) actuelles de l'eau
  - ii. Dispositifs électriques existants, voies d'accès et de communication
  - iii. Infrastructure et économie de la communauté locale
- B. Caractéristiques physiques
  - i. Climat
  - ii. Topographie
  - iii. Ecosystème local

Une fois le terrain décrit, l'équipe estimera la quantité d'énergie qui pourrait être utilisée par la communauté locale et la quantité pouvant être produite sur le terrain. La quantité d'énergie qui peut être produite est fonction de la quantité d'eau disponible, de la distance verticale parcourue par l'eau qui tombe, et de la capacité et de l'efficacité de la centrale.

## ANALYSE DE L'ENERGIE

### Hydrologie

L'étude hydrologique est un élément-clef de l'étude puisqu'elle est la base de détermination du rendement, de la taille, des bénéfices du projet, et, en conséquence, de ses possibilités économiques. Une première étape consiste à déterminer le débit du courant pour un endroit donné sur un cours d'eau proche du terrain concerné par le projet et pour la plus longue période possible.

L'information recueillie par l'équipe comprendra:

- 1) Le débit quotidien ou mensuel enregistré sur le terrain ou dans ses parages
- 2) Le débit minimum et maximum enregistré dans l'histoire

A cause de la grande variabilité des débits naturels d'un courant, il est nécessaire d'utiliser un dossier hydrologique aussi complet que possible. Le dossier doit être assez long pour inclure un modèle représentatif des années à fort et à faible courant, avoir un débit moyen égal au débit à long terme, et inclure les périodes de sécheresse critique. Dans la plupart des cas, une période de cinq à six ans est adéquate, bien qu'un dossier plus long soit préférable.

Dans les domaines où ces informations ne sont pas disponibles, des méthodes d'estimation du courant doivent être utilisées et les risques associés seront notés.

A partir des informations sur le débit du courant, une courbe de durée du débit sera exécutée afin d'estimer la quantité d'énergie disponible à partir du projet. (Figure 4).

### Hauteur de Chute

Si l'élévation de la surface de l'eau en amont est virtuellement constante, on peut présumer que la hauteur de chute est égale à la différence d'élévation entre les surfaces d'eau en amont et en aval moins cinq % pour perte de friction de la hauteur.

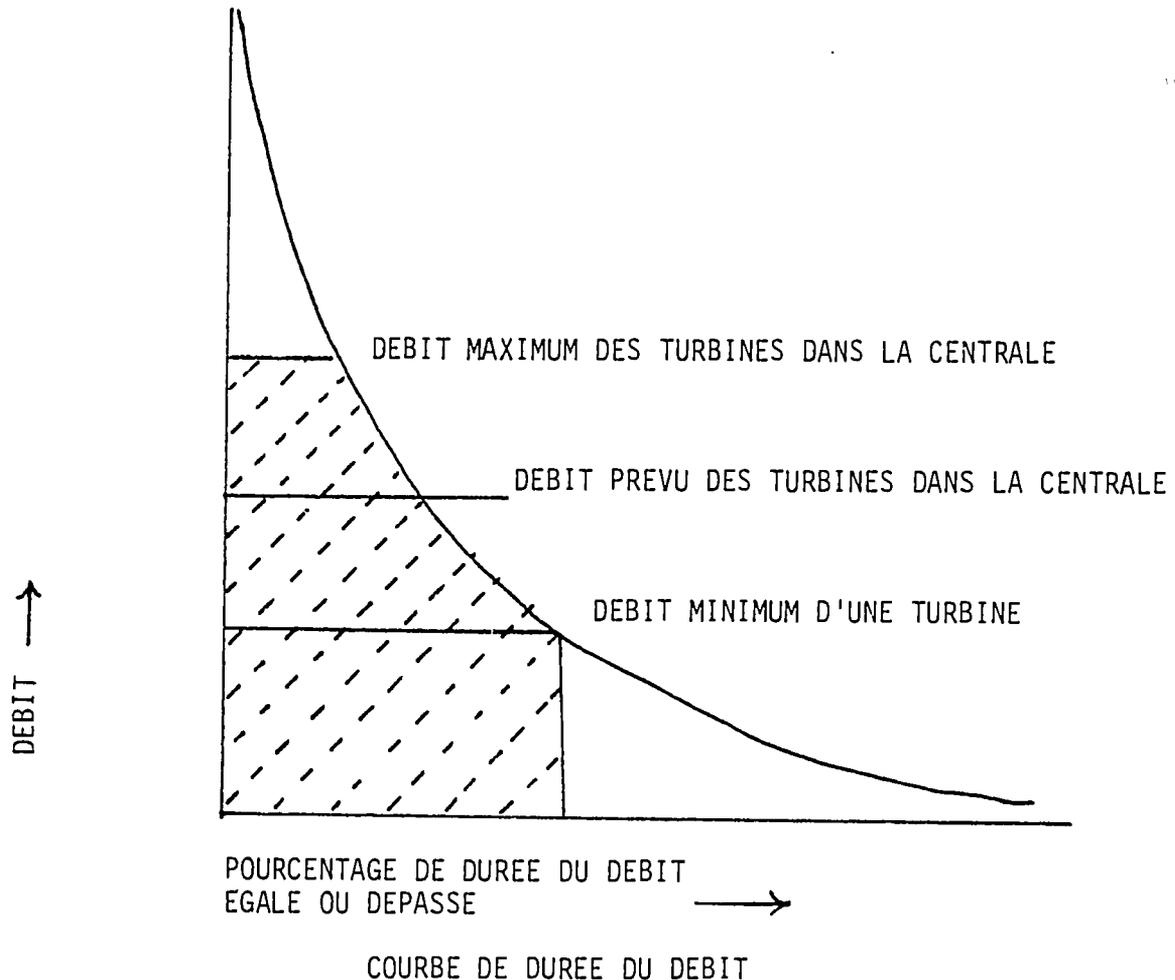


FIGURE 4

### Estimation du Rendement Electrique potentiel

La capacité de la centrale est calculée selon l'équation suivante:

$$p = \frac{.85 Qh}{102}$$

ou  $p$  = capacité de la centrale (kW)

$Q$  = débit prévu de la centrale (litres/sec.)

$h$  = hauteur de chute (mètres)

.85 = facteur d'efficacité

## 6.

Pour déterminer le rendement électrique potentiel à partir d'une turbine quelconque, les limites du débit utilisables par la centrale sont calculées et dessinées sur une courbe de durée du débit pour l'endroit. A partir des caractéristiques de cette courbe, le débit qui peut être utilisé par chaque turbine peut être déterminé.

Appliquer ce débit et la hauteur du terrain à la précédente formule d'énergie donna alors le rendement énergétique potentiel pour cet emplacement. Multiplier ce rendement par le nombre d'heures dans une année et le facteur de capacité présumé donne l'énergie estimée qui peut être produite en un an, en kilowatts-heure. La valeur projetée de cette puissance annuelle sera utilisée pour déterminer les avantages du projet.

### Charges prévues

Des études de la communauté, semblables à celles du Tableau 3, seront utilisées pour déterminer la charge potentielle de la communauté. En l'absence d'information détaillée, des statistiques concernant le nombre d'habitants, telles que le Tableau 2 (ci-dessous) l'indique, seront exécutées et utilisées comme une première approximation des demandes estimées.

#### Estimation des besoins

<u>Nombre d'habitants</u>	<u>Demande</u>
500 - 1000	30 - 60 kW
1000 - 2000	60 - 120 kW
2000 - 4000	120 - 240 kW
4000 - 6000	240 - 360 kW

#### Facteurs à considérer en faisant l'étude des besoins (non inclusivement)

1. Nombre actuel d'habitants
2. Taille moyenne des foyers
3. Dépense moyenne d'énergie par foyer
4. Nombre de connexions en projet
5. Nombre de petites entreprises industrielles
6. Nombre d'établissements commerciaux
7. Nombre d'écoles, de centres hospitaliers, et autres services de la communauté
8. Besoin actuel et en projet en énergie électrique
9. Moyenne mensuelle de consommation en kWh par foyer
10. Hypothèses de base pour l'étude
11. Types d'usage

TABLEAU 2

ETUDE DE CHARGE POTENTIELLE D'UNE COMMUNAUTE

Nom de la communauté: \_\_\_\_\_

Nom du représentant de la communauté: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

Installations Electriques Disponibles: \_\_\_\_\_ Aucune: \_\_\_\_\_

Diesel: \_\_\_\_\_ Autre: \_\_\_\_\_

Désir de la communauté de contribuer au projet: \_\_\_\_\_

Travail (main d'oeuvre/jours): \_\_\_\_\_ Fonds: \$ \_\_\_\_\_

Matériels: \_\_\_\_\_

Moyens économiques: Dépenses actuelles d'énergie par foyer

par mois

1. moins de 2\$

2. 2\$ - 4\$

3. 4\$ - 6\$

4. plus de 6\$

Moyens pécuniaires: \_\_\_\_\_

Obstacles à prévoir: \_\_\_\_\_

Nombre d'unités branchées sur le secteur: \_\_\_\_\_

Usages immédiats et potentiels:

Foyer (éclairage, cuisine, loisirs): \_\_\_\_\_ kWh \_\_\_\_\_ kW

Artisanat: \_\_\_\_\_ kWh \_\_\_\_\_ kW

Agroindustrie: \_\_\_\_\_ kWh \_\_\_\_\_ kW

Petites entreprises: \_\_\_\_\_ kWh \_\_\_\_\_ kW

Agriculture: \_\_\_\_\_ kWh \_\_\_\_\_ kW

Services publics: \_\_\_\_\_ kWh \_\_\_\_\_ kW

Ecoles: \_\_\_\_\_ kWh \_\_\_\_\_ kW

Usage total par la communauté: \_\_\_\_\_ kWh \_\_\_\_\_ kW

TABLEAU 3

ETUDE PRELIMINAIRE

Equipement turbogénérateur

Le type de turbine sera généralement déterminé par l'usage de graphiques d'application standard ainsi que l'indique la Figure 5. Le nombre d'unités dépendra des caractéristiques du courant et de la fiabilité des installations désirée.

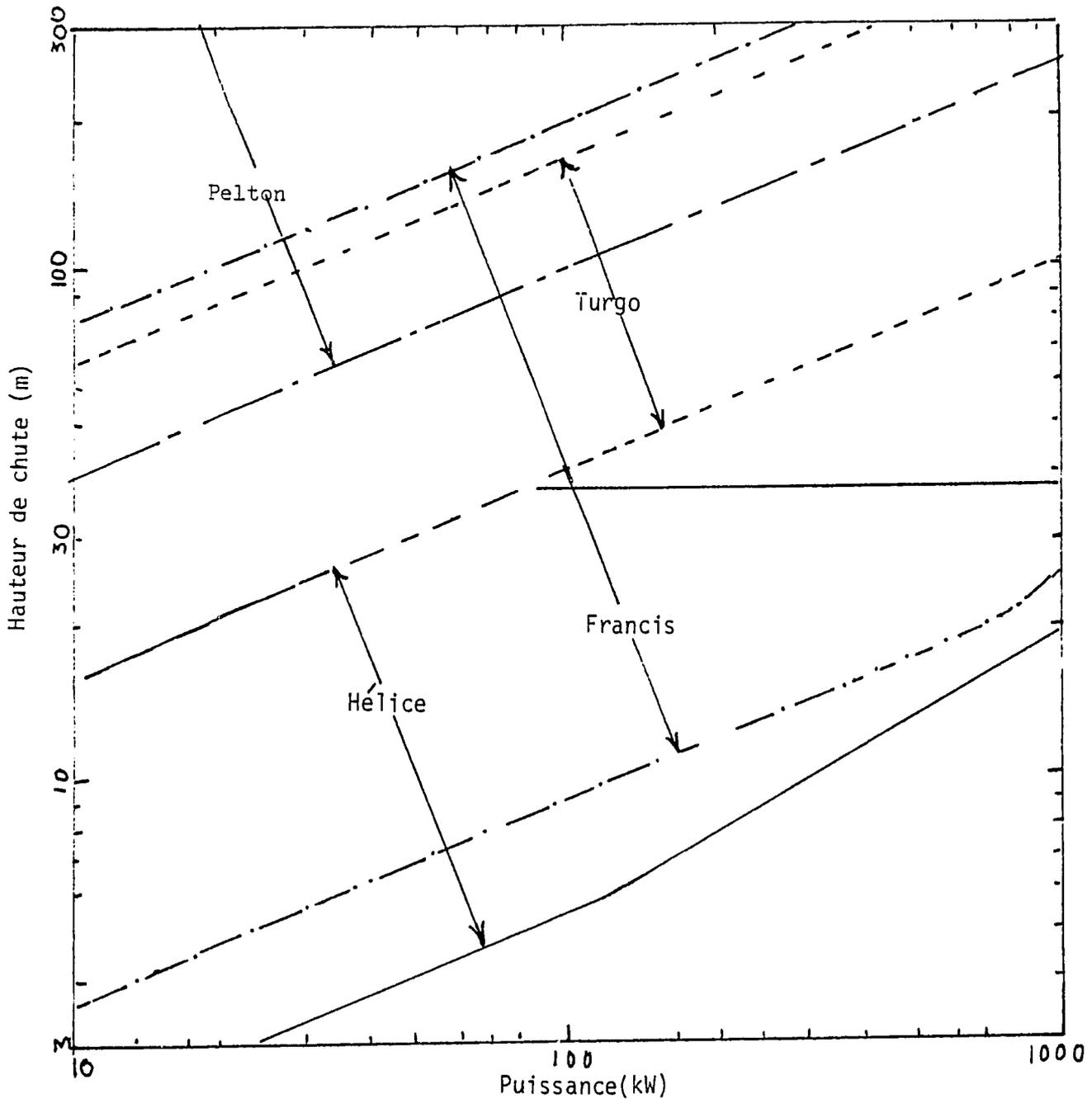


Figure 5 - Ordre d'Application de Divers Types de Turbines

Travaux Civils

L'ingénieur civil de l'équipe déterminera les besoins généraux en:

Terrain requis:

Pour la Centrale

Pour le Réservoir (si besoin est)

Voies d'accès requises

Barrage

Déversoir

Canal d'approche

Prise de Courant et Equipement

Conduite forcée

Station génératrice

Conduits de dérivation

Canal arrière

Equipements Electriques

L'équipe déterminera le niveau de voltage approprié pour la distribution de l'électricité, et estimera la longueur et le coût requis par les installations de distribution. Ces installations comprendront:

Taille et type du générateur

Interrupteurs et commandes du générateur

Transformateurs

Voltage de distribution et configuration du système

Réseaux de distribution

Système de protection

COÛTS DU PROJETCoûts directs

L'équipe estimera le coût du projet d'après des données statistiques générales. Des courbes de dépense seront utilisées basées sur de précédents projets, les renseignements des industriels, et des devis. Des courbes seront utilisées pour déterminer les coûts estimés de l'équipement, le coût des travaux publics, et le coût des installations électriques de distribution.

Coûts Indirects

Les coûts indirects couvrent les techniques, l'administration, et l'organisation de la construction, ainsi qu'une allocation pour cas imprévus. Ces coûts constitueront 30 à 40% des coûts directs. La somme des coûts directs et indirects est égale au coût de construction total.

Coûts Annuels Périodiques

Une fois complet, le projet encourra des coûts annuels pour:

- Opération, maintien et réparations (OMR)
- Remplacements provisoires
- Assurance

Les dépenses d'opération, de maintien et de réparation pour les projets de petites centrales hydroélectriques sont difficiles à prévoir, mais généralement, ils sont de 1 à 5% du coût de la construction.

ANALYSE ENVIRONNEMENTALE

Une analyse environnementale préliminaire sera réalisée par l'équipe. Le but principal de l'analyse initiale est d'identifier les problèmes qui pourraient rendre le projet inacceptable du point de vue de l'environnement, augmenteraient le coût du projet, ou provoqueraient des retards significatifs dans son implantation.

En général, l'analyse est directe et environnementalement simple. En principe, les principaux impacts sur l'environnement ne seraient dus qu'à des difficultés de construction au départ et un changement dans le débit du courant entre la structure de la prise et l'endroit où le courant retourne dans le cours d'eau. Si le niveau hydrolique est relativement faible (par ex., moins de 20m), des changements dans la qualité de l'eau dus aux variations du contenu d'oxygène dissous ne seront sans doute pas un problème. Pour la plupart des projets considérés, l'impact sur l'environnement devrait être minimal.

Une brève évaluation des impacts potentiels suivants sera faite:

Changement de débit du courant  
 Usages du courant d'aval et droits de possession de l'eau  
 Impacts de la construction  
 Effets sanitaires  
 Effet de l'utilisation du terrain  
 Effet sur la qualité de l'eau  
 Impact sur la faune et la flore

Des observations sur les façons d'atténuer les impacts potentiels adverses devraient être notées.

### ANALYSE SOCIALE

#### Impacts sociaux et Usages productifs

Le spécialiste des questions sociales étudiera les différents secteurs de la population dans la communauté concernée. D'après l'étude, il/elle établira:

1. Qui sera le bénéficiaire du projet
2. Le support et l'acceptation de la communauté pour le projet
3. Le nombre moyen de gens par branchement
4. Les possibilités pour de nouvelles entreprises
5. L'impact sur le niveau de vie de la communauté

Cette étude et analyse sera faite en union avec la détermination de la charge.

En outre, le spécialiste des questions sociales observera la communauté et présentera des remarques générales concernant le taux de croissance de la population, les facteurs d'exode rural, l'infrastructure locale existante, les priorités de la communauté, et l'effet anticipé de l'énergie électrique sur le bien-être social de la communauté.

Enfin, le spécialiste des questions sociales déterminera si le projet est socialement souhaitable. L'analyse devrait inclure les impacts directs et indirects, ainsi que les impacts à court et à long terme.

### Facteurs Institutionnels

Le but de cette analyse sera de fournir une information concernant les besoins institutionnels majeurs dans le développement d'un projet de centrale hydroélectrique. En général, une forte organisation nationale en action conjuguée avec une direction locale qualifiée est requise pour un programme réussi. L'équipe analysera la direction existante et les structures institutionnelles et établira les probabilités pour un programme de construction de centrale réussi.

### Autres projets de développement de l'infrastructure

L'électricité est un élément essentiel pour l'adoption de bien d'autres technologies qui accroissent les possibilités économiques et les activités sociales de la communauté. Donc, un projet peut avoir un effet synergétique sur les projets de développement dans la région. Par conséquent, dans l'étude de pré-praticabilité, l'équipe rassemblera une information sur les projets locaux, nationaux et internationaux de développement dans la région concernée par le projet et établira leurs corrélations potentielles avec le projet de petite centrale hydroélectrique proposé.

### ANALYSE ECONOMIQUE

La méthodologie proposée classera des terrains selon les perspectives économiques projetées. En divisant la moyenne annuelle estimée des bénéfices par le coût annuel moyen, on obtiendra le rapport bénéfice-coût. Une détermination préliminaire des possibilités du projet peut être faite, en partie, sur la base du rapport bénéfice-coût. (Voir Tableau 4).

Un projet sera considéré comme économiquement réalisable quand les bénéfices annuels moyens excéderont les coûts annuels moyens. L'analyse bénéfice-coût utilisera un barème de prix réduits qui représente le taux de gains sociaux minimum pour le projet.

<u>Coûts</u>			
Coût Majeur	- \$ _____	(1)	
Taux du coût Annuel	- Intérêt _____		
	Caisse d'amortissement _____		
	Coût annuel périodique _____		
	Taxes _____		
	Taux de rendement _____		
	TOTAL	(2)	
Coût Annuel = (1) x (2) = \$ _____		(3)	
<u>Bénéfices</u>			
Moyenne annuelle en	_____ kWh	(4)	
Energie			
Valeur de l'Energie	- _____ \$/ kWh	(5)	
Bénéfice Annuel	- (4) x (5) = \$ _____	(6)	
<u>Rapport de coût de bénéfice</u>			
B/C = (6)/(3) = _____			

TABLEAU 4

Si le rapport est plus grand que 1, le projet semblera réalisable et une évaluation postérieure sera alors recommandée.

Si le rapport bénéfice-coût est moins de 1.0, le projet ne recevra plus ample considération que s'il comporte d'exceptionnels bénéfices sociaux associés à sa réalisation. La détermination de ces bénéfices sociaux dépend de:

- (1) Les impacts immédiats de l'électrification
- (2) Les impacts potentiels de l'électrification
- (3) La substitution d'autres sources d'énergie et les usages alternatifs de ces sources (par ex. la répartition du fumier de la cuisine à l'agriculture, les réductions du déboisement, gains de temps, etc.)

### NIVEAU D'EFFORT

Parce-que les emplacements, les conditions de travail locales, et les informations varient largement d'un projet à l'autre, il est très difficile de souligner le niveau d'effort requis pour engendrer une étude de pré-praticabilité acceptable. En termes généraux, cependant, une équipe d'étude composée de cinq membres devrait être capable d'assembler et de préparer un rapport de 10 à 20 pages en deux semaines environ. Ce chiffre suppose 4 ou 5 heures de recherche sur place et une période de temps comparable passée au centre des opérations de l'équipe (bureau) pour la recherche et la préparation du rapport final.

### Références

1. Premier rapport "Simplified Methodology for Economic Screening of Potential Low Head Small Capacity Hydroelectric Sites" EPRI, Rapport No. RP 1199-5, Tudor Engineering Company, 1980.
2. Dossier du projet "Small Hydro Development" préparé par l'Agence Américaine pour l'Assistance Internationale, Lima, Pérou, Aout 1980.
3. Arndt, Roger E.A. : "Small Turbine Technology: A Selective Review" présenté au cours de la conférence sur les petites centrales hydro-électriques, INE/INECEL/NRECE, Quito, Equateur, Aout 1980.