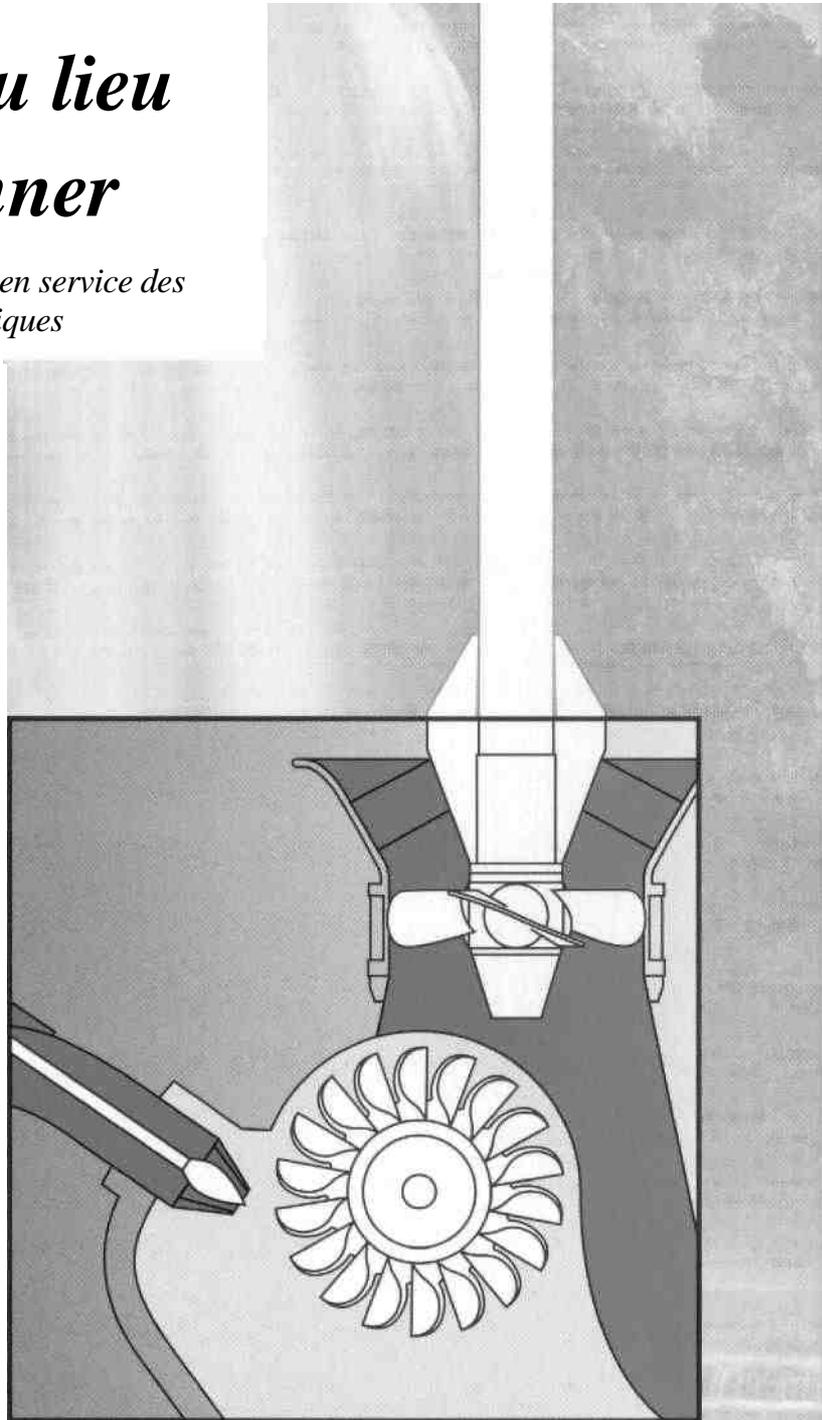


DIANE 10
Petites centrales hydrauliques

Rénover au lieu d'abandonner

*Modernisation et remise en service des
petites centrales hydrauliques*

Critères d'évaluation



Le programme Energie 2000: notre politique énergétique pour un développement durable

Rénover au lieu d'abandonner

*Modernisation et remise en service des petites centrale hydrauliques
Critères d'évaluation*

*Auteur: W. Nüssli
c/o Colenco Power Consulting AG, Baden*

1994/ N° de commande: 805.173d

Information:

**Celui qui désire des conseils sur l'emploi de cette méthode d'évaluation ou
cherche un soutien compétent ...**

**Celui qui est a la recherche de renseignements concernant des mesures
d'encouragement relatives aux petits aménagements hydro-électriques ou
de toute autre information ...**

... peut s'adresser à

**Raymond Chenal, Ingénieur Conseil
9, chemin du Crépon, Baugy
1815 Clarens
Tel 021 964 42 21**

**Direction du projet DIANE, Petites centrales hydrauliques
Hanspeter Leutwiler
c/o ITECO, Postfach 160
8910 Affoltern am Albis
Tel:01 761 17 45**

Mettre à profit au lieu d'abandonner

Impressum

Editeur: Office fédéral de l'énergie, Berne
Avec la collaboration de l'Office fédéral de l'économie des eaux, Berne
Et de l'Office fédéral pour environnement, les forêts et le paysage, Berne

Conception et texte: W. Nüssli, c/o Colenco Power Consulting AG, Baden

Direction du projet: HP. Leutwiler, chef du projet DIANE 10, Petites centrales hydrauliques

Direction du production: F. Brühlmann, Presse-und PR-Beratung, Zürich

Relecture du
manuscrit français: R. Chenal, ingénieur conseil, Clarens

Conception du manuel : W. Fuchs, c/o SKAT, St Gall

Page de titre: F. Hartmann, St Gall

Impression: OFCIM

Copyright Office fédéral de l'énergie (OFE), 3003 Bern, Avril 1994

Source: Office fédéral central des imprimés et du matériel, 3000 Berne
(N° de commande: 805.173d)

SKAT, Centre de Coopération Suisse pour la Technologie et le Management, Vadianstr. 42, 9000 St Gall

Avant-propos

La détermination de la rentabilité d'une modernisation, respectivement d'une remise en service d'une petite centrale hydraulique, suppose normalement un travail de planification important et coûteux; un investissement préalable auquel de nombreux propriétaires d'aménagements hydro-électriques ne peuvent se résoudre, avant tout parce que seul le résultat des études est en mesure de confirmer la faisabilité technique et économique du projet.

En ce qui concerne l'évaluation des petites centrales hydrauliques et plus précisément de leurs modernisations, respectivement de leurs mises en service, le présent manuel offre la possibilité de procéder à cette évaluation sans étude approfondie et de savoir si l'opération envisagée est techniquement et économiquement réalisable ou si des clarifications ultérieures et des études préliminaires sont justifiées.

Les objectifs de ce manuel sont de mettre à disposition des propriétaires ou exploitants de petites centrales hydrauliques les bases suffisantes leur permettant de procéder eux-mêmes à l'évaluation. Ce manuel doit servir de moyen de travail aux concepteurs de petites centrales hydrauliques et aux autorités afin de leur permettre de procéder à des évaluations préliminaires.

Le résultat de l'évaluation ne peut et n'est pas censé fournir des données précises et définitives, mais donne des indications sur l'opportunité d'un processus de modernisation, respectivement de remise en service de l'installation.

La méthode d'évaluation décrite consiste à remplir de simples fiches d'évaluation sur la base d'un système d'appréciation doté d'une échelle de valeurs.

Le manuel comprend toutes les informations nécessaires à une utilisation correcte des fiches d'évaluation.

L'approche de la matière, qui est étroitement associée au traitement des fiches, est tout aussi importante que le résultat; ce traitement, qu'il soit couronné de résultats ou non, peut mettre en train tout un processus de prise en considération ou de décision.

La méthode présentée offre, sans équivoque, la possibilité d'un complément ou d'une adaptation individuelle aux situations des installations concernées.

Hanspeter Leutwiler
Chef de Projet DIANE
Petites centrales hydrauliques

DIANE en quelques mots

DIANE est l'abréviation pour "Diffusion d'applications innovatives de nouvelles techniques énergétiques". Le but du programme est de mobiliser, grâce à sept projets sélectionnés, des ressources non ou insuffisamment utilisées lors de la production et de l'économie d'énergie. Il doit permettre la percée des techniques écologiques concernées pour que celles-ci puissent apporter, d'ici l'an 2000, une contribution sensible à l'amélioration de la situation énergétique.

Les sept projets DIANE suivants ont démarré en 1992:

- Constructions répondant aux besoins de l'écologie
- Optimisation de l'installation du bâtiment
- Utilisation de la lumière naturelle
- Transport des marchandises, sobre en énergie ou favorable à l'environnement
- Petits fourneaux à bois
- Exploitation de l'énergie provenant des déchets de bois et de papier
- Petites centrales hydrauliques

Afin que les petites centrales hydrauliques puissent apporter leur contribution dans la réalisation du but audacieux que s'est fixé Energie 2000, c'est-à-dire augmenter de 5 % la production d'énergie hydraulique d'ici la fin du siècle, il importe non seulement d'arrêter la mort des petites centrales hydrauliques mais aussi de remettre en service les centrales abandonnées et de rénover celles qui sont devenues vétustés. De plus, il faut encourager les nouvelles constructions qui font bon usage de l'eau et qui surtout utilisent la pression excédentaire dans des systèmes de tuyauteries déjà existants comme par exemple dans le cas des réseaux d'alimentation en eau potable.

Le projet DIANE "Petites centrales hydrauliques" démarre une série de projets partiels dont le but est d'encourager une meilleure utilisation du potentiel existant. La présente méthode d'évaluation et d'estimation dans le cadre de transformations et de mises en fonction est le prolongement de l'un de ces projets partiels.

Table des matières

| | | |
|----------|---|------------|
| 1 | Introduction | 1 |
| 2 | Description de la méthode d'évaluation | 5 |
| 3 | Projets de modernisation | 9 |
| 3.1 | Collection des données | 9 |
| 3.2 | Fiches d'évaluation: nécessité, sur le plan technique, du projet de modernisation | 17 |
| 3.3 | Fiches d'évaluation: rentabilité du projet de modernisation | 41 |
| 3.4 | Evaluation d'ensemble du projet de modernisation | 59 |
| 4 | Projet de réactivation | 69 |
| 4.1 | Collection des données | 69 |
| 4.2 | Fiches d'évaluation: nécessité, sur le plan technique, du projet de réactivation | 75 |
| 4.3 | Fiches d'évaluation: rentabilité du projet de réactivation | 91 |
| 4.4 | Evaluation d'ensemble du projet de réactivation | 109 |
| 5 | Annexe: | 119 |
| | Loi fédérale sur la protection des eaux (Extrait) | 119 |

1. Introduction

Il existe un intérêt politico-énergétique à conserver de petites centrales hydrauliques d'un certain âge encore en service ou à les rénover, et à remettre en service des installations abandonnées. Dans ce contexte, les considérations relevant de la rentabilité économique ne doivent pas être laissées de côté. Les chances de modernisation et de remise en service sont, encore et toujours, mesurées selon leur rentabilité. La détermination de la rentabilité d'un projet de modernisation et de remise en service suppose normalement un travail de planification important et coûteux. Un investissement préalable auquel de nombreux propriétaires renoncent alors que pourtant seul le résultat d'une étude adéquate est en mesure de confirmer la faisabilité technique et économique du projet

Le présent manuel offre la possibilité d'évaluer cette faisabilité sans mise en oeuvre d'une étude approfondie.

L'évaluation se fonde sur les données et caractéristiques de l'installation dont la modernisation, respectivement la remise en service est projetée.

Le terme «modernisation» utilisé dans ce manuel comprend, d'une part,

- la transformation d'une installation (automatisation, renouvellement des équipements, extension),

d'autre part,

- le remplacement intégral de l'installation existante.

Celle de ces deux variantes qui se révèle la meilleure ne sera déterminée que lors d'une étape ultérieure de l'étude. Le regroupement de divers paliers fait partie de ce contexte, ce qui implique fondamentalement de nouvelles données d'extension et conduit ainsi, dans de nombreux cas, à des solutions rentables.

Les objectifs de ce manuel sont de faire en sorte que les propriétaires ou exploitants soient en mesure de procéder eux-mêmes à l'évaluation et de mettre ainsi à leur disposition les bases nécessaires.

Le résultat de l'évaluation ne peut et n'est pas censé fournir des données précises et définitives, mais pourrait apporter des indications sur l'opportunité d'un processus de **modernisation**, respectivement **de remise en service d'une petite centrale hydraulique**.

Dans ce contexte, le terme «**opportunité**» sera défini comme suit:

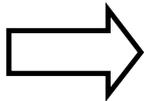
$$\text{Opportunité de modernisation ou de remise en service} = \text{faisabilité technique / écologique} + \text{rentabilité}$$

L'évaluation doit permettre la classification du projet de modernisation, respectivement de remise en service, dans l'une des catégories suivantes

| | | Rentabilité | | |
|--|---|--|---|--|
| | | Modernisation / remise en service économiquement intéressante, pleine de promesses | Modernisation / remise en service, Clarifications ultérieures nécessaires | Modernisation / remise en service économiquement problématique (la réalisation nécessite un grand investissement en travail personnel) |
| Faisabilité sur le plan technique | Modernisation / remise en service à réaliser rapidement | | | |
| | Modernisation / remise en service semble justifiée demande des clarifications | | | |
| | Modernisation / remise en service non urgente ou problématique | | | |

La méthode d'évaluation proposée consiste à compléter de simples fiches d'évaluation sur la base d'un système d'appréciation doté d'une échelle de valeurs, laquelle permet finalement la classification dans l'une ou l'autre des catégories définies.

Le manuel comprend toutes les informations nécessaires au traitement correct de la fiche d'évaluation.



L'approche de la matière, qui est étroitement associée au traitement des fiches, est tout aussi importante que le résultat; ce traitement, qu'il soit suivi de résultats ou non, peut mettre en train tout un processus de prise en considération ou de décision.

La méthode présentée offre, sans équivoque, la possibilité d'un complément ou d'une adaptation individuelle aux situations des installations concernées.

La méthode d'évaluation présentée ici se réfère aux cas dits «normaux». Des installations spéciales, telles que,

- installations de production d'énergie à partir de systèmes existants d'approvisionnement en eau
- centrales en cascades
- installations présentant des caractéristiques exceptionnelles

ne peuvent entrer en considération pour l'application de la méthode d'évaluation précédemment citée.

L'application de la méthode d'évaluation nécessite, en règle générale, moins d'une journée de travail.

2. Description de la méthode d'évaluation

La méthode d'évaluation proposée comprend 4 parties.

En ce qui concerne les projets de modernisation et de rénovation, elle détermine séparément si, techniquement parlant, ces derniers sont opportuns et économiquement rentables.

- Modernisation è réalisable, sur le plan technique?
 è rentable?
- Remise en service è réalisable, sur le plan technique?
 è rentable?

Comme critères d'évaluation, on utilise des «indicateurs», par exemple l'âge de l'installation, les conditions légales d'utilisation en vigueur, l'état de l'installation, les frais d'entretien, les conditions écologiques.

Chaque indicateur, en lui-même, est vérifié sur la base d'une fiche d'évaluation séparée et fournit un résultat sous forme d'un nombre évalué en points. Pour le traitement des fiches d'évaluation, le manuel contient aux chapitres 3 et 4 des informations et directives détaillées.

La somme des points provenant de tous les indicateurs permet finalement la classification de l'installation dans une catégorie précise en ce qui concerne l'opportunité de sa modernisation, respectivement de sa remise en service.

Pour un projet de modernisation, le résultat final de l'évaluation peut alors se résumer, par exemple, de la manière suivante:

«Une modernisation s'impose du point de vue technique; en ce qui concerne la rentabilité, des clarifications ultérieures sont nécessaires»

ou pour un projet de remise en service

«Semble justifié sur le plan technique et intéressant du point de vue de la rentabilité».

Les "indicateurs" choisis en vue de l'évaluation sont:

Installations en service: projets de modernisation

Faisabilité technique

- Age
- Droit d'utilisation
- Etat
- Entretien
- Ecologie

Rentabilité

- Coûts de production d'énergie
- Potentiel d'extension
- Influence du débit résiduel

Installations abandonnées: projets de remise en service

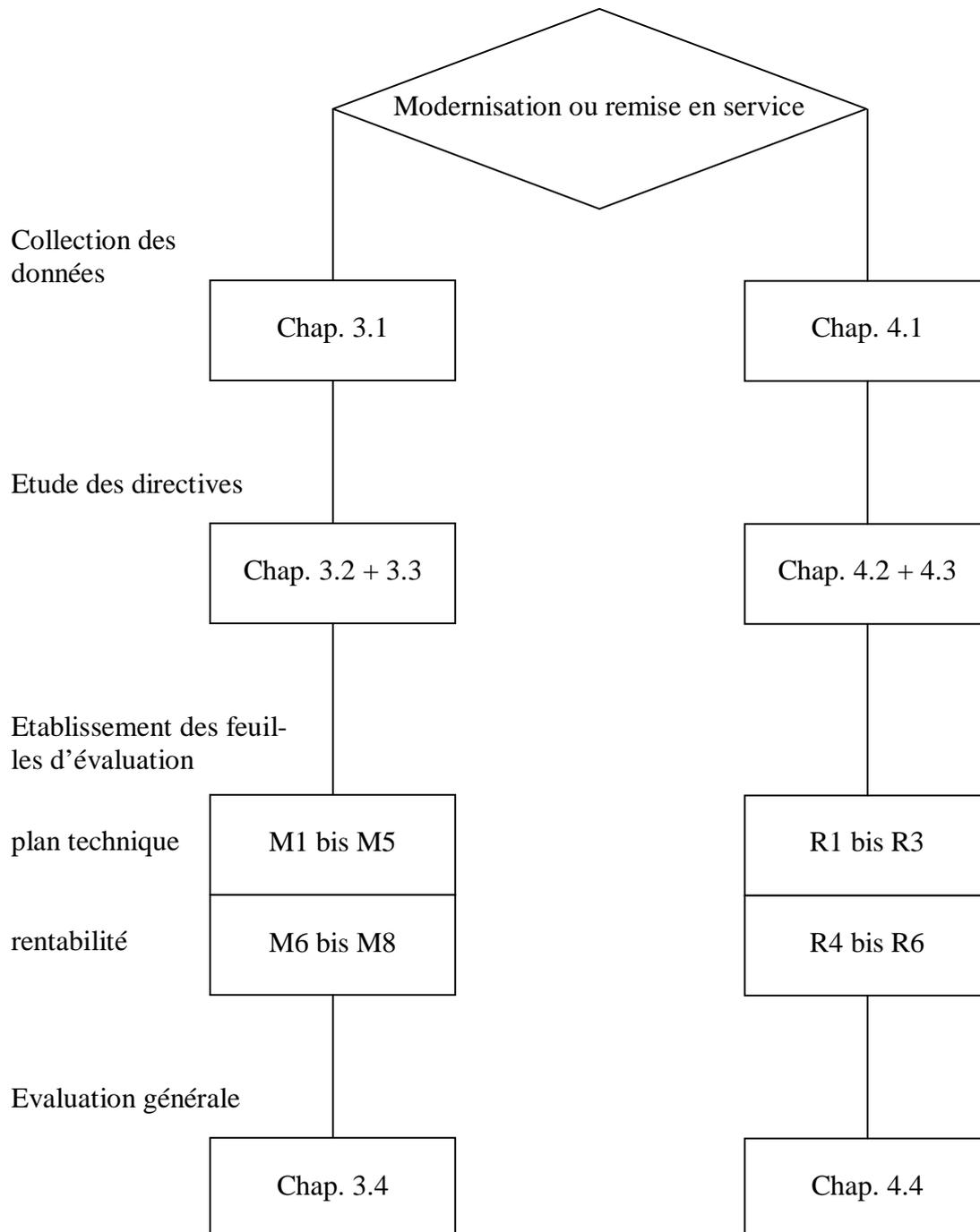
Faisabilité technique

- Droit d'utilisation
- Etat / utilisation ultérieure
- Ecologie

Rentabilité

- Coûts de production d'énergie
- Potentiel d'extension
- Influence du débit résiduel

Procédure



Durée de vie des centrales hydrauliques

| Élément d'installation | Durée de vie | Critères d'évaluation |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Génie civil Barrages, galeries, cavernes et canaux Déversoirs, captages d'eau, routes, Ponts et bâtiments Conduites forcées, blindages et conduits de distribution | <p style="text-align: center;">100 - 150</p> <p style="text-align: center;">50 - 80</p> <p style="text-align: center;">40 - 60</p> | <p style="text-align: center;">Qualité, exigences de sécurité, durée de concession</p> <p style="text-align: center;">sollicitation, matériel</p> <p style="text-align: center;">exigences de sécurité</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> • Installations mécaniques Organes d'obturation <ul style="list-style-type: none"> - Vannes planes et vannes de conduite - Vannes papillon et vannes sphériques Turbines et pompes Engins de levage et service auxiliaires | <p style="text-align: center;">40 - 50</p> <p style="text-align: center;">30 - 50</p> <p style="text-align: center;">30 - 60</p> <p style="text-align: center;">25 - 40</p> | <p style="text-align: center;">Construction, qualité, sollicitation, entretien, exigences de sécurité</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> • Installations électriques Générateurs et transformateurs Installation de courant pour utilisation propre et de secours Matériel haute tension, commutateurs Batteries, installations de protections et de commande | <p style="text-align: center;">30 - 50</p> <p style="text-align: center;">25 - 40</p> <p style="text-align: center;">25 - 50</p> <p style="text-align: center;">15 - 25</p> | <p style="text-align: center;">Construction, qualité, sollicitation, entretien, exigences de sécurité</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> • Installation de transport d'énergie Lignes haute et moyenne tension Conduites électriques sur poteaux en bois | <p style="text-align: center;">40 - 60</p> <p style="text-align: center;">25 - 30</p> | <p style="text-align: center;">Câblage Exigences de sécurité</p> |

3. **Projet de modernisation**

3.1 **Collection des données**

Le questionnaire détaillé des pages suivantes sert à l'examen des informations nécessaires à l'évaluation du bien-fondé d'un projet de modernisation et représente la base pour l'établissement des fiches d'évaluation suivantes.

Directives pour l'établissement de la collection de données

A la fin du questionnaire se trouvent des esquisses représentant des types de centrales hydrauliques et leurs composantes: elles servent à une meilleure compréhension des «termes techniques» énumérés dans les questionnaires.

Données et caractéristiques techniques

Indiquez les données que vous connaissez. Si une composante manque ou que vous n'êtes pas sûr, veuillez laisser la rubrique vide ou écrire l'expression «env.» devant le chiffre.

Unités de mesure

Veuillez également tenir compte des unités de mesure proposées dans le questionnaire.

Au cas où vous auriez d'autres unités dans vos documents, veuillez les indiquer, par exemple:

- *débit d'équipement* *250 litres/secondes*

Dans le cas des équipements électriques et mécaniques, il est préférable d'indiquer les données et caractéristiques figurant sur les plaquettes des fabricants.

DIANE**Collection de données en vue d'une modernisation****Installations encore en fonction****Généralités:**

- **Type d'installation**
(centrale au fil de l'eau, usine sur canal de dérivation, centrale d'accumulation avec réservoir d'accumulation et conduite forcée)
- **Entrée en fonction de l'installation actuelle**
- **Type et durée de la concession**
- **But de l'installation**
(production de courant, pas de production de courant)

Nom de l'installation

- énergie électrique
 énergie mécanique

Données techniques, disposition

- **Niveau d'eau amont**
- **Niveau d'eau aval**
- **Hauteur de chute brute**
(niveau amont - niveau aval)
- **Débit d'équipement**
(selon concession)
disponible en moyenne annuelle
- **Débit maximum turbiné**
- **Puissance totale de l'installation**

eau amont max.
meau amont min.
meau aval min.
meau aval max.
mH max.
mH min.
mm³/s

jours

m³/s

kW

| | | | |
|---|--|---|----------------|
| - | Production annuelle d'énergie | <input type="text"/> | kWh |
| - | Type de barrage (fixe, vannes de barrage mobiles) | <input type="text"/> | |
| - | Canal amont | <input type="radio"/> disponible <input type="radio"/> non disponible | |
| | | longueur: | m |
| | | largeur: | m |
| | | profondeur: | m |
| - | Canal aval | <input type="radio"/> disponible <input type="radio"/> non disponible | |
| | | longueur: | m |
| | | largeur: | m |
| | | profondeur: | m |
| - | Bassin d'accumulation | <input type="radio"/> disponible <input type="radio"/> non disponible | |
| | | contenance | m ³ |
| - | Conduite forcée | <input type="radio"/> disponible <input type="radio"/> non disponible | |
| | | longueur: | m |
| | | diamètre: | m |
| | | matériel: | |
| - | Bâtiment de la centrale (séparé, intégré dans la centrale) | <input type="text"/> | |
| - | Existe-t-il des plans de l'installation? | <input type="text"/> | |

Remplir une feuille séparée pour chaque groupe de machines

Equipement électromécanique

- **Nombre de groupes de machines**

- **Type de turbines**
(Francis, Pelton, Kaplan, axiale)

- Débit d'eau nominal par turbine

m³/s

- Puissance nominale par turbine

kW

- Heures de fonctionnement par année

h

- Année de mise en service

- **Type de générateur**
(selon plaquette)

Puissance nominale par générateur

kVA

Tension nominale

V

Année de mise en service

- **Transformateur**

Puissance nominale

kVA

Haute tension / basse tension

Année de mise en service

- **Armoire de commande**

Puissance nominale

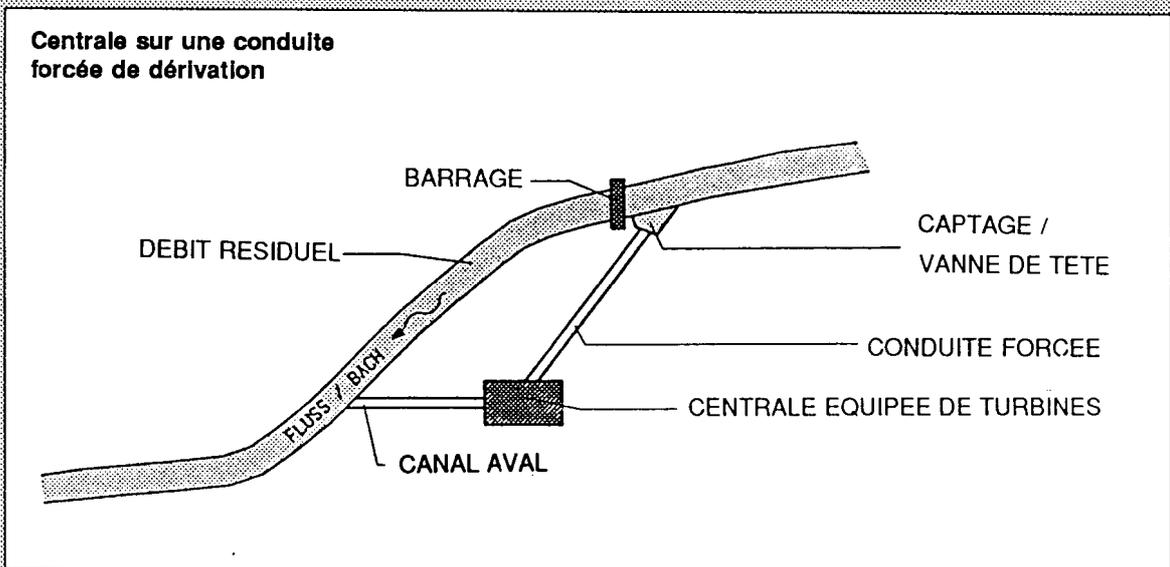
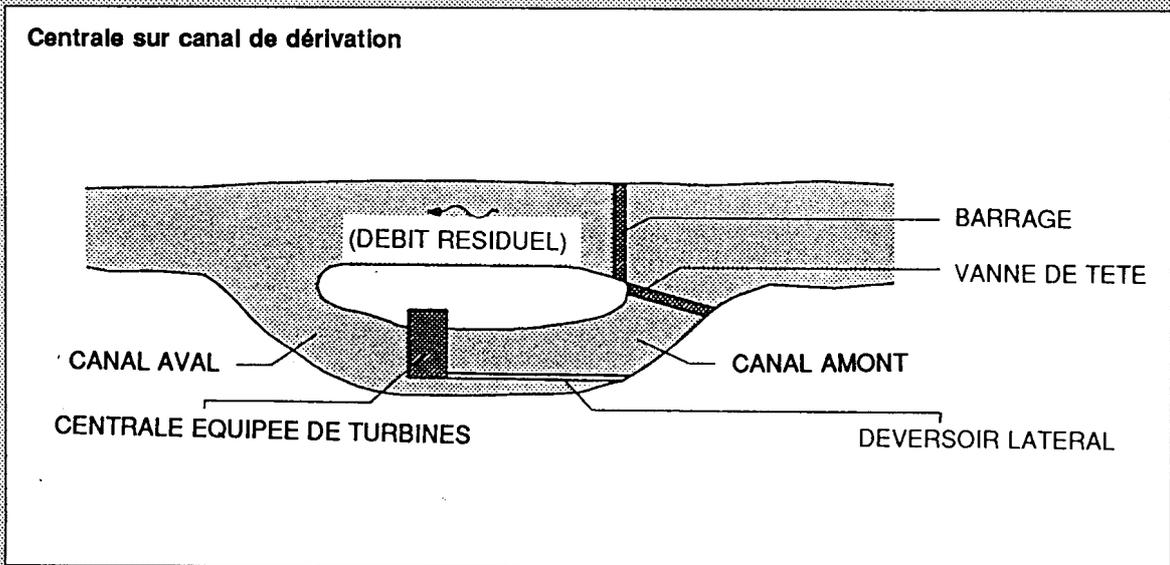
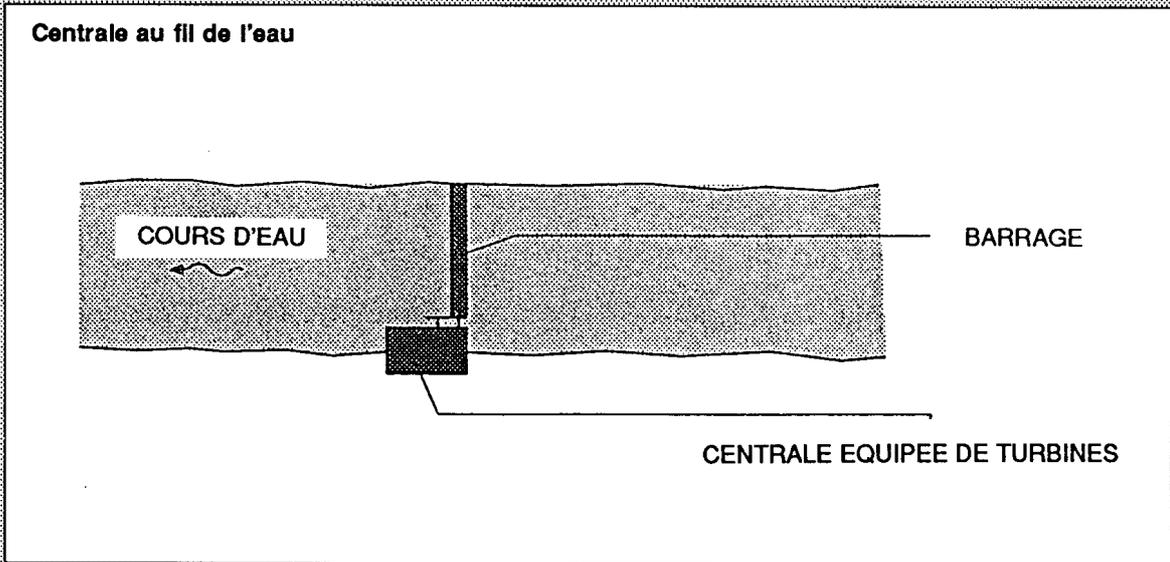
kVA

Disjoncteur de puissance, type

Année de mise en service

Exploitation / entretien

- **Mode de fonctionnement**
(permanent, de jour seulement, automatique, semi-automatique)
- **A qui délivre-t-on du courant?**
(entreprises électriques locales, consommation propre)
- **Régulation du niveau d'eau** disponible non disponible
- **Commande à distance, surveillance à distance** disponible non disponible
- **Mises hors service par année**
pour travaux planifiés et non planifiés jours
- **Année de la dernière grande révision**
- **Personnel d'exploitation et d'entretien** hommes X années
- **Quelles perturbations importantes**
sont intervenues ces dernières années?



3.2 Fiches d'évaluation: Faisabilité technique du projet modernisation

Pour juger de la faisabilité technique et écologique, cinq indicateurs sont pris en compte (âge, droit d'utilisation des eaux, état, entretien, et écologie).

| | |
|-----------|-------------------------------------|
| M1 | Age |
| M2 | Droit d'utilisation des eaux |
| M3 | Etat |
| M4 | Entretien |
| M5 | Ecologie |

DIANE**Fiches d'évaluation M1: Age**

L'âge d'une petite centrale hydraulique est un indicateur de sa durée de vie restante, de même que de son potentiel d'amélioration au cas où l'installation subit une rénovation.

En grandes lignes, on peut dire que la modernisation d'une centrale est d'autant plus rentable que cette dernière est ancienne. Toutefois, les diverses composantes d'une centrale hydraulique vieillissent de manière inégale et plus ou moins rapidement. La durée de vie des composantes individuelles dépend, d'une part, de la qualité de l'exécution initiale et, d'autre part, des soins apportés dans le cadre de l'exploitation et de l'entretien dont elles ont été l'objet. Cependant un entretien minutieux et régulier ne peut empêcher que des dommages et des interruptions d'exploitation s'amplifient avec des composantes prenant de plus en plus d'âge.

Sur ce point, la fiche d'évaluation «AGE» tient compte du processus de vieillissement, en ce sens que l'âge des composantes d'une centrale hydraulique est évalué individuellement.

Quatre groupes de composantes séparés sont soumis à l'évaluation, plus précisément

- turbines
- générateurs, transformateurs, installations électriques
- conduite forcée, vannes
- génie civil

Pour chacun de ces éléments, une évaluation par points correspondant à la durée de vie est établie à l'aide d'un simple graphique. La moyenne des composantes prises en considération donne l'évaluation générale de la fiche d'évaluation AGE.

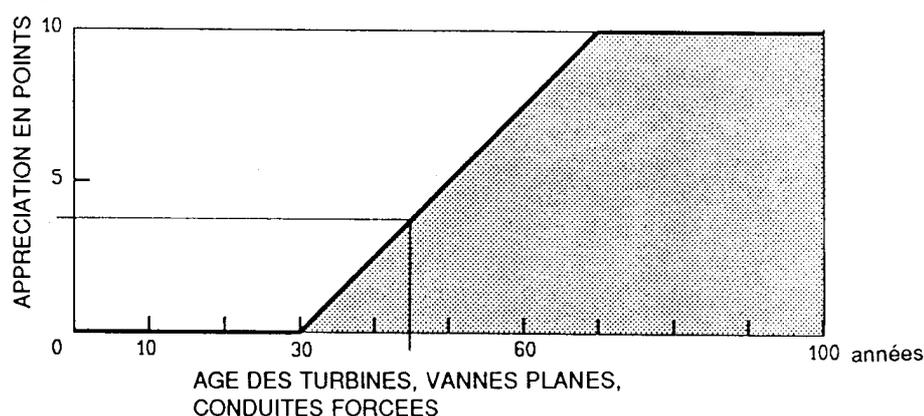
Les graphiques d'évaluation ont été établis sur la base d'une publication de l'ASE (Association des entreprises électriques suisses) sous le titre «Durée de vie d'installations à base de forces motrices d'origine hydraulique» (tableau, voir page 8).

Souvent, par le passé, des éléments de la centrale ont fait l'objet d'extensions, de modifications ou de renouvellements partiels. Il est dès lors possible que des constructions se révèlent nettement plus anciennes que les groupes de machines. La prise en considération de telles différences est importante. Si des parties déterminantes d'une composante ont été rénovées, par exemple remplacement de la roue motrice de la turbine ou rebobinage à neuf du générateur, il faut indiquer sous l'âge de la turbine ou du générateur, le temps qui s'est écoulé depuis le remplacement de la roue motrice, respectivement depuis le rebobinage à neuf.

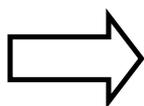
Exemple d'évaluation:

La turbine de la centrale hydraulique soumise à évaluation a 45 ans.

- Utilisez le graphique pour turbines de la fiche d'évaluation M1.
- Tracez, à partir de la valeur 45 de l'axe horizontal «Age», une ligne verticale jusqu'à l'intersection avec la droite d'appréciation.
- A partir du point d'intersection, tracez une ligne horizontale jusqu'à l'axe vertical «Appréciation en points», ce qui donne une appréciation équivalant à 4 points.
- Reportez cette valeur dans le petit tableau au bas de la fiche d'évaluation.

Age des turbines

- Procédez de la même manière pour les générateurs, transformateurs, conduites forcées ou vannes planes et génie civil.

Remarque:

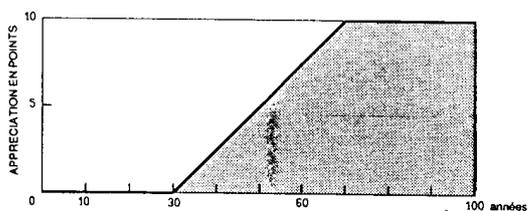
Si une installation ne dispose ni d'une conduite forcée, ni de vannes planes, laissez cette appréciation vide. L'appréciation moyenne sera déterminée en divisant le total des points par 3 (au lieu de 4).

DIANE

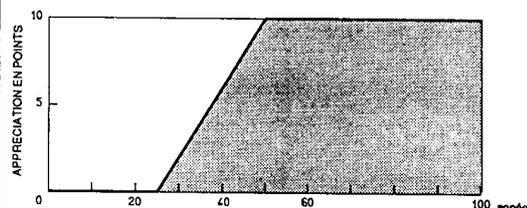
Age

M1

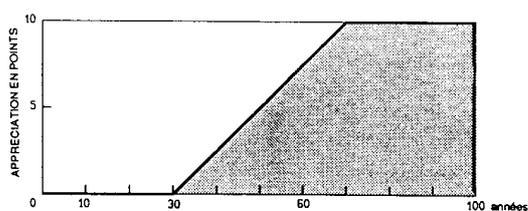
Age des turbines



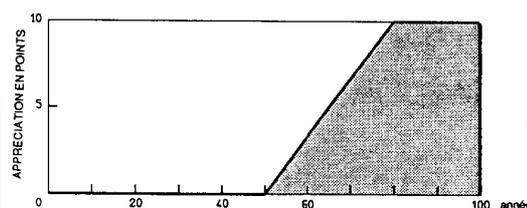
Age des générateurs, transformateurs



Age de la conduite forcée, vannes planes



Age des ouvrages de génie civil



| Eléments d'installation | Age | Points |
|--------------------------------|-------|--------|
| Turbines | | |
| Générateurs, transformateurs | | |
| Conduite forcée, vannes planes | | |
| Génie civil | | |
| Sous-total en points | | |

Estimation en points = $\frac{\text{Sous-total points}}{\text{Nombre des éléments d'installation soumis à évaluation}}$ =

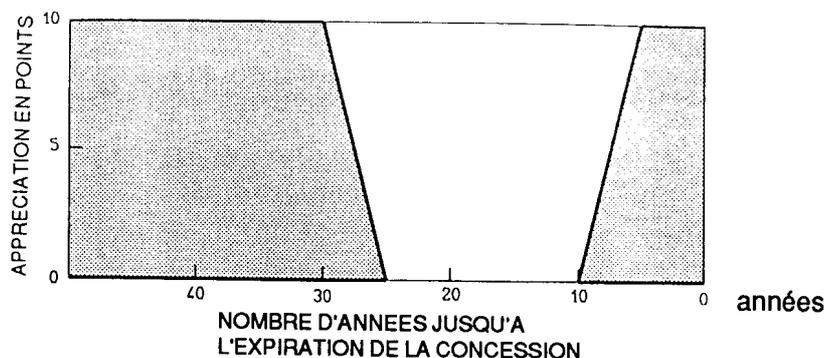
DIANE

Fiches d'évaluation M2: Droit d'utilisation des eaux

Les conditions du droit d'utilisation des eaux sont prises en considération en qualité d'indicateur suivant dans le cadre de la nécessité d'une modernisation d'une petite centrale hydraulique.

Dans ce cas, la durée du droit d'eau en vigueur, mais également d'éventuels avantages et inconvénients liés à la rénovation ou à la prolongation du droit, doivent être pris en considération.

En ce qui concerne la durée s'étendant jusqu'à l'expiration du droit d'eau (concession), la fiche d'évaluation contient un graphique d'appréciation basé sur les considérations suivantes.



Durée jusqu'à expiration de la concession

- 0 - 5 ans L'ampleur de la modernisation d'une petite centrale hydraulique devrait faire l'objet de réflexions approfondies dans les plus brefs délais. Si le délai relatif à l'expiration de la concession est dépassé, les possibilités de négociation de l'exploitant se trouvent sensiblement restreintes (**10 points**).
- 5 - 10 ans Cette phase est considérée comme n'étant pas encore critique, de telle manière qu'une échelle d'appréciation allant de **0 à 10 points** est appliquée (ça cas d'intention de procéder à des modernisations, des contacts avec les cantons sont cependant indiqués au cours de cette phase).
- 10 – 25 ans Pour un tel laps de temps allant jusqu'à l'expiration de la concession, il n'existe, du point de vue du droit d'utilisation des eaux, aucune urgence en ce qui concerne une rénovation. Les investissements, durant ce laps de temps, doivent être examinés avec un soin particulier. **Estimation en points = 0.**
- Plus de 30 ans Pour une durée de cet ordre, des investissements pour une rénovation devraient valoir la peine, compte tenu d'un droit d'eau encore existant. Pour cette raison nous fixons pour ce laps de temps **10 points**.

Si le droit d'utilisation des eaux est illimité (droit ancien hors concession), il a une influence favorable sur un projet de modernisation -> 8 points, mais seulement dans le cas où la nouvelle puissance installée ne fait pas appel à une hauteur de chute ou à un débit d'équipement supérieurs aux valeurs définies dans le droit d'eau. En dépit d'un droit d'eau illimité, les prescriptions exigées relevant de la loi fédérale sur la protection des eaux prévalent en cas de modernisation.

Pour une appréciation des conditions du droit d'eau, ce ne sont pas seulement la durée jusqu'à l'expiration du droit, mais également les avantages et désavantages liés à un renouvellement de la concession qui entrent en ligne de compte.

Avantages éventuels

Ces derniers peuvent varier selon les cantons; il pourrait cependant s'agir de:

- Renoncement du canton aux redevances sur les eaux
- Décharge d'obligations d'entretien, par exemple de canaux, d'étangs et de routes
- Subventions et contributions liées à une nouvelle concession

Les avantages éventuels doivent être appréciés, lors de l'évaluation personnelle, avec un nombre de points situé entre 0 et 5, nombre qui doit être ajouté à celui déterminé pour la durée du droit d'eau.

Inconvénients éventuels

- Obligations découlant de la mise en application de la loi sur la protection des eaux
- Obligations en relation avec la construction d'une installation de nettoyage de la grille et de l'élimination des déchets de dégrillage.

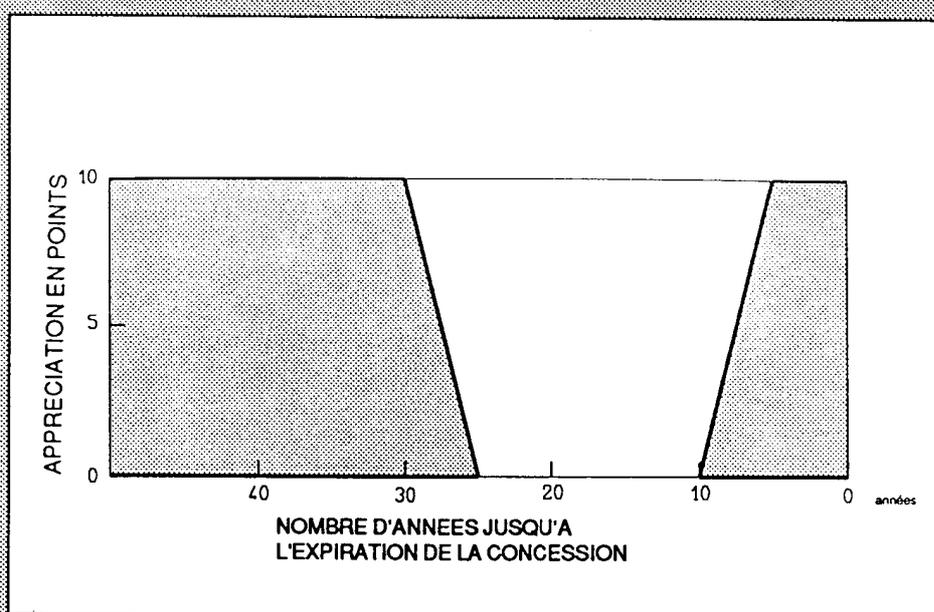
Les désavantages éventuels doivent être appréciés, lors de l'évaluation personnelle, avec un nombre de points situé entre 0 et 5, nombre qui doit être soustrait de celui déterminé pour la durée du droit d'eau.

Exemple d'estimation

Une petite centrale hydraulique encore en fonction se trouve à 5 ans de l'expiration de la concession. Dans cette situation, le graphique de la fiche d'évaluation donne une valeur de 10 points, ce qui signifie qu'une rénovation ou une décision concernant une exploitation ultérieure semble urgente si l'on considère la situation sous l'angle des droits d'eau.

Le propriétaire de la centrale est cependant d'avis qu'une nouvelle concession pour une exploitation ultérieure entraîne des obligations désavantageuses. Il estime ces inconvénients à 4 points, lesquels doivent être inscrits dans la rubrique « Inconvénients / obligations ».

Le nombre de points total de l'indicateur «Droit d'utilisation des eaux» s'élève ainsi à $10 - 4 = 6$ points.

DIANE**Droit d'utilisation des eaux****M2**

| | | Appréciation en points |
|---|-----------------------------|------------------------|
| Années jusqu'à l'expiration de la concession | ..... | .....* |
| La nouvelle concession amène-t-elle des avantages? | additionnez 0 - 5 points | ..... |
| La nouvelle concession amène-t-elle des inconvénients? Faut-il s'attendre à des obligations importantes? | soustrayez 0 - 5 points | ..... |

* En cas de droits d'utilisation illimités (droits hors concession), il faut inscrire à cet endroit 8 points.
Si la concession est arrivée à échéance, il faut inscrire 0 point.

Nombre total de points (max. = 10)

.....

| | |
|--------------|---|
| DIANE | Fiches d'évaluation M2: Etat de l'installation |
|--------------|---|

L'état et l'aptitude fonctionnelle des composantes principales de l'installation représentent un indicateur important pour l'examen de l'opportunité d'une rénovation d'une petite centrale hydraulique. En effet, si d'importants éléments de l'installation doivent faire l'objet de réparations substantielles ou, en cas de défaillances dans le cadre du fonctionnement de l'exploitation, des clarifications en vue d'une rénovation partielle ou générale sont de mise.

Il suffit, dans ce cas, de se concentrer sur une évaluation approximative des composantes principales; les éléments de plus faible dimension, de coût moindre, sont la plupart du temps remis en état ou remplacés dans le cadre de travaux d'entretien courants.

Dans ce sens, la fiche d'évaluation M3 «ETAT», libellée sous forme d'une check-liste, se limite aux composantes principales suivantes:

- turbine(s)
- générateur(s)
- transformateur(s) et installations électriques
- génie civil
- conduite forcée
- vannes de barrage, vannes de tête

La vérification de l'état et de l'aptitude fonctionnelle de ces éléments d'installation, liée à la détermination de leur durée de vie restante, se révèle être souvent une entreprise périlleuse. Une évaluation fiable requiert une expérience professionnelle, des procédures de vérification adaptées et une connaissance de l'« histoire » de l'installation en ce qui concerne sa construction et son exploitation. D'un autre côté, les propriétaires et exploitants de petites centrales connaissent, en règle générale, tellement bien leurs installations qu'ils sont parfaitement en mesure de procéder, sur la base de leur seule expérience, à une évaluation personnelle qui soit digne de confiance.

Pour ces raisons, votre évaluation est bel et bien la meilleure et la plus pertinente en ce qui concerne une appréciation approximative de l'état selon la fiche M3.

Aides en vue de l'appréciation

D'une manière générale, l'échelle de points allant de 0 à 10 points doit être utilisée comme suit:

- 0 point: L'élément d'installation ne pose pas de problèmes d'exploitation et il ne faut pas s'attendre à d'importants dommages dans les 10 prochaines années. L'élément d'installation est en bon état et remplit sa fonction de manière sûre et fiable.
- 5 point: Des travaux d'assainissement et de réparation de plus grande envergure sont probables dans les 5 à 10 ans à venir. Les structures de la construction présentent des signes de vieillissement, mais sont encore sûres. Les équipements électromécaniques sont dans un état acceptable, la fiabilité dans le cadre de l'exploitation est cependant réduite.
- 10 point: L'état de l'élément d'installation est mauvais et des travaux de remise en état de plus grande envergure ou un remplacement seront nécessaires dans les 5 ans à venir.

Le responsable chargé de la fiche d'évaluation est invité, sur la base de son expérience et de sa sensibilité, à utiliser, dans sa totalité, l'échelle d'appréciation de 0 à 10.

Le responsable peut également ajouter à la liste des éléments complémentaires, qui ont une importance pour son installation, et apprécier ces derniers de la même manière avec l'échelle de points allant de 0 à 10.

D'autre part, les éléments énumérés qui ne figurent pas dans l'installation soumise à évaluation (conduite forcée, par exemple), ne doivent pas être appréciés et l'estimation prévue ne doit pas figurer explicitement.

Le résultat général de l'appréciation de l'état est déterminé sous forme de la moyenne de tous les éléments d'installation, respectivement des positions, cela signifie que l'on obtient une valeur générale d'appréciation située entre 0 et 10 points.

Directives complémentaires concernant l'interprétation de la fiche d'évaluation M3

Turbine(s) Dans le cas de petites centrales disposant de plus d'un groupe de machines,
Générateur(s) l'évaluation doit se faire pour la turbine qui se trouve dans le plus mauvais état, respectivement pour le générateur le plus défectueux.

Transformateurs avec PCB (PCB = biphényles polychlorurés)

L'ordonnance sur les matières «Omat» des autorités fédérales stipule que, jusqu'au 31 août 1998, tous les appareils qui utilisent des PCB comme diélectriques, et également tous les transformateurs à huile présentant une teneur de plus de 50 milligrammes (50 ppm) par kilogramme d'huile, doivent être mis hors service et dépollués, respectivement nettoyés de façon appropriée.

Si des transformateurs ou d'autres appareils sont utilisés avec le PCB hautement toxique, la position correspondante doit être appréciée avec 8 points.

Remarque:

L'Association des fabricants suisses de transformateurs a édité une publication, «PCB dans des transformateurs de distribution et de grande dimension», qui examine les propriétés des PCB, leurs bases légales, leur contrôle et leur élimination.

Génie civil L'évaluation s'étend sommairement aux ouvrages les plus importantes. Elles doivent être appréciées d'après l'échelle de points recommandée allant de 0 à 10, selon la manière dont les problèmes d'exploitation individuels se répercutent sur l'exploitation de la centrale. Dans ce cas, nous avons également: pas de répercussion = 0 point, grande répercussion = 10 points.

Conduite forcée Dans ce paragraphe, les questions sont posées séparément selon le type de construction des conduites forcées. Alors que des conduites forcées rivetées ou en fonte peuvent encore se révéler absolument sûres après plus de 50 ans, ceci n'est pas le cas pour les conduites soudées au chalumeau oxy-acétylénique. Ces conduites ont été fabriquées, en règle générale, avant 1950 et sont considérées comme dangereuses; elles doivent donc être appréciées avec le maximum de points, c'est-à-dire 10.

Vannes de barrage et vannes de tête

Il est admis, en règle générale, que l'écoulement des crues et le charriage des sédiments doivent être assurés.

La réglementation qui veut qu'une crue exceptionnelle, même si elle intervient une fois par millénaire, puisse être absorbée, est valable.

En ce qui concerne la capacité d'absorption des crues, il faut également prendre en considération les risques de dommages locaux sur la base des conditions et des expériences existant sur le site.

S'il existe, sur la base des conditions locales, un besoin d'intervention en vue de l'amélioration des possibilités concernant l'absorption des crues, la position correspondante de la fiche d'évaluation M3 doit être appréciée avec une valeur située entre 5 et 10 points.

| DIANE | Etat de l'installation | | M3 |
|---|---|------------------------------|---------------------|
| Elément d'installation | Etat/Problème d'exploitation de l'installation existante | Marge d'appréciation* | Appréciation |
| Turbine | Limitation de puissance nécessaire | 0 - 10 | ..... |
| | Dommages de cavitation, corrosion et érosion | 0 - 8 | ..... |
| | Fissures sur des éléments importants | 0 - 10 | ..... |
| Générateur | Etat général et problèmes d'exploitation | 0 - 10 | ..... |
| | Fréquence de dégâts aux paliers | | |
| Transformateur et installation électrique | Etat général et fréquence d'erreurs | 0 - 10 | ..... |
| | En cas de transformateur avec PCB | 0 ou 8 | ..... |
| Génie civil (canaux, digues, tunnels, réservoirs) | Défauts d'étanchéité en augmentation | 0 - 10 | ..... |
| | Sécurité et stabilité en danger | 0 - 10 | ..... |
| | Risque de dommages (lié à une défaillance de l'installation) | 0 - 10 | ..... |
| | Existe-t-il une érosion inadmissible? | 0 - 10 | ..... |
| | Existe-t-il des dépôts de sable ou de sédiments gênants? | 0 - 8 | ..... |

| | | | |
|--|--|----------|-------|
| Conduite forcée | Etat de la conduite forcée rivetée ou en fonte | 0 - 10** | ..... |
| | Conduite soudée construite avant 1950 | 10** | ..... |
| | Apparition de corrosion | 0 - 8 | ..... |
| Vannes de barrage Vannes de tête | Capacité d'absorption des crues insuffisante | 5 - 10 | ..... |
| | Fuites | 0 - 8 | ..... |
| | Etat, érosion et corrosion | 0 - 8 | ..... |
| Eléments d'installation complémentaires | | | |
| Total des points d'appréciation |  |  | ..... |
| Nombre de positions appréciées |  |  | ..... |
| Appréciation moyenne en points |  |  | ..... |
| <p>* Nombre de points élevé: mauvais état / importants problèmes d'exploitation</p> <p>** Il n'y a qu'une seule position à apprécier</p> | | | |

DIANE**Fiches d'évaluation M4:
Entretien**

Les dépenses et besoins en entretien sont un autre indicateur permettant de se rendre compte si une petite centrale hydraulique doit faire l'objet d'une rénovation. En effet, une rénovation permettrait de réduire fortement les travaux d'entretien futurs.

Comme mesure des besoins en entretien, on peut prendre les arrêts d'exploitation de l'installation, lesquels doivent être appréciés selon la feuille d'évaluation M4.

Un «arrêt d'exploitation» est défini ici par la somme des arrêts d'exploitation à la suite de défaillances et de travaux d'entretien programmés. La durée annuelle au cours de laquelle l'installation ne peut être en fonction, du fait de réparations ou de travaux d'entretien, est dénommée «non disponibilité» et est exprimée en pourcentage (la notion inverse «disponibilité» est définie comme étant la durée pendant laquelle l'installation est disponible pour l'exploitation ou, en d'autres termes, 100% moins la non disponibilité).

Il n'est pas tenu compte dans les notions «disponibilité » et «non disponibilité» du niveau de production qui aurait pu être réalisé durant les périodes de mises hors service.

Des contrôles statistiques effectués sur les centrales hydro-électriques ont donné des disponibilités moyennes de plus de 95%. Il n'a pas été constaté de différence significative en rapport avec la puissance de la centrale.

Dans le graphique d'évaluation de la disponibilité et de la non disponibilité par suite de travaux d'entretien planifiés et non planifiés, une mise hors service de 0 à 3% est estimée à 0 point, alors qu'une mise hors service de 10% est considérée comme critique -> 10 points.

3 % de durée d'immobilisation correspondent à 260 heures ou 11 jours

10 % de durée d'immobilisation correspondent à 870 heures ou 36 jours

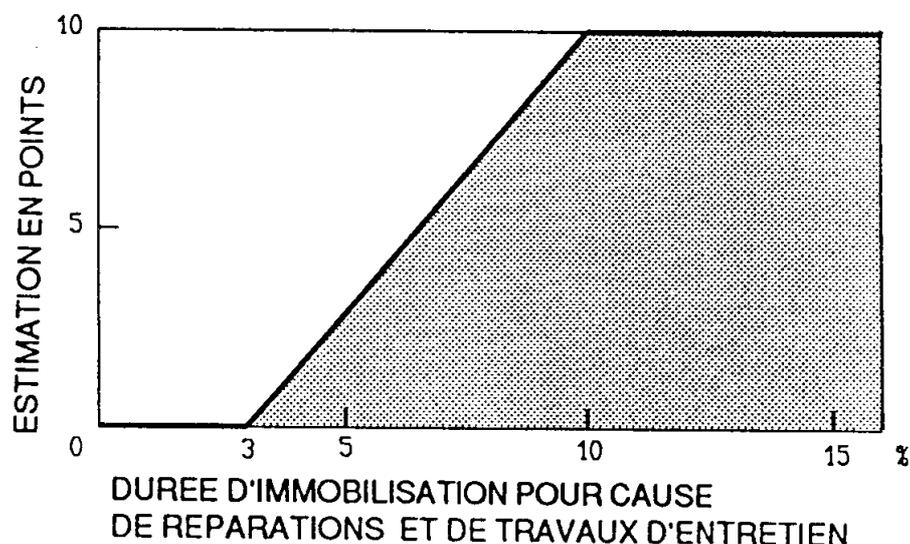
Pour que les durées d'immobilisation soient représentatives, elles devraient être calculées sur la base d'une valeur moyenne sur plusieurs années. Cela permettrait de garantir que les valeurs comprennent également des travaux d'entretien planifiés, qui ne sont pas effectués chaque année.

Dans la plupart des centrales, les périodes d'immobilisation, à part les chiffres de production, sont enregistrées et notées. Il ne devrait pas être difficile, en règle générale, de déterminer les durées d'immobilisation correspondantes.

Au cas où de tels relevés ne sont pas disponibles, la durée d'immobilisation devrait être estimée par le personnel d'exploitation.

Exemple d'estimation pour une petite centrale disposant de plus d'un groupe de machines.

- Durée d'immobilisation annuelle moyenne du groupe 1 = 280 heures
- Durée d'immobilisation annuelle moyenne du groupe 2 = 490 heures
- Durée d'immobilisation totale des deux groupes = 770 heures
- Durée d'immobilisation moyenne de la centrale $\frac{770}{2 \cdot 8760} \cdot 100 = 4.4\%$
- Estimation = 2 points



| | |
|--------------|---|
| DIANE | Fiches d'évaluation M5: Ecologie |
|--------------|---|

Lors d'une première évaluation approximative pour savoir si la rénovation d'une petite centrale est réalisable, la question de sa compatibilité écologique se pose également.

Dans ce sens, un autre indicateur, l'«**ÉCOLOGIE**», est pris en compte dans le cadre de la procédure d'évaluation.

Principe d'estimation

Estimation élevée (max. 10 points) pour des installations ne présentant pas d'inconvénients, écologiquement parlant.

Estimation basse pour des installations dans lesquelles l'accomplissement des charges relevant de l'écologie moderne s'avère problématique et coûteux.

Lors de la modernisation d'une petite centrale hydraulique, les ordonnances de la loi sur la protection des eaux (LEaux, voir annexe) doivent être satisfaites. Dans ce contexte, le souci principal du législateur concerne la protection intégrale des eaux, y compris celles utilisées pour la force motrice, de même que la protection de la faune et de la flore de ces eaux.

Dans le cadre des clarifications préliminaires, les charges qui sont liées à l'écologie se réduisent cependant à quelques questions seulement, lesquelles figurent dans la fiche d'évaluation M5.

Questions retenues

- *Question concernant la liberté de déplacement des poissons dans une eau utilisée*

Il est évident que là où l'eau utilisée n'est pas une eau piscicole, cette question est superflue, c'est-à-dire que l'on peut répondre à la question avec 10 points.

Dans le cas normal d'une eau piscicole, il s'agit, dans le cadre de la LEaux, de s'assurer de la liberté de déplacement des poissons.

Si ce n'est pas déjà le cas, il faut prévoir, lors d'une rénovation, des installations telles qu'échelles à poissons, passes à poissons ou autres installations semblables.

- ***Question concernant le nettoyage de la grille et l'élimination des déchets de dégrillage***

Selon les exigences de la plupart des ordonnances cantonales, il est exigé que les déchets accumulés dans la grille d'entrée soient retirés des eaux et ensuite éliminés conformément à la loi.

Au cas où ces conditions ne seraient pas déjà remplies, elles devraient l'être au plus tard lors de la rénovation d'une centrale hydraulique.

- ***Compatibilité de la centrale avec l'environnement sous forme de son intégration dans la nature et dans le paysage***

Cette intégration, qui dans de nombreux cas de petites centrales est déjà réalisée, a une influence, en général positive, sur l'obtention d'autorisations de rénovations et d'extensions.

Nous savons par expérience que nombreux sont les propriétaires de petites centrales qui considèrent leur installation comme étant bien intégrée dans le paysage. Il faudrait donc, dans la mesure du possible, répondre objectivement à la question.

Il faut souligner, une fois encore, que la compatibilité d'une centrale avec l'environnement comprend d'autres aspects encore.

Il s'agit cependant, dans ce cas, de clarifications préliminaires, lesquels sont destinées à une évaluation approximative devant permettre de se rendre compte si un projet de rénovation s'accompagne de conditions favorables du point de vue écologique.

Question concernant les débits résiduels

Dans le cadre de ce concept d'appréciation, la question des débits résiduels est traitée dans la partie RENTABILITE.

Remarque

Il s'agit de signaler que certains cantons «récompensent» les efforts en vue de la création d'une configuration de centrales écologiquement compatible. Par exemple:

- Dans le canton de Berne, les aides sous forme d'investissements sont liées au respect de la loi sur la protection des eaux.
- Dans le canton de Zurich, il existe des réductions de redevances sur les eaux en cas de projets irréprochables écologiquement parlant.

| DIANE | Ecologie | M5 |
|--|-----------------|----------------------------------|
| Liberté de déplacement des poissons: | | |
| Est-ce que l'eau turbinée provient de cours d'eaux piscicoles? | | oui = 0 point non = 10 points |
| | | |
| <i>Si oui:</i> | | |
| Existe-t-il une passe ou une échelle à poissons, la liberté de déplacement des poissons est-elle par ailleurs assurée? | | oui = 10 points non = 0 point |
| | | |
| Total |  | ..... |
| Nettoyage de la grille | | |
| Est-ce qu'il existe une installation de nettoyage de la grille? | | oui = 5 points non = 0 points |
| | | |
| <i>Si oui:</i> | | |
| Est-ce que les déchets de dégrillage sont éliminés? | | oui = 5 points |
| | | |
| Total |  | ..... |
| Image du paysage: | | |
| Est-ce que les installations de la centrale sont bien intégrées au paysage? | | 5 à 10 points |
| | | |
| Sous-total des points obtenus | | |
| | | |
| Nombre de positions évaluées (3 au maximum) | | |
| | | |
| Estimation moyenne des points |  | ..... |

3.3 Fiches d'évaluation: Rentabilité d'un projet de modernisation

Pour une évaluation approximative, trois indicateurs sont pris en compte, plus précisément les coûts de production d'énergie, le potentiel d'extension de même que les pertes de production éventuelles dues à de nouvelles prescriptions touchant les débits résiduels.

Dans ce contexte, les coûts de production d'énergie estimés à partir des données concernant l'installation existante ont certainement le poids le plus important. Le potentiel d'extension et les pertes de production basés sur les prescriptions relatives aux débits résiduels peuvent encore influencer sensiblement la rentabilité.

| | |
|-----------|--------------------------------------|
| M6 | Coûts de production d'énergie |
| M7 | Potentiel d'extension |
| M8 | Débit résiduel |

DIANE**Fiches d'évaluation M6:
Coûts de production d'énergie**

Le graphique de la fiche d'évaluation M6 «Coûts de production d'énergie» permet la lecture d'une estimation de l'énergie produite par la centrale. Les effets d'un éventuel débit résiduel ne sont pas encore pris en considération. Comme point de départ, nous avons les trois valeurs caractéristiques suivantes de l'installation existante, P (puissance), H (hauteur de chute) et f (degré d'utilisation). A partir de ces trois grandeurs on détermine la valeur d'abscisse

$$\sqrt{P \cdot H \cdot f}$$

qui représente une valeur caractéristique des coûts d'énergie produite.

Valeurs caractéristiques

Individuellement, les 3 valeurs caractéristiques ont les répercussions suivantes sur la rentabilité:

Puissance P: Avec une centrale présentant une puissance croissante, les coûts spécifiques de ses installations (coûts par kW de puissance installée, par exemple) diminuent. Pour cette raison, lorsque la puissance croît, la rentabilité augmente en règle générale.

De manière simplifiée, on peut dire: plus la puissance est élevée, meilleure est la rentabilité.

Hauteur de chute H:

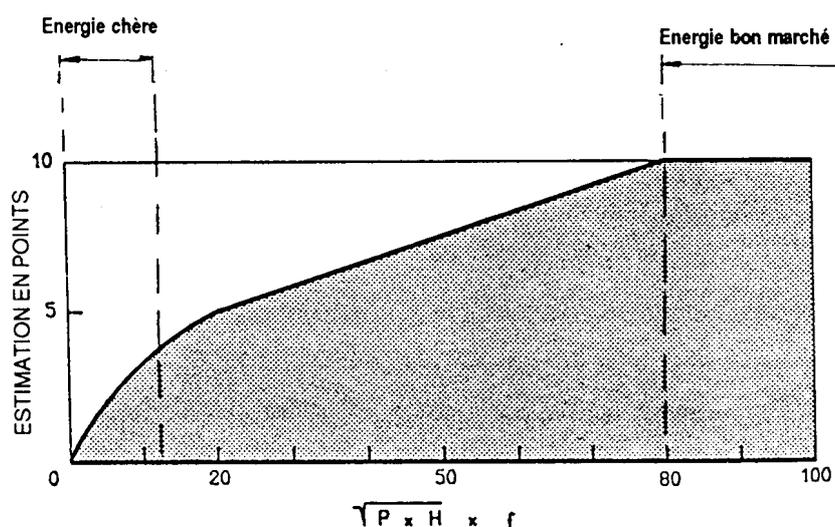
La hauteur de chute est bien la grandeur qui présente le plus d'influence sur la rentabilité d'une centrale hydro-électrique. A puissances égales, les dimensions des éléments composant les installations responsables des aménées d'eau diminuent et entraînent également une diminution du prix des machines. Pour cette raison, nous avons en règle générale: plus grande est la hauteur de chute, meilleure est la rentabilité.

$$\text{Degré d'utilisation } f = \frac{\text{production annuelle (kWh)}}{\text{puissance (kW)} \cdot 8760}$$

Le degré d'utilisation est une grandeur caractéristique de la durée d'utilisation d'une installation. Exprimé plus simplement, une installation présentant un faible taux d'utilisation, par rapport à une installation présentant un taux d'utilisation plus élevé (avec, pour le reste, les mêmes caractéristiques), est proportionnellement moins rentable. Avec une manière aussi simplifiée de considérer les choses, la valeur de l'énergie n'est toutefois pas prise en considération.

Une installation, par exemple, présentant une proportion élevée de production hivernale peut également, en cas de degré d'utilisation réduit, compenser les effets de ce dernier par un prix d'énergie plus élevé (voir les remarques ci-dessous concernant l'estimation).

En résumé on peut donc dire que plus la valeur d'abscisse $\sqrt{P \cdot H} \cdot f$, combinant les caractéristiques ci-dessous, est élevée, plus l'énergie résultante est avantageuse.



La courbe d'estimation a été établie sur la base des coûts statistiques pour de petites centrales (source: Colenco). Ont également été prises en compte, dans ce contexte, les recommandations élaborées par la Confédération dans le cadre de l'arrêté sur l'énergie pour le calcul de l'indemnisation de l'électricité cédée par les exploitants produisant pour leurs propres besoins.

En accord avec la commission, le DFTCE (Département fédéral des transports, des communications et de l'énergie) recommande un prix annuel moyen minimum de 16 cts/kWh pour l'indemnisation du courant provenant d'installations productrices d'électricité entre les mains d'exploitants produisant pour leurs propres besoins jusqu'à 1 MW et qui utilisent de l'énergie renouvelable.

Les entreprises d'approvisionnement en électricité déterminent elles-mêmes les taux d'indemnisation variables selon les tarifs journaliers, de telle manière que dans le cas d'une livraison moyenne unique, le prix moyen annuel ne descende pas au-dessous de 16 cts/kWh.

Remarques concernant l'estimation:

- Comme indiqué précédemment, les valeurs garanties concernant l'installation existante doivent être utilisées pour la détermination de la valeur en abscisse $\sqrt{P \cdot H \cdot f}$. Il est laissé à l'appréciation du responsable de cette évaluation de procéder également à l'estimation pour un projet de rénovation éventuellement déjà existant.
- Estimation de la proportion énergie estivale / énergie hivernale. Le rapport de l'énergie produite en hiver par rapport à l'énergie produite en été par les petites centrales hydrauliques est en général plutôt favorable.

Dans les cas où il faut compter avec une proportion d'énergie hivernale de moins de 40%, il est recommandé de réduire l'estimation tirée du graphique.

Exemples d'application:

- A. Rénovation générale d'une petite centrale, sous réserve de l'utilisation des éléments d'installation existants (construction pour captage, conduite forcée)

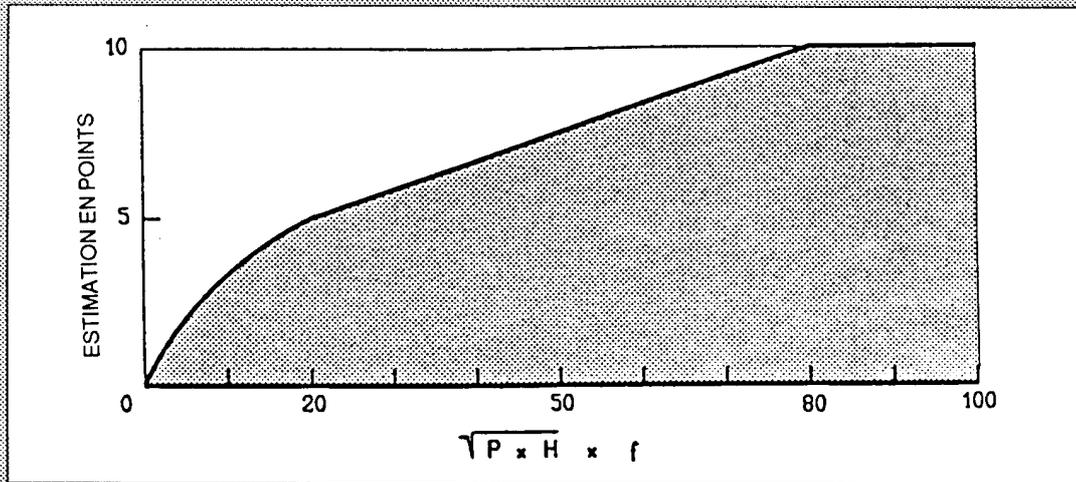
| | | | |
|----------------------------|----------------------------|---|-------|
| Données de l'installation: | puissance P | = | 60 kW |
| | hauteur de chute H | = | 150 m |
| | degré d'utilisation f | = | 1 |
| | $\sqrt{P \cdot H \cdot f}$ | = | 95 |

Pour cette valeur de 95, nous obtenons une estimation de 10 points, ce qui signifie que le prix de l'énergie produite sera probablement avantageux.

- B. Une rénovation générale est planifiée pour une installation basse pression existante, les structures du barrage et le canal pouvant être utilisés à l'avenir.

| | | | |
|----------------------------|----------------------------|---|--------|
| Données de l'installation: | puissance P | = | 240 kW |
| | hauteur de chute H | = | 1.8 m |
| | degré d'utilisation f | = | 1 |
| | $\sqrt{P \cdot H \cdot f}$ | = | 21 |

Pour cette valeur de 21, nous obtenons une estimation de 5 points, ce qui correspond à un prix moyen de l'énergie produite.

DIANE**Coûts de production d'énergie****M6****Données de l'installation existante:**

P = puissance kW

H = hauteur de chute m

f = degré d'utilisation = $\frac{\text{production annuelle (kWh)}}{\text{puissance (kW)} \times 8'760}$

Estimation:

Puissance possible kW

Hauteur de chute (moyenne) m

Degré d'utilisation f

Valeur en abscisse $\sqrt{P \cdot H \cdot f}$

Estimation en points

.....

DIANE**Fiches d'évaluation M7:
Potentiel d'extension**

La modernisation d'une centrale hydro-électrique, avec parallèlement une extension de la puissance et de la production, gagne en attrait économique. Souvent une modernisation ne peut être planifiée de façon économique qu'avec, en parallèle, une extension.

Il est de ce fait facile de concevoir que l'on considère le potentiel d'extension d'une petite centrale comme un indicateur de la rentabilité.

La puissance d'une centrale est déterminée par la hauteur de chute disponible et le débit d'eau turbinable. Alors qu'une augmentation significative de la hauteur de chute est rarement possible, une augmentation du débit turbinable s'impose, particulièrement dans le cas de centrales anciennes.

Une détermination correcte de l'extension économique de la puissance d'une centrale requiert une optimisation importante du débit turbinable et des frais. Il existe toutefois de simples règles dictées par l'expérience, qui permettent des considérations sur l'utilisation rentable d'une installation.

Les règles relevant de l'expérience ont été utilisées dans le cadre de l'évaluation du potentiel d'extension figurant sur la feuille d'évaluation M7.

Si la capacité de turbinage des anciennes centrales est dimensionnée sur la base d'un déversement de 180 jours et plus par an en moyenne, cette valeur est ramenée de 50 à 100 jours pour une installation actuelle considérée comme rentable.

La fréquence des jours de déversement au barrage ou le débit du captage par rapport au débit du cours d'eau représentent dès lors une mesure de l'intensité de l'utilisation des eaux et du potentiel d'amélioration de la puissance.

Graphique d'évaluation

Les graphiques d'évaluation de la fiche d'évaluation M7 reposent sur ces expériences.

Le graphique indique que pour une petite centrale hydraulique exploitée sous forme de centrale au fil de l'eau (c'est-à-dire sans réservoir d'accumulation) avec un déversement sur plus de 180 jours par année, la puissance actuelle est insuffisante et qu'il s'agit, en cas de rénovation ou de réactivation, d'examiner le problème d'un accroissement de la puissance. L'estimation dans de tels cas est de 10 points.

En cas de fonctionnement avec eau déversée sur une durée de moins de 80 jours par année, par contre, une augmentation du débit d'équipement et de la puissance est à peine rentable; l'estimation dans une telle situation est de 0 point.

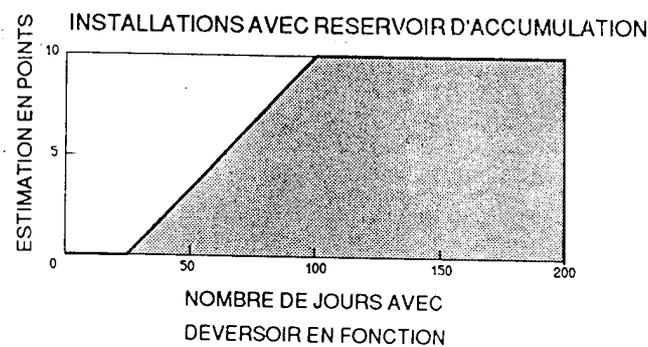
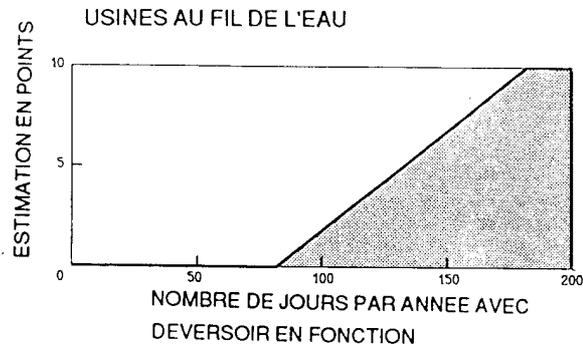
Un deuxième graphique est représenté dans la fiche d'évaluation M7 et concerne les installations avec réservoir d'accumulation.

La détermination du nombre de jours moyen de fonctionnement avec eau déversée peut être effectuée à l'aide des données d'exploitation d'une centrale. Dans les cas où de telles données ne sont pas disponibles, des estimations du personnel d'exploitation sont également admises.

Correction pour augmentation de hauteur de chute

Pour tous les cas dans lesquels, à part une augmentation du débit d'équipement, une augmentation de la hauteur de chute semble également possible, l'estimation ressortant des graphiques peut être majorée (proposition: 1 point de majoration par 5% d'augmentation de hauteur de chute).

Dans ce cas d'estimation, il faut signaler que seul un «potentiel» est évalué. Les projets présentant une augmentation marquante de la puissance de l'installation nécessitent une planification particulièrement soignée. De plus, une augmentation de puissance est toujours soumise à autorisation.

DIANE**Potentiel d'extension****M7****Estimation:**

Type de l'installation _____

Grandeur du réservoir d'accumulation Accumulation
journalière/hebdomadaire/mensuelle

Nombre de jours avec déversoir en fonction jours

Estimation en points

Correction pour augmentation
simultanée de la hauteur de chute **Estimation en points (total)**
(max. 10 points)

.....

DIANE**Fiches d'évaluation M8: Pertes de production dues à des dispositions minimales quant aux débits résiduels**

La loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux, voir annexe), entrée en vigueur en 1992, détermine les débits résiduels minimaux pour les centrales hydrauliques. Les nouvelles dispositions concernant les débits résiduels sont appliquées dans le cas des installations existantes:

- en cas d'assainissement selon l'article 82 et suivants (LEaux)
- en cas de renouvellement de concession, respectivement de prolongation
- en cas d'obtention de nouvelle concession
- en cas d'extension impliquant une plus grande quantité d'eau d'équipement ou une plus grande hauteur de chute
- en cas de modification apportée aux constructions hydrauliques et d'autorisation relevant de la police des constructions hydrauliques
- dans quelques cantons, en cas de travaux de réparation importants

La détermination des débits résiduels se base sur des considérations d'ordre écologique. Elle influence cependant la rentabilité des centrales hydrauliques dans le sens qu'une augmentation du débit résiduel peut entraîner des pertes de production.

Ce débit résiduel minimum sera souvent majoré sur la base de l'article 33 de la LEaux.

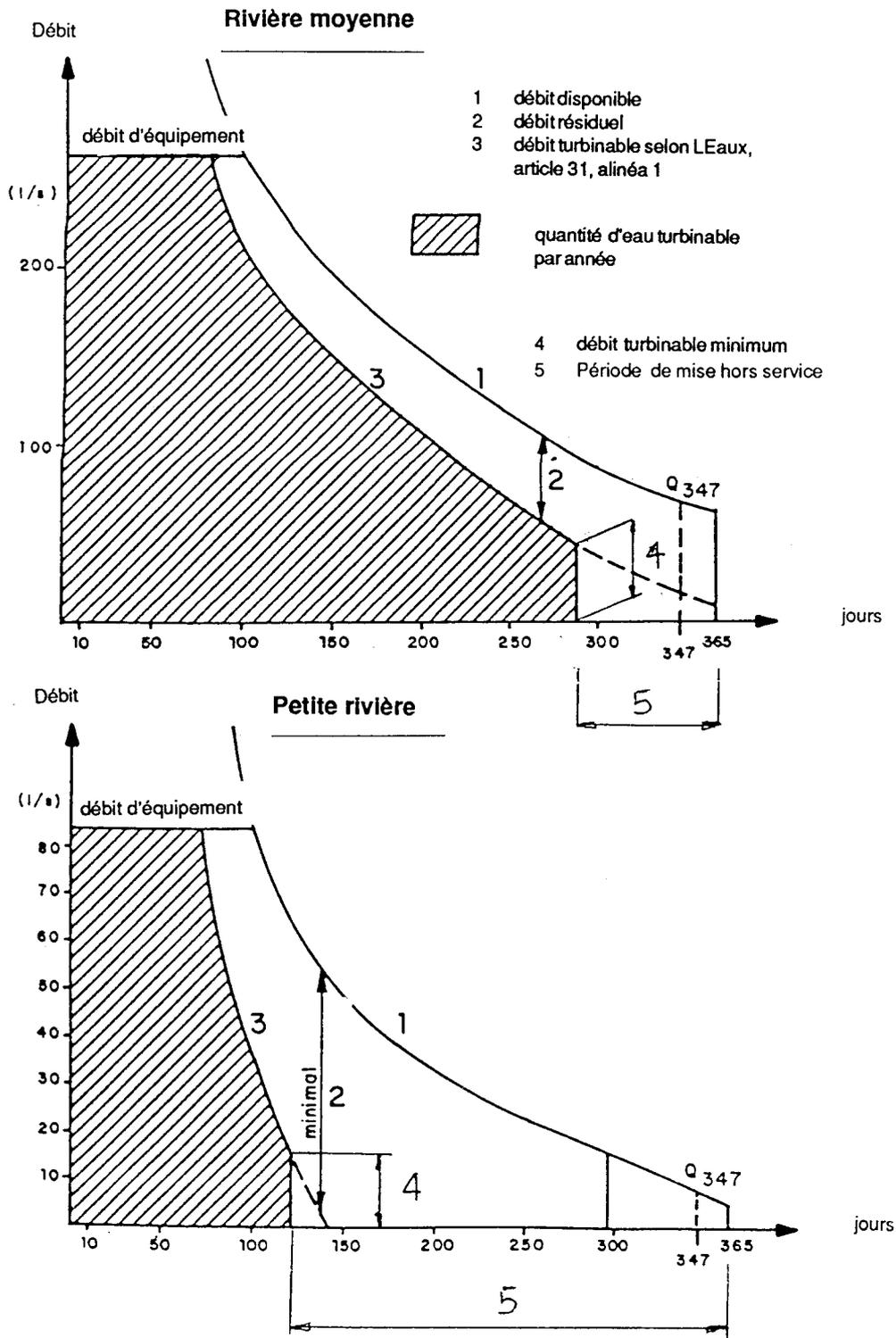
C'est la raison pour laquelle, pour juger de la rentabilité d'un projet de rénovation, les pertes de production dues aux débits résiduels minimaux selon la LEaux ont été choisies comme autre indicateur, lequel fait l'objet de la fiche d'évaluation **M8**.

Pas de débits résiduels ou des débits résiduels fortement réduits sont prévus dans les cas suivants:

- pour les usines au fil de l'eau sans tronçon de dérivation
- pour l'utilisation d'énergie à partir d'installations d'approvisionnement en eau potable ou de réseaux d'eaux usées
- sur un tronçon de 1 000 m en aval du prélèvement d'eau d'un cours d'eau situé à plus de 1 700 m d'altitude et dont le débit Q_{347} est inférieur à 50 l/s
- lors de prélèvements d'eau sur cours d'eau non piscicoles

Détermination de la perte de production

Les pertes de production peuvent également être estimées sur la base des débits résiduels minimaux déterminés. Les deux graphiques ci-dessous permettent d'illustrer deux cas typiques.



Estimation des pertes de production

Dans la première partie de la fiche d'évaluation, c'est la perte de production qui est estimée.

Si cette dernière est évaluée à plus de 20 % de la production d'énergie précédente, elle sera estimée à 0 point. Les pertes entre 20 et 0 % seront estimées entre 0 et 10 points, de manière à peu près linéaire.

Il existe dans ce cas également un peu de latitude pour des évaluations personnelles; par exemple, en cas de pertes plus marquées en production d'hiver, ceci pourra faire descendre l'évaluation.

En ce qui concerne les questions en rapport avec la détermination du débit résiduel minimal et de la perte de production qui en résulte, des renseignements pourront être pris à l'adresse indiquée en page de garde.

Influence des périodes de mise hors service

Le débit résiduel exigé ici peut conduire à une réduction du nombre de jours d'utilisation des turbines. Il faut également considérer qu'en dessous d'un certain débit minimum de fonctionnement, les turbines doivent être arrêtées.

La deuxième partie de la fiche d'évaluation M8 évalue ces périodes de mise hors service causées par le débit résiduel minimal en prenant en considération les inconvénients supplémentaires suivants à la charge de l'exploitant;

- Danger de dégâts dus à une mise hors service (dessèchement des joints d'étanchéité et des filtres, gel des conduites, par exemple)
- Problèmes dans des canaux et marais tels qu'assèchement ou érosion, prolifération de plantes, givrage.

Estimation

Une période de mise hors service de plus de 90 jours est estimée à 10 points, une période de mise hors service de moins de 20 jours à 5 points. Entre 20 et 90 jours, une estimation personnelle variera entre 0 et 5 points (en tenant compte des répercussions sur l'installation concernée).

En ce qui concerne le résultat général de cette fiche d'évaluation, les estimations concernant la perte d'énergie et la période de mise hors service sont additionnées. La valeur totale ne doit cependant pas dépasser 10 points.

10 points signifient: Faible influence des prescriptions relatives aux débits résiduels sur la production d'énergie dans le cadre d'un projet de rénovation.

0 points signifient: Effet négatif durable des prescriptions relatives aux débits résiduels sur la production d'énergie.

| DIANE | Fiche d'évaluation M8: Pertes de production dues à des dispositions minimales en ce qui concerne les débits résiduels | M8 | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----------|--|--|----------------|--|------------|--|-----------------|--------------|-------|--------------|----------|-------|
| <p>Débit résiduel minimal selon art. 31/32 LEaux l/s</p> | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Perte de production moyenne</i></th> <th style="text-align: center;">Estimation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>- plus de 20 %</td> <td style="text-align: center;">0 point</td> </tr> <tr> <td>- 0 à 20 %</td> <td style="text-align: center;">10 - 0 points</td> </tr> </tbody> </table> | | | <i>Perte de production moyenne</i> | Estimation | - plus de 20 % | 0 point | - 0 à 20 % | 10 - 0 points | | | | | | |
| <i>Perte de production moyenne</i> | Estimation | | | | | | | | | | | | | |
| - plus de 20 % | 0 point | | | | | | | | | | | | | |
| - 0 à 20 % | 10 - 0 points | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="3"><i>Mise hors service de machines</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>- > 90 jours</td> <td style="text-align: center;">0 point</td> <td style="text-align: right;">.....</td> </tr> <tr> <td>- 20 à 90 jours</td> <td style="text-align: center;">0 - 5 points</td> <td style="text-align: right;">.....</td> </tr> <tr> <td>- < 20 jours</td> <td style="text-align: center;">5 points</td> <td style="text-align: right;">.....</td> </tr> </tbody> </table> | | | <i>Mise hors service de machines</i> | | | - > 90 jours | 0 point | | - 20 à 90 jours | 0 - 5 points | | - < 20 jours | 5 points | |
| <i>Mise hors service de machines</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| - > 90 jours | 0 point | | | | | | | | | | | | | |
| - 20 à 90 jours | 0 - 5 points | | | | | | | | | | | | | |
| - < 20 jours | 5 points | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 70%;"><i>Estimation en points (total)</i> (max. 10 points)</td> <td style="width: 30%; text-align: center; border: 1px solid black;"> <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div> </td> </tr> </table> | | | <i>Estimation en points (total)</i> (max. 10 points) | <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div> | | | | | | | | | | |
| <i>Estimation en points (total)</i> (max. 10 points) | <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div> | | | | | | | | | | | | | |

3.4 Evaluation générale

La combinaison

faisabilité + rentabilité

permet une évaluation générale de l'intérêt de rénover de la petite centrale hydraulique concernée.

L'évaluation doit permettre la classification du projet de modernisation, respectivement de remise en service dans l'une des catégories suivantes

| | | Rentabilité | | |
|--|---|--|--|--|
| | | Modernisation économiquement intéressante, pleine de promesses | Modernisation clarifications ultérieures nécessaires | Modernisation économiquement problématique (la réalisation nécessite un grand investissement en travail personnel) |
| Faisabilité sur le plan technique | Modernisation à réaliser rapidement | | | |
| | Modernisation semble justifiée demande des clarifications | | | |
| | Modernisation non urgente ou problématique | | | |

Avant de procéder à l'évaluation générale selon la matrice ci-dessous, les fiches «Evaluation générale "Faisabilité" (pages 61-63) et Evaluation générale "Rentabilité" (pages 65-67) » doivent être remplies.

| | |
|--------------|--|
| DIANE | Evaluation générale Faisabilité de la modernisation |
|--------------|--|

La fiche d'évaluation générale «Faisabilité de la modernisation» est destinée à l'évaluation récapitulative de la faisabilité de rénovation (technique / écologique) d'une petite centrale hydraulique.

L'estimation déterminée dans les fiches d'évaluation individuelles

- M1 - Age
- M2 - Droit d'utilisation des eaux
- M3 - Etat
- M4 - Entretien
- M5 - Ecologie

doit être reportée ici avant d'en déduire le total «Estimation en points».

Critères supplémentaires:

En complément des 5 indicateurs choisis, la position «Critères supplémentaires » donne une possibilité d'évaluation de problèmes spécifiques à l'installation qui favorisent une rénovation.

De tels problèmes peuvent être définis comme suit:

- Modernisation indispensable en raison d'autres projets de construction
- Possibilité d'incorporation aux prix
- Problèmes personnels

Lorsqu'on se trouve en présence de critères supplémentaires de cette importance, 0 à 10 points peuvent être accordés selon évaluation personnelle.

Evaluation du nombre de points

Sur la base du total de points, le projet de modernisation peut être classé dans l'une des trois catégories suivantes

plus de 35 points **une modernisation s'impose**

15 à 35 points **une modernisation semble justifiée, doit cependant faire l'objet de clarifications complémentaires**

**en-dessous de
15 points** **une modernisation se révèle problématique ou ne présente pas un caractère d'urgence**

La classification du projet de modernisation selon l'une des 3 catégories est une expression de la faisabilité matérielle et de l'urgence technique d'un projet de modernisation.

| DIANE | Evaluation générale | |
|--|--|--|
| Faisabilité de la modernisation | | |
| <i>Indicateurs:</i> | | |
| | | Estimation en points |
| Age | (M1) | ..... |
| Droit d'utilisation de l'eau | (M2) | ..... |
| Etat | (M3) | ..... |
| Entretien | (M4) | ..... |
| Ecologie | (M5) | ..... |
| Critères supplémentaires |  | ..... |
| Total | | <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 40px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div> |
| Evaluation | | |
| ● | Une modernisation s'impose | au dessus de 35 points |
| ● | Une modernisation semble justifiée, nécessite cependant des clarifications complémentaires | 15 à 35 points |
| ● | Une modernisation se révèle problématique ou ne présente pas un caractère d'urgence | en dessous de 15 points |

| | |
|--------------|--|
| DIANE | Evaluation générale Rentabilité d'une modernisation |
|--------------|--|

La fiche d'évaluation générale de la rentabilité d'une modernisation est destinée à l'évaluation récapitulative de la rentabilité d'un projet de rénovation d'une petite centrale hydraulique.

L'estimation déterminée dans les fiches d'évaluation individuelles

| | |
|----|--|
| M6 | Coûts de production d'énergie |
| M7 | Potentiel d'extension |
| M8 | Perte de production due à débit résiduel minimal |

doit être reportée ici avant d'en déduire le total «Estimation en points».

Du fait de l'importance dominante de l'indicateur «Coûts de production d'énergie» pour la rentabilité, le nombre de points attribués à l'estimation, déterminé selon feuille M6 doit être multiplié par trois et inséré en qualité de valeur triple dans l'évaluation générale (cela signifie un total de points max. = 30).

Sur la base du total de points ainsi déterminé, le projet de rénovation considéré peut être classé dans l'une des trois catégories suivantes:

Estimation du nombre de points

| | |
|--------------------------------|---|
| plus de 30 points | Une rénovation semble pleine de promesses du point de vue économique. |
| 10 à 30 points | La rentabilité de la rénovation nécessite des clarifications complémentaires. |
| en-dessous de 10 points | Une rénovation est problématique du point de vue économique et requiert un investissement important en travaux personnels. |

| DIANE | Evaluation générale | |
|---|--|---|
| | Rentabilité de la modernisation | |
| <i>Indicateurs:</i> | | |
| | | Estimation en points |
| Coûts de production d'énergie | (M6) X 3 | ..... |
| Potentiel d'extension | (M7) | ..... |
| Pertes de production dues au débit résiduel minimal | (M8) | ..... |
| Total | | <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 40px; margin: 0 auto;"> <p style="text-align: center;">.....</p> </div> |
| Evaluation | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Une modernisation semble pleine de promesses du point de vue économique. ● Une modernisation requiert des clarifications complémentaires. ● Une modernisation est problématique du point de vue économique et requiert un investissement important en travaux personnels. | | <p style="text-align: right;">en dessus de 30 points</p> <p style="text-align: right;">10 à 30 points</p> <p style="text-align: right;">en dessous de 10 points</p> |

4. **Projet de remise en service**

4.1 **Collection des données**

Le questionnaire détaillé des pages suivantes sert à l'examen des informations nécessaires à l'évaluation du bien-fondé d'un projet de remise en service et représente la base pour l'établissement des fiches d'évaluation suivantes.

Directives pour l'établissement de la collection de données

A la fin du questionnaire se trouvent des esquisses montrant des représentations des types de petites centrales hydrauliques et leurs composantes: elles servent à une meilleure compréhension des «termes techniques» énumérés dans les questionnaires.

Données et caractéristiques techniques

Indiquez les données que vous connaissez. Si une composante manque ou que vous n'êtes pas sûr, veuillez laisser la rubrique vide ou écrire l'expression «env.» devant le chiffre.

Unités de mesure

Veuillez également tenir compte des unités de mesure proposées dans le questionnaire.

Au cas où vous auriez d'autres unités dans vos documents, veuillez les indiquer, par exemple:

- *quantité d'eau d'équipement* *250 litres/secondes*

Dans le cas des équipements électriques et mécaniques, il est préférable d'indiquer les données et caractéristiques figurant sur les plaquettes des fabricants.

DIANE

Collection de données en vue d'une remise en service

Installations ne se trouvant plus en fonction

Généralités:

- Depuis quand la centrale est-elle hors service?
- Est-ce que les installations de la centrale existent encore?
- Est-ce que la turbine existe encore?
- Quelle est la date d'échéance de la concession?
- Est-ce que le barrage est
- Est-ce que de l'eau s'écoule par le canal?
- Est-ce qu'un étang est situé à proximité? Ce dernier est-il utilisé (pisciculture)?
- Est-ce qu'une conduite forcée est encore disponible? Cette dernière est-elle encore utilisée?

Nom de l'installation

 oui non

 oui non

 disponible non disponible

 oui non

 oui non
 oui non

 oui non
 oui non

Données techniques, disposition

- Niveau d'eau amont

niveau amont max.
mniveau amont min.
m

- Niveau d'eau aval

niveau aval min.
mniveau aval max.
m- Hauteur de chute brute
(niveau amont - niveau aval)H max.
mH min.
m- Débit d'équipement
(selon concession)m³/s

disponible en moyenne annuelle

jours

- Débit maximum turbiné

m³/s

- Puissance totale de l'installation

kW

Remplir une feuille séparée pour chaque groupe de machines

Equipement électromécanique

- **Nombre de groupes de machines**

- **Type de turbines**
(Francis, Pelton, Kaplan, axiale)

- Débit d'eau nominal par turbine

 m³/s

- Puissance nominale par turbine

 kW

- Heures de fonctionnement par année

 h

- Année de mise en service

- **Type de générateur**
(selon plaque du fabricant)

Puissance nominale par générateur

 kVA

Tension nominale

 V

Année de mise en service

- **Transformateur**

Puissance nominale

 kVA

Haute tension / basse tension

Année de mise en service

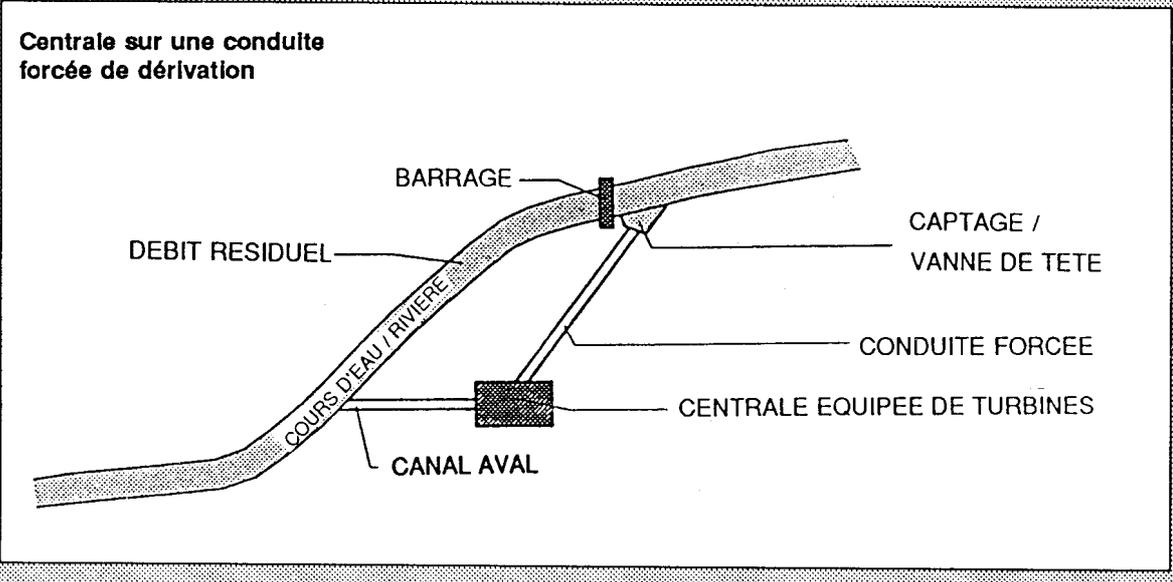
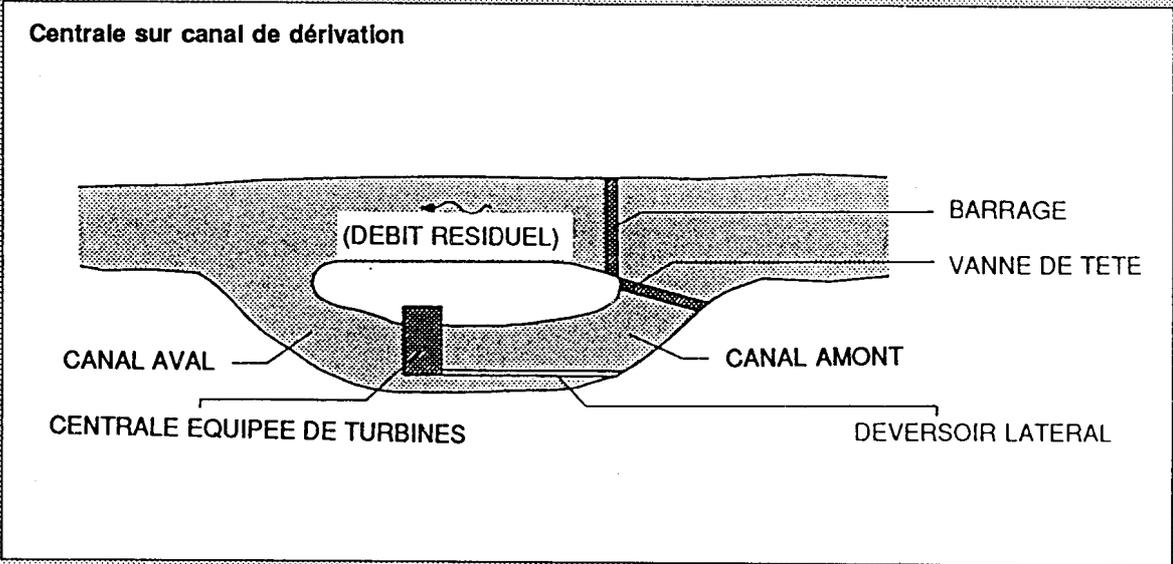
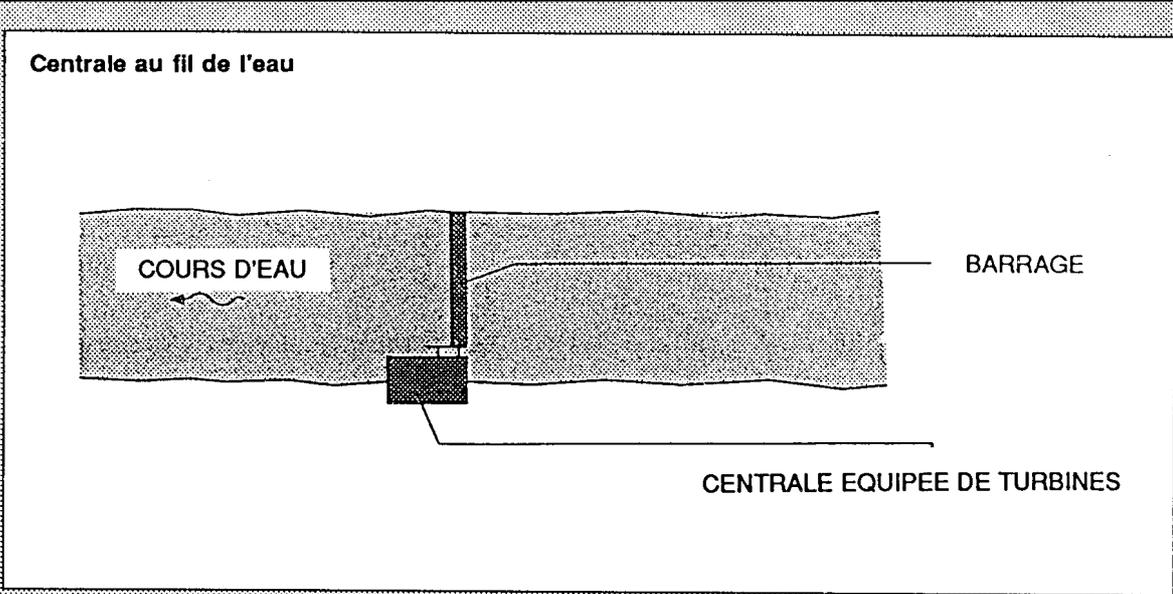
- **Armoire de commande**

Puissance nominale

 kVA

Disjoncteur de puissance, type

Année de mise en service



4.2 Fiches d'évaluation: Faisabilité technique du projet remise en service

Pour juger de la faisabilité technique et écologique, trois indicateurs sont pris en compte (droit d'utilisation des eaux, état et écologie).

R1 **Droit d'utilisation des eaux**

R2 **Etat**

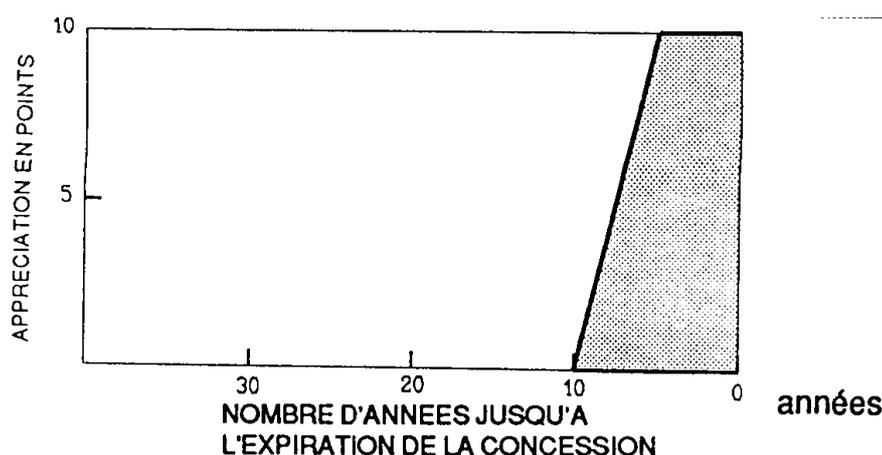
R3 **Ecologie**

| | |
|--------------|---|
| DIANE | Fiches d'évaluation R1: Droit d'utilisation des eaux |
|--------------|---|

Les conditions du droit d'utilisation des eaux sont prises en considération en tant que premier indicateur dans le cadre de la nécessité d'une remise en service d'une petite centrale hydraulique.

Alors qu'on part du principe que, dans le cadre du projet de remise en service soumis à examen, il existe encore un droit d'utilisation des eaux en vigueur, la durée du droit d'eau en vigueur, mais également d'éventuels avantages et inconvénients liés à la remise en service ou à la prolongation du droit, doivent être pris en considération.

En ce qui concerne la durée s'étendant jusqu'à l'expiration du droit d'eau (concession), la fiche d'évaluation contient un graphique d'appréciation basé sur les considérations suivantes.



Durée jusqu'à expiration de la concession

- 0 - 5 ans Une remise en service devrait faire l'objet de réflexions approfondies dans les plus brefs délais (**10 points**). Si le délai relatif à l'expiration de la concession est dépassé, les possibilités de négociation de l'exploitant de la petite centrale hydraulique se trouvent sensiblement restreintes.

- 5 - 10 ans Cette phase est considérée comme n'étant pas encore critique, de telle manière qu'une échelle d'appréciation allant de **0 à 10 points** est appliquée (en cas d'intention de procéder à des modernisations, des contacts avec les cantons sont cependant indiqués au cours de cette phase).

- > 10 ans Pour un tel laps de temps allant jusqu'à l'expiration de la concession, il n'existe, du point de vue du droit d'utilisation des eaux, aucune urgence en ce qui concerne une remise en service (**0 points**).

S'il existe un droit d'utilisation des eaux est illimité (droit ancien hors concession), ce dernier a une influence favorable en ce qui concerne un projet de remise en service = 5 points, mais seulement dans le cas où la nouvelle puissance installée ne fait pas appel à une hauteur de chute ou à des débits d'équipement supérieurs aux valeurs définies dans le droit d'eau.

Pour une appréciation des conditions du droit d'eau, ce ne sont pas seulement la durée jusqu'à l'expiration du droit, mais également les avantages et inconvénients liés à un renouvellement de la concession qui entrent en ligne de compte.

Avantages éventuels

Ces derniers peuvent varier selon les cantons; il pourrait cependant s'agir de:

- Renoncement du canton aux redevances sur les eaux
- Décharge d'obligations d'entretien, par exemple de canaux, d'étangs et de routes
- Subventions et contributions liées à une nouvelle concession

Les avantages éventuels doivent être appréciés, lors de l'évaluation personnelle, avec un nombre de points situé entre 0 et 5, nombre qui doit être ajouté à celui déterminé pour la durée du droit d'eau.

Inconvénients éventuels

- Obligations découlant de l'exécution de la mise en application de la loi sur la protection des eaux
- Obligations en relation avec la construction d'une installation de nettoyage de la grille et de l'élimination des déchets de dégrillage.

Les désavantages éventuels doivent être appréciés, lors de l'évaluation personnelle, avec un nombre de points situé entre 0 et 5, nombre qui doit être soustrait de celui déterminé pour la durée du droit d'eau.

Exemple d'estimation

Une petite centrale hydraulique encore en fonction se trouve à 5 ans de l'expiration de la concession.

Dans cette situation, le graphique de la fiche d'évaluation donne une valeur de 10 points, ce qui signifie qu'une décision concernant une remise en service semble urgente si l'on considère la situation sous l'angle des droits d'eau.

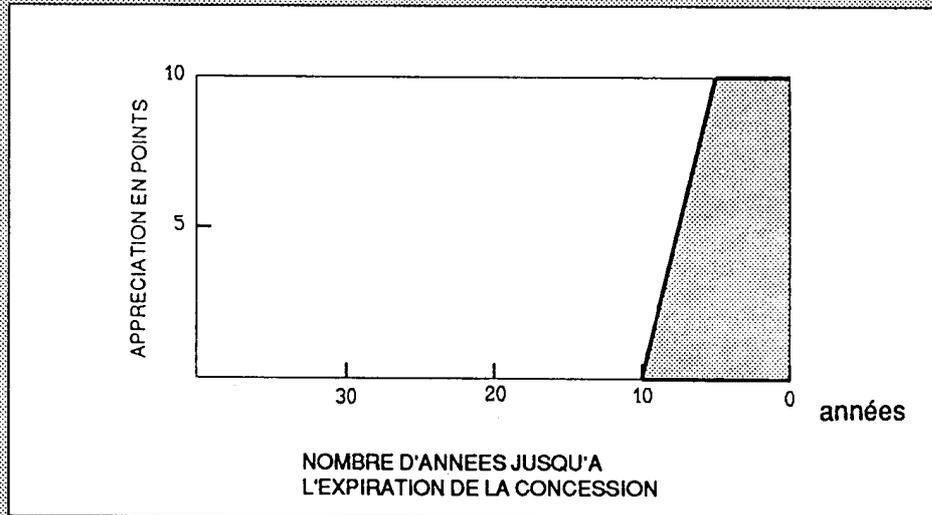
Le propriétaire de la centrale est cependant d'avis qu'une nouvelle concession pour une remise en fonction entraîne des obligations désavantageuses. Il estime ces inconvénients à 4 points, lesquels doivent être inscrits dans la rubrique «Inconvénients / obligations».

Le nombre de points total de l'indicateur «Droit d'utilisation des eaux» s'élève ainsi à $10 - 4 = 6$ points.

DIANE

Droit d'utilisation des eaux

R1



| | | Appréciation en points |
|---|-----------------------------|------------------------|
| Années jusqu'à expiration de la concession | ..... | .....* |
| La nouvelle concession amène-t-elle des avantages? | additionnez 0 - 5 points | ..... |
| La nouvelle concession amène-t-elle des inconvénients? Faut-il s'attendre à des obligations importantes? | soustrayez 0 - 5 points | ..... |

* En cas de droits d'utilisation illimités (droits hors concession), il faut inscrire à cet endroit 5 points.
Si la concession est arrivée à échéance, il faut inscrire 0 point.

Nombre total de points (max. = 10)

.....

DIANE**Fiches d'évaluation R2:
Etat de l'installation**

A la différence d'un projet de modernisation d'une petite centrale hydraulique encore en fonction où un mauvais état de l'installation représente plutôt une mise en demeure de procéder à une remise en service, dans le cas d'une remise en service envisagée, c'est l'état de l'installation qui conditionne sa réutilisation ultérieure.

Il suffit, dans ce cas, de se concentrer sur une évaluation approximative d'une série de composantes principales.

La fiche d'évaluation R2, libellée sous forme d'une check-liste, contient, dans ce sens, les composantes principales suivantes:

- turbine(s)
- générateur(s)
- transformateur(s) et installations électriques
- génie civil
- conduite forcée
- vannes de barrage, vannes de tête

La vérification de l'état et de l'aptitude fonctionnelle de ces éléments d'installation, liée à la détermination de leur possibilités d'utilisation ultérieure, se révèle être souvent une entreprise périlleuse. Une évaluation fiable requiert une expérience professionnelle, des procédures de vérification adaptées et une connaissance de l'«histoire» de l'installation en ce qui concerne sa construction et son exploitation. D'un autre côté, les propriétaires et exploitants de petites centrales connaissent, en règle générale, tellement bien leurs installations qu'ils sont parfaitement en mesure de procéder, sur la base de leur seule expérience, à une évaluation personnelle de leur installations qui soit digne de confiance.

Pour ces raisons, votre évaluation est bel et bien la meilleure et la plus pertinente en ce qui concerne une appréciation approximative de l'état selon la fiche R2.

Aides en vue de l'appréciation

D'une manière générale, l'échelle de points allant de 0 à 10 points doit être utilisée comme suit:

0 point: L'élément d'installation (turbines, générateurs, vannes, par exemple) n'est plus disponible ou dans un si mauvais état qu'il ne peut plus être remis en service.

Les constructions telles que canaux, captages, conduite forcée, par exemple, sont dans un si mauvais état qu'elles doivent être rénovées dans le cas d'une remise en service.

5 point: Les éléments d'installation peuvent en principe continuer d'être utilisés; des travaux d'assainissement et des rénovations partielles sont cependant nécessaires pour une remise en service, pour que leur sécurité d'exploitation soit garantie.

10 point: L'élément d'installation est encore en bon état et fiable. Peu de dégâts sont à envisager au cours des 10 prochaines années.

Le responsable peut également ajouter à la liste des éléments complémentaires, qui ont une importance pour son installation et apprécier ces derniers de la même manière avec l'échelle de points allant de 0 à 10. D'autre part, les éléments énumérés qui ne figurent pas dans l'installation soumise à évaluation (conduite forcée, par exemple), ne doivent pas être appréciés et l'estimation prévue ne doit pas figurer explicitement. En cas d'absence totale de plans, l'estimation de l'élément d'installation correspondant doit être divisée par deux.

Le résultat général de l'appréciation de l'état est déterminé sous forme de la moyenne de tous les éléments d'installation, respectivement des positions, cela signifie que l'on obtient une valeur générale d'appréciation située entre 0 et 10 points.

Directives complémentaires concernant l'interprétation de la fiche d'évaluation R2

Turbine(s) Dans le cas de petites centrales disposant de plus d'un groupe de machines,
Générateur(s) l'évaluation doit se faire pour la turbine qui se trouve dans le plus mauvais état, respectivement pour le générateur le plus défectueux.

Transformateurs avec PCB

(PCB = biphényles polychlorurés)

L'ordonnance sur les matières «Omat» des autorités fédérales stipule que, jusqu'au 31 août 1998, tous les appareils qui utilisent des PCB en qualité diélectriques, et également tous les transformateurs à huile présentant une teneur de plus de 50 milligrammes (50 ppm) par kilogramme d'huile, doivent être mis hors service et dépollués, respectivement nettoyés de façon appropriée.

Les transformateurs ou autres appareils utilisant le PCB hautement toxique ne peuvent donc en aucun cas continuer d'être utilisés en cas de remise en service d'installations. Il s'agit de tenir compte de cet élément dans l'appréciation de la position correspondante (transformateurs et installations électriques).

Remarque:

L'Association des fabricants suisses de transformateurs a édité une publication, «PCB dans des transformateurs de distribution et de grande dimension», qui examine les propriétés des PCB, leurs bases légales, leur contrôle et leur élimination.

Génie civil

L'évaluation s'étend sommairement aux ouvrages les plus importantes. Elles doivent être appréciées d'après l'échelle de points recommandée allant de 0 à 10, selon la manière dont leur état influence une éventuelle remise en service de l'installation.

Utilisation ultérieure avec peu de travail d'assainissement = nombre de points élevé

Utilisation ultérieure pas possible ou problématique = nombre de points peu élevé

Conduite forcée

Dans ce paragraphe, les questions sont posées séparément selon le type de construction des conduites forcées. Alors que des conduites forcées rivetées ou en fonte peuvent encore se révéler absolument sûres après plus de 50 ans, ceci n'est pas le cas pour les conduites soudées au chalumeau oxy-acétylénique. Ces conduites ont été fabriquées, en règle générale, avant 1950 et sont considérées comme dangereuses; elles doivent donc être appréciées avec le minimum de points, c'est-à-dire 0.

**Vannes de barrage
et vannes de tête**

Il est admis, en règle générale, que l'écoulement des crues et le charriage des sédiments doivent être assurés.

La réglementation qui veut qu'une crue exceptionnelle, même si elle intervient une fois par millénaire, puisse être absorbée, est valable.

En ce qui concerne la capacité d'absorption des crues, il faut également prendre en considération les risques de dommages locaux sur la base des conditions et des expériences existant sur le site.

L'évaluation d'une capacité insuffisante d'absorption des crues est sujette à controverse. Dans le cas d'une capacité d'absorption des crues insuffisante, nous recommandons une appréciation de 0 point, dans l'idée que des frais élevés pour une amélioration de la capacité de débit peuvent fortement affecter un projet de réactivation.

On peut, d'autre part, également envisager des cas où une action correspondante liée à des subventions fédérales favorise une remise en service.

Un autre cas particulier d'évaluation de vannes de barrages est le suivant: l'installation de barrage, en cas de dérivation avec plusieurs installations, ne fait pas partie de l'installation à remettre en service. Dans ce cas, l'«état» de la position «Vannes de barrage» doit être apprécié avec 10 points.

| DIANE | Etat de l'installation | | R2 |
|--|--|------------------------------|---------------------|
| Elément d'installation | Etat/ Utilisation ultérieure | Marge d'appréciation* | Appréciation |
| Turbine | Utilisation ultérieure + état | 5 - 10** | ..... |
| Générateur | Utilisation ultérieure + état | 5 - 10** | ..... |
| Transformateur et installation électrique | Utilisation ultérieure + état | 5 - 10** | ..... |
| Génie civil | | | |
| | Etat canal | 0 - 10 | ..... |
| | Etat seuil de barrage | 0 - 10 | ..... |
| | Etat prise d'eau | 0 - 10 | ..... |
| | Etat réservoir | 0 - 10 | ..... |
| | Etat tunnel | 0 - 10 | ..... |
| | Etat local machines | 0 - 10 | |
| Conduite forcée | | | |
| | Etat de la conduite forcée rivetée | 0 - 10 | ..... |
| | Conduite soudée construite avant 1950 | 0 | ..... |
| Vannes de barrage | | | |
| Vannes de tête | Capacité d'absorption des crues insuffisante | 0 - 5 | ..... |
| | Utilisation ultérieure | 5 - 10 | ..... |

Eléments d'installation complémentaires

Total des points d'appréciation

Nombre de positions appréciées

Appréciation moyenne en points

.....

* Nombre de points élevés: utilisation ultérieure garantie, bon état

** Si plus disponible ou plus utilisable, mettez 0 point

| | |
|--------------|---|
| DIANE | Fiches d'évaluation R3: Ecologie |
|--------------|---|

Lors d'une première évaluation approximative pour savoir si une rénovation d'une petite centrale est réalisable, la question de sa compatibilité écologique se pose également.

Dans ce sens, un autre indicateur, l'«ÉCOLOGIE», est pris en compte dans le cadre de la procédure de remise en service.

Principe d'estimation

Estimation élevée (max. 10 points) pour des installations ne présentant pas d'inconvénients, écologiquement parlant.

Estimation basse pour des installations dans lesquelles l'accomplissement des charges relevant de l'écologie moderne s'avère problématique et coûteux.

Lors de la remise en service d'une petite centrale hydraulique, les ordonnances de la loi sur la protection des eaux (LEaux, voir annexe) doivent être satisfaites. Dans ce contexte, le souci principal du législateur concerne la protection intégrale des eaux, y compris celles utilisées pour la force motrice, de même que la protection de la faune et de la flore de ces eaux.

Dans le cadre des clarifications préliminaires énumérés, les charges qui sont liées à l'écologie se réduisent cependant à quelques questions seulement, lesquelles figurent dans la fiche d'évaluation R3.

Questions retenues

- *Question concernant la liberté de déplacement des poissons dans une eau utilisée*

Il est évident que là où l'eau utilisée n'est pas une eau piscicole, cette question est superflue, c'est-à-dire que l'on peut répondre à la question avec 10 points.

Dans le cas normal d'une eau piscicole, il s'agit, dans le cadre de la LEaux, de s'assurer de la liberté de déplacement des poissons.

Si ce n'est pas déjà le cas, il faut prévoir, lors d'une rénovation, des installations telles qu'échelles à poissons, passes à poissons ou autres installations semblables.

- ***Question concernant le nettoyage de la grille et l'élimination des déchets de dégrillage***

Selon les exigences de la plupart des ordonnances cantonales, il est exigé que les déchets accumulés dans la grille d'entrée soient retirés des eaux et ensuite éliminés conformément à la loi.

Au cas où ces conditions ne seraient pas déjà remplies, elles devraient l'être au plus tard lors de la rénovation d'une centrale hydraulique.

- ***Compatibilité de la centrale avec l'environnement sous forme de son intégration dans la nature et dans le paysage***

Cette intégration, qui dans de nombreux cas de petites centrales est déjà réalisée, a une influence, en général positive, sur l'obtention d'autorisations de rénovations et d'extensions.

Nous savons par expérience que nombreux sont les propriétaires de petites centrales qui considèrent leur installation comme étant bien intégrée dans le paysage. Il faudrait donc, dans la mesure du possible, répondre objectivement à la question.

Il faut souligner, une fois encore, que la compatibilité d'une centrale avec l'environnement comprend d'autres aspects encore. Il s'agit cependant, dans ce cas, de clarifications préliminaires, lesquels sont destinées à une évaluation approximative devant permettre de se rendre compte si un projet de remise en service s'accompagne de conditions favorables du point de vue écologique.

Question concernant les débits résiduels

Dans le cadre de ce concept d'appréciation, la question des débits résiduels est traitée dans la partie «rentabilité».

Remarque

Il s'agit de signaler que certains cantons «récompensent» les efforts en vue de la création d'une configuration de centrales écologiquement compatible. Par exemple:

- Dans le canton de Berne, les aides sous forme d'investissements sont liées au respect de la loi sur la protection des eaux.
- Dans le canton de Zurich, il existe des réductions de redevances sur les eaux en cas de projets irréprochables écologiquement parlant.

| DIANE | Ecologie | R3 |
|--|-----------------|----------------------------------|
| | | |
| Liberté de déplacement des poissons: | | |
| Est-ce que l'eau turbinée provient de cours d'eaux piscicoles? | | oui = 0 point non = 10 points |
| | | |
| <i>Si oui:</i> | | |
| Existe-t-il une passe ou une échelle à poissons, la liberté de mouvement des poissons est-elle par ailleurs assurée? | | oui = 10 points non = 0 point |
| | | |
| <i>Total</i> |  | ..... |
| | | |
| Nettoyage de la grille | | |
| Est-ce qu'il existe une installation de nettoyage de la grille? | | oui = 5 points non = 0 points |
| | | |
| <i>Si oui:</i> | | |
| Est-ce que les déchets de dégrillage sont éliminés? | | oui = 5 points |
| | | |
| <i>Total</i> |  | ..... |
| | | |
| Image du paysage: | | |
| Est-ce que les installations de la centrale sont bien intégrées au paysage? | | 5 à 10 points |
| | | |
| | | |
| Sous-total des points obtenus |  | ..... |
| Nombre de positions évaluées (3 au maximum) |  | ..... |
| | | |
| Estimation moyenne des points |  | ..... |
| | | |

4.3 Fiches d'évaluation: Rentabilité d'un projet de modernisation

Pour une évaluation approximative, trois indicateurs sont pris en compte, plus précisément les coûts de production d'énergie, le potentiel d'extension de même que les pertes de production éventuelles dues à de nouvelles prescriptions touchant les débits résiduels.

Dans ce contexte, les coûts de production d'énergie estimés à partir des données concernant l'installation existante ont certainement le poids le plus important. Le potentiel d'extension et les pertes de production basés sur les prescriptions relatives aux débits résiduels peuvent encore influencer sensiblement la rentabilité.

R4 **Coûts de production d'énergie**

R5 **Potentiel d'extension**

R6 **Débit résiduel**

DIANE**Fiches d'évaluation R4:
Coûts de production d'énergie**

Le graphique de la fiche d'évaluation R4 «Coûts de production d'énergie» permet la lecture d'une estimation de l'énergie produite par la centrale. Les effets d'un éventuel débit résiduel ne sont pas encore pris en considération.

Comme point de départ, nous avons les valeurs caractéristiques P (puissance), H (hauteur de chute) et f (degré d'utilisation). A partir de ces trois grandeurs on détermine la valeur d'abscisse

$$\sqrt{P \cdot H} \cdot f$$

qui représente une valeur caractéristique des coûts d'énergie produite.

Valeurs caractéristiques

Individuellement, les 3 valeurs caractéristiques ont les répercussions suivantes sur la rentabilité:

Puissance P: Avec une centrale présentant une puissance croissante, les coûts spécifiques de ses installations (coûts par kW de puissance installée, par exemple) diminuent. Pour cette raison, lorsque la puissance croît, la rentabilité augmente en règle générale.

De manière simplifiée, on peut dire: plus la puissance est élevée, meilleure est la rentabilité.

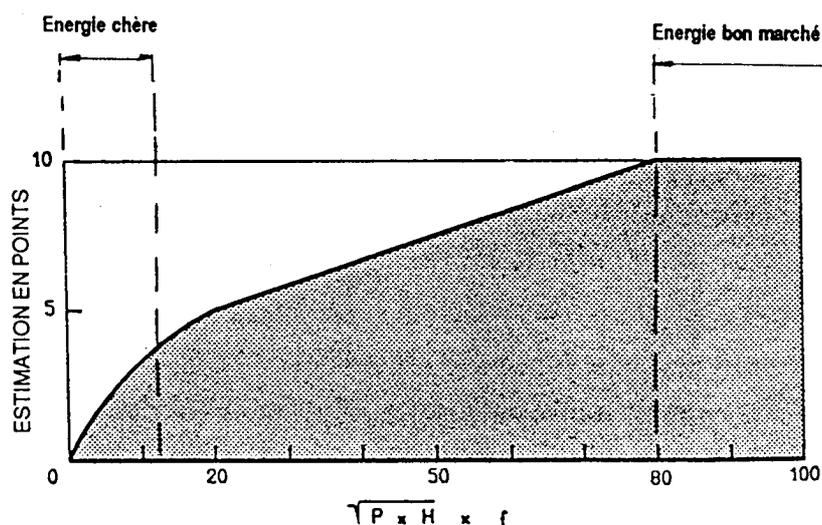
Hauteur de chute H: La hauteur de chute est bien la grandeur qui présente le plus d'influence sur la rentabilité d'une centrale hydro-électrique. A puissances égales, les dimensions des éléments composant les installations responsables des aménagements d'eau diminuent et entraînent également une diminution du prix des machines. Pour cette raison, nous avons en règle générale: plus grande est la hauteur de chute, meilleure est la rentabilité.

$$\text{Degré d'utilisation } f = \frac{\text{production annuelle (kWh)}}{\text{puissance (kW)} \cdot 8760}$$

Le degré d'utilisation est une grandeur caractéristique de la durée d'utilisation d'une installation. Exprimé plus simplement, une installation présentant un faible taux d'utilisation, par rapport à une installation présentant un taux d'utilisation plus élevé (avec, pour le reste, les mêmes caractéristiques), est proportionnellement moins rentable. Avec une manière aussi simplifiée de considérer les choses, la valeur de l'énergie n'est toutefois pas prise en considération.

Une installation, par exemple, présentant une proportion élevée de production hivernale peut également, en cas de degré d'utilisation réduit, compenser les effets de ce dernier par un prix d'énergie plus élevé (voir les remarques ci-dessous concernant l'estimation).

En résumé on peut donc dire que plus la valeur d'abscisse $\sqrt{P \cdot H} \cdot f$, combinant les caractéristiques ci-dessous, est élevée, plus l'énergie résultante est avantageuse.



La courbe d'estimation a été établie sur la base des coûts statistiques pour de petites centrales (source: Colenco). Ont également été prises en compte, dans ce contexte, les recommandations élaborées par la Confédération dans le cadre de l'arrêté sur l'énergie pour le calcul de l'indemnisation de l'électricité cédée par les exploitants produisant pour leurs propres besoins.

En accord avec la commission, le DFTCE (Département fédéral des transports, des communications et de l'énergie) recommande un prix annuel moyen minimum de 16 cts/kWh pour l'indemnisation du courant provenant d'installations productrices d'électricité entre les mains d'exploitants produisant pour leurs propres besoins jusqu'à 1 MW et qui utilisent de l'énergie renouvelable.

Les entreprises d'approvisionnement en électricité déterminent elles-mêmes les taux d'indemnisation variables selon les tarifs journaliers, de telle manière que dans le cas d'une livraison moyenne unique, le prix moyen annuel ne descende pas au-dessous de 16 cts/kWh.

Remarques concernant l'estimation:

- Comme indiqué précédemment, les valeurs garanties concernant l'installation existante doivent être utilisées pour la détermination de la valeur en abscisse $\sqrt{P \cdot H \cdot f}$. Il est laissé à l'appréciation du responsable de cette évaluation de procéder également à l'estimation pour un projet de rénovation éventuellement déjà existant.
- Estimation de la proportion énergie estivale / énergie hivernale. Le rapport de l'énergie produite en hiver par rapport à l'énergie produite en été par les petites centrales hydrauliques est en général plutôt favorable.

Dans les cas où il faut compter avec une proportion d'énergie hivernale de moins de 40%, il est recommandé de réduire l'estimation tirée du graphique.

Exemples d'application:

- A. Réactivation d'une petite centrale, sous réserve de l'utilisation des éléments d'installation existants (construction pour captage, conduite forcée)

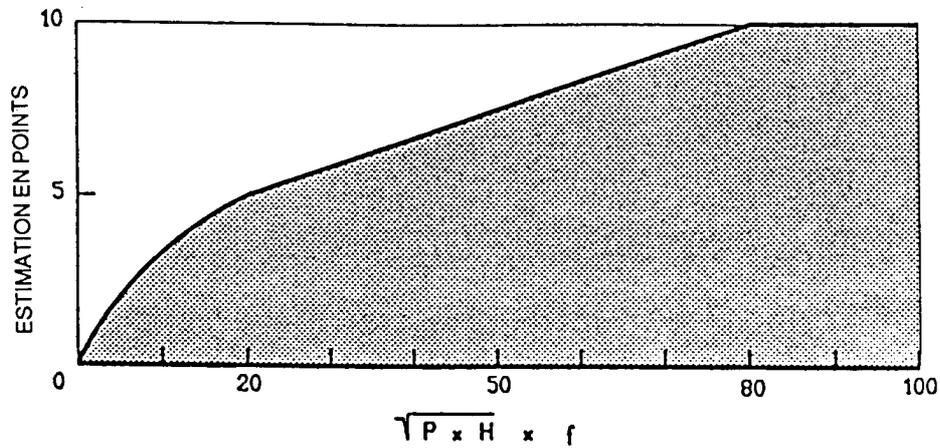
| | | | |
|----------------------------|----------------------------|---|-------|
| Données de l'installation: | puissance P | = | 60 kW |
| | hauteur de chute H | = | 150 m |
| | degré d'utilisation f | = | 1 |
| | $\sqrt{P \cdot H \cdot f}$ | = | 95 |

Pour cette valeur de 95, nous obtenons une estimation de 10 points, ce qui signifie que le prix de l'énergie produite sera probablement avantageux.

- B. Une réactivation est planifiée pour une installation basse-pression existante, les structures du barrage et le canal pouvant être utilisés à l'avenir.

| | | | |
|----------------------------|----------------------------|---|--------|
| Données de l'installation: | puissance P | = | 240 kW |
| | hauteur de chute H | = | 1.8 m |
| | degré d'utilisation f | = | 1 |
| | $\sqrt{P \cdot H \cdot f}$ | = | 21 |

Pour cette valeur de 21, nous obtenons une estimation de 5 points, ce qui correspond à un prix moyen de l'énergie produite.

DIANE**Coûts de production d'énergie****R4****Données de l'installation existante:**

P = puissance kW

H = hauteur de chute m

f = degré d'utilisation = $\frac{\text{production annuelle (kWh)}}{\text{puissance (kW)} \times 8'760}$

Estimation:

Puissance possible kW

Hauteur de chute (moyenne) m

Degré d'utilisation f

Valeur en abscisse $\sqrt{P \cdot H \cdot f}$

Estimation en points

.....

DIANE**Fiches d'évaluation R5:
Potentiel d'extension**

La remise en service d'une centrale hydraulique, avec parallèlement une extension de la puissance et de la production, gagne en attrait économique. Souvent une remise en service ne peut être planifiée de façon économique qu'avec, en parallèle, une extension.

Il est de ce fait facile de concevoir que l'on considère le potentiel d'extension d'une petite centrale comme un indicateur de la rentabilité.

La puissance d'une centrale est déterminée par la hauteur de chute disponible et le débit d'eau turbinable. Alors qu'une augmentation significative de la hauteur de chute est rarement possible, une augmentation du débit turbinable s'impose, particulièrement dans le cas de centrales anciennes.

Une détermination correcte de l'extension économique de la puissance d'une centrale requiert une optimisation importante du débit turbinable et des frais. Il existe toutefois de simples règles dictées par l'expérience, qui permettent des considérations sur l'utilisation rentable d'une installation.

Les règles relevant de l'expérience ont été utilisées dans le cadre de l'évaluation du potentiel d'extension figurant sur la feuille d'évaluation R5.

Si la capacité de turbinage des anciennes centrales est dimensionnée sur la base d'un déversement de 180 jours et plus par an en moyenne, cette valeur est ramenée de 50 à 100 jours pour une installation actuelle considérée comme rentable.

La fréquence des jours de déversement au barrage ou le débit du captage par rapport au débit du cours d'eau représentent dès lors une mesure de l'intensité de l'utilisation des eaux et du potentiel d'amélioration de la puissance.

Graphique d'évaluation

Les graphiques d'évaluation de la fiche d'évaluation R5 reposent sur ces expériences.

Le graphique indique que pour une petite centrale hydraulique exploitée sous forme de centrale au fil de l'eau (c'est-à-dire sans réservoir d'accumulation) avec un déversement sur plus de 180 jours par année, la puissance actuelle est insuffisante et qu'il s'agit, en cas de rénovation ou de réactivation, d'examiner le problème d'un accroissement de la puissance. L'estimation dans de tels cas est de 10 points.

En cas de fonctionnement avec eau déversée sur une durée de moins de 80 jours par année, par contre, une augmentation du débit d'équipement et de la puissance est à peine rentable; l'estimation dans une telle situation est de 0 point.

Un deuxième graphique est représenté dans la fiche d'évaluation R5 et concerne les installations avec réservoir d'accumulation.

La détermination du nombre de jours moyen de fonctionnement avec eau déversée peut être effectuée à l'aide des données d'exploitation d'une centrale. Dans les cas où de telles données ne sont pas disponibles, des estimations du personnel d'exploitation sont également admises.

Correction pour augmentation de hauteur de chute

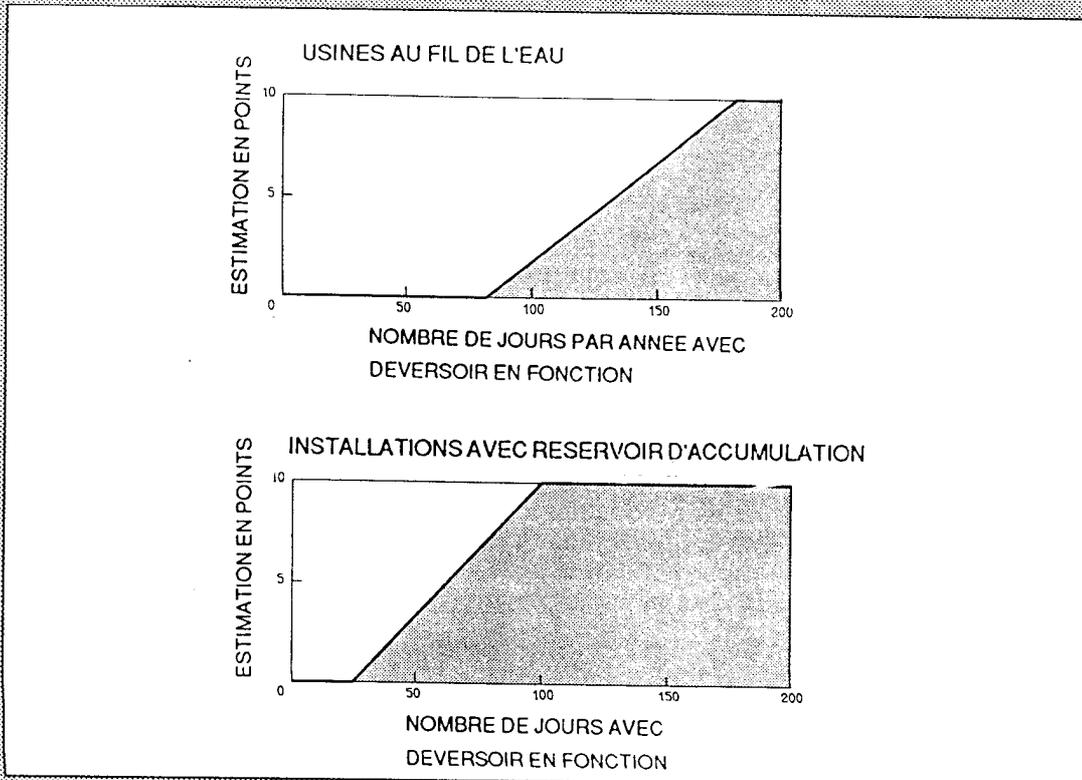
Pour tous les cas dans lesquels, à part une augmentation du débit d'équipement, une augmentation de la hauteur de chute semble également possible, l'estimation ressortant des graphiques peut être majorée (proposition: 1 point de majoration par 5% d'augmentation de hauteur de chute).

Dans ce cas d'estimation, il faut signaler que seul un «potentiel» est évalué. Les projets présentant une augmentation marquante de la puissance de l'installation nécessitent une planification particulièrement soignée. De plus, une augmentation de puissance est toujours soumise à autorisation.

DIANE

Potentiel d'extension

R5



Estimation:

Type de l'installation _____

Grandeur du réservoir d'accumulation Accumulation
journalière/hebdomadaire/mensuelle

Nombre de jours avec déversoir en fonction jours

Estimation en points

Correction pour augmentation simultanée de la hauteur de chute

Estimation en points (total)
(max. 10 points)

.....

DIANE**Fiches d'évaluation R6: Pertes de production dues à des dispositions minimales quant aux débits résiduels**

La loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux, voir annexe), entrée en vigueur en 1992, détermine les débits résiduels minimaux pour les centrales hydrauliques. Les nouvelles dispositions concernant les débits résiduels sont appliquées dans le cas des installations existantes:

- en cas d'assainissement selon l'article 82 et suivants (LEaux)
- en cas de renouvellement de concession, respectivement de prolongation
- en cas d'obtention de nouvelle concession
- en cas d'extension impliquant une plus grande quantité d'eau d'équipement ou une plus grande hauteur de chute
- en cas de modification apportée aux constructions hydrauliques et d'autorisation relevant de la police des constructions hydrauliques
- dans quelques cantons, en cas de travaux de réparation importants

La détermination des débits résiduels se base sur des considérations d'ordre écologique. Elle influence cependant la rentabilité des centrales hydrauliques dans le sens qu'une augmentation du débit résiduel peut entraîner des pertes de production.

Ce débit résiduel minimum sera souvent majoré sur la base de l'article 33 de la LEaux.

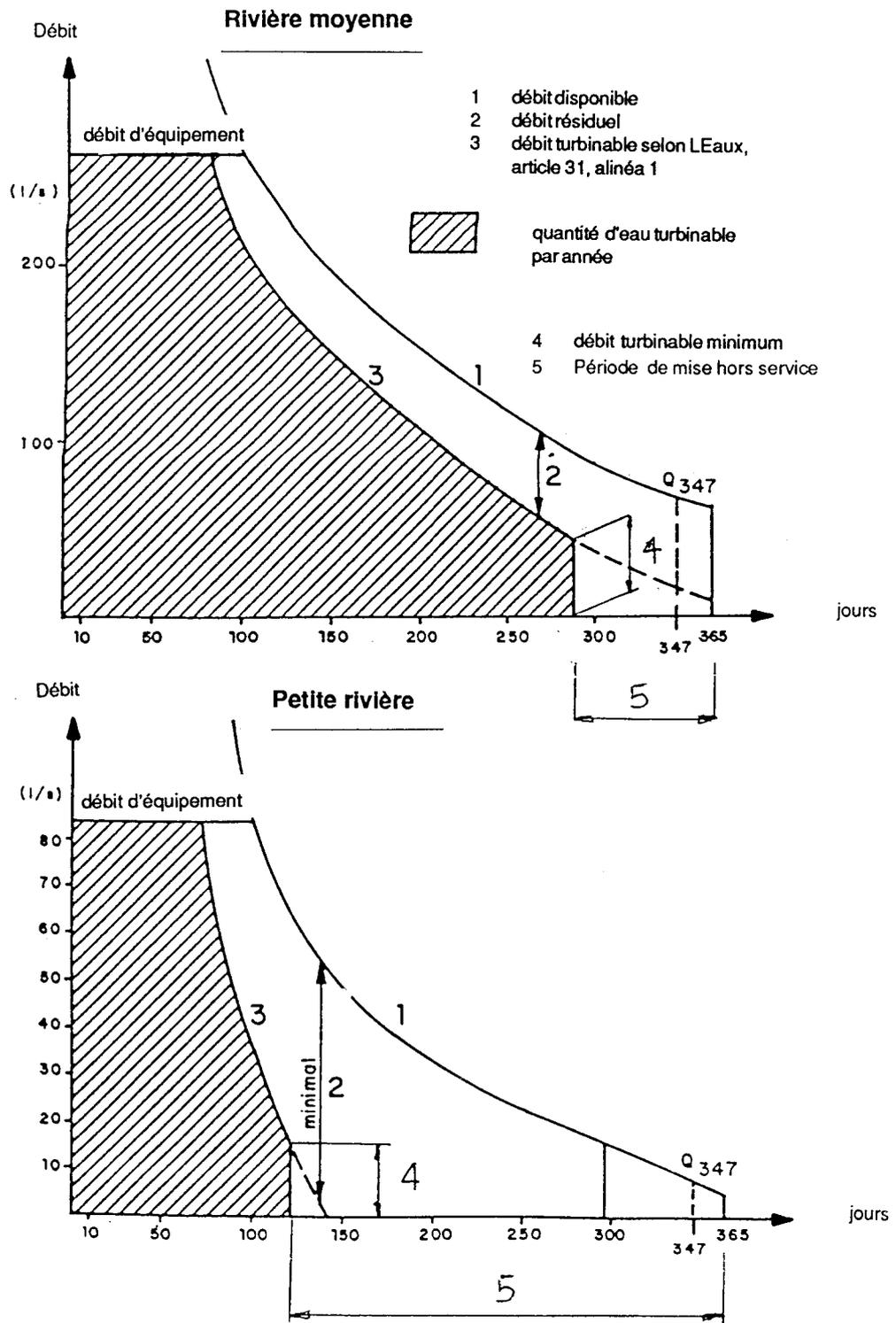
C'est la raison pour laquelle, pour juger de la rentabilité d'un projet de rénovation, les pertes de production dues aux débits résiduels minimaux selon la LEaux ont été choisies comme autre indicateur, lequel fait l'objet de la fiche d'évaluation **R6**.

Pas de débits résiduels ou des débits résiduels fortement réduits sont prévus dans les cas suivants:

- pour les usines au fil de l'eau sans tronçon de dérivation
- pour l'utilisation d'énergie à partir d'installations d'approvisionnement en eau potable ou de réseaux d'eaux usées
- sur un tronçon de 1 000 m en aval du prélèvement d'eau d'un cours d'eau situé à plus de 1 700 m d'altitude et dont le débit Q_{347} est inférieur à 50 l/s
- lors de prélèvements d'eau sur cours d'eau non piscicoles

Détermination de la perte de production

Les pertes de production peuvent également être estimées sur la base des débits résiduels minimaux déterminés. Les deux graphiques ci-dessous permettent d'illustrer deux cas typiques.



Estimation des pertes de production

Dans la première partie de la fiche d'évaluation, c'est la perte de production qui est estimée.

Si cette dernière est évaluée à plus de 20 % de la production d'énergie précédente, elle sera estimée à 0 point. Les pertes entre 20 et 0 % seront estimées entre 0 et 10 points, de manière à peu près linéaire.

Il existe dans ce cas également un peu de latitude pour des évaluations personnelles; par exemple, en cas de pertes plus marquées en production d'hiver, ceci pourra faire descendre l'évaluation.

En ce qui concerne les questions en rapport avec la détermination du débit résiduel minimal et de la perte de production qui en résulte, des renseignements pourront être pris à l'adresse indiquée en page de garde.

Influence des périodes de mise hors service

Le débit résiduel exigé ici peut conduire à une réduction du nombre de jours d'utilisation des turbines. Il faut également considérer qu'en dessous d'un certain débit minimum de fonctionnement, les turbines doivent être arrêtées.

La deuxième partie de la fiche d'évaluation R6 évalue ces périodes de mise hors service causées par le débit résiduel minimal en prenant en considération les inconvénients supplémentaires suivants à la charge de l'exploitant;

- Danger de dégâts dus à une mise hors service (dessèchement des joints d'étanchéité et des filtres, gel des conduites, par exemple)
- Problèmes dans des canaux et marais tels qu'assèchement ou érosion, prolifération de plantes, givrage.

Estimation

Une période de mise hors service de plus de 90 jours est estimée à 10 points, une période de mise hors service de moins de 20 jours à 5 points. Entre 20 et 90 jours, une estimation personnelle variera entre 0 et 5 points (en tenant compte des répercussions sur l'installation concernée).

En ce qui concerne le résultat général de cette fiche d'évaluation, les estimations concernant la perte d'énergie et la période de mise hors service sont additionnées. La valeur totale ne doit cependant pas dépasser 10 points.

10 points signifient: Faible influence des prescriptions relatives aux débits résiduels sur la production d'énergie dans le cadre d'un projet de rénovation.

0 points signifient: Effet négatif durable des prescriptions relatives aux débits résiduels sur la production d'énergie.

| DIANE | Fiche d'évaluation M8: Pertes de production dues à des dispositions minimales en ce qui concerne les débits résiduels | R6 | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----------|--|-------------------|----------------|--|------------|--|-----------------|--------------|-------|--------------|----------|-------|
| <p>Débit résiduel minimal selon art. 31/32 LEaux l/s</p> | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Perte de production moyenne</i></th> <th style="text-align: center;">Estimation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>- plus de 20 %</td> <td style="text-align: center;">0 point</td> </tr> <tr> <td>- 0 à 20 %</td> <td style="text-align: center;">10 - 0 points</td> </tr> </tbody> </table> | | | <i>Perte de production moyenne</i> | Estimation | - plus de 20 % | 0 point | - 0 à 20 % | 10 - 0 points | | | | | | |
| <i>Perte de production moyenne</i> | Estimation | | | | | | | | | | | | | |
| - plus de 20 % | 0 point | | | | | | | | | | | | | |
| - 0 à 20 % | 10 - 0 points | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="3"><i>Mise hors service de machines</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>- > 90 jours</td> <td style="text-align: center;">0 point</td> <td style="text-align: right;">.....</td> </tr> <tr> <td>- 20 à 90 jours</td> <td style="text-align: center;">0 - 5 points</td> <td style="text-align: right;">.....</td> </tr> <tr> <td>- < 20 jours</td> <td style="text-align: center;">5 points</td> <td style="text-align: right;">.....</td> </tr> </tbody> </table> | | | <i>Mise hors service de machines</i> | | | - > 90 jours | 0 point | | - 20 à 90 jours | 0 - 5 points | | - < 20 jours | 5 points | |
| <i>Mise hors service de machines</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| - > 90 jours | 0 point | | | | | | | | | | | | | |
| - 20 à 90 jours | 0 - 5 points | | | | | | | | | | | | | |
| - < 20 jours | 5 points | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 70%;"><i>Estimation en points (total)</i> (max. 10 points)</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center; width: 30%;">.....</td> </tr> </table> | | | <i>Estimation en points (total)</i> (max. 10 points) | | | | | | | | | | | |
| <i>Estimation en points (total)</i> (max. 10 points) | | | | | | | | | | | | | | |

4.4 Evaluation générale

La combinaison

faisabilité + rentabilité

permet une évaluation générale de l'intérêt de rénover de la petite centrale hydraulique concernée.

L'évaluation doit permettre la classification du projet de modernisation, respectivement de remise en service dans l'une des catégories suivantes

| | | Rentabilité | | |
|--|---|--|--|--|
| | | Remise en service économiquement intéressante, pleine de promesses | Remise en service clarifications ultérieures nécessaires | Remise en service économiquement problématique (la réalisation nécessite un grand investissement en travail personnel) |
| Faisabilité sur le plan technique | Réactivation se fait pressante | | | |
| | Remise en service semble justifiée demande des clarifications | | | |
| | Remise en service non urgente ou problématique | | | |

Avant de procéder à l'évaluation générale selon la matrice ci-dessous, les fiches «Evaluation générale "Faisabilité" (pages 111-113) et Evaluation générale "Rentabilité" (pages 115-117) » doivent être remplies.

| | |
|--------------|--|
| DIANE | Evaluation générale Faisabilité de la modernisation |
|--------------|--|

La fiche d'évaluation générale «Faisabilité de la modernisation» est destinée à l'évaluation récapitulative de la faisabilité de rénovation (technique / écologique) d'une petite centrale hydraulique.

L'estimation déterminée dans les fiches d'évaluation individuelles

R1 - Droit d'utilisation des eaux

R2 - Etat

R3 - Ecologie

doit être reportée ici avant d'en déduire le total «Estimation en points».

Critères supplémentaires:

En complément des 3 indicateurs choisis, la position «Critères supplémentaires » donne une possibilité d'évaluation de problèmes spécifiques à l'installation qui favorisent une rénovation.

De tels problèmes peuvent être définis comme suit:

- Une remise en service s'impose du fait d'autres projets de construction
- Possibilité d'incorporation aux prix

Lorsqu'on se trouve en présence de critères supplémentaires de cette importance, 0 à 10 points peuvent être accordés selon évaluation personnelle.

Evaluation du nombre de points

Sur la base du total de points, le projet de remise en service peut être classé dans l'une des trois catégories suivantes

plus de 25 points **une remise en service s'impose**

10 à 25 points **une remise en service semble justifiée, doit cependant faire l'objet de clarifications complémentaires**

en-dessous de

10 points

une remise en service se révèle problématique ou ne présente pas un caractère d'urgence

La classification du projet de remise en service selon l'une des 3 catégories est une expression de la faisabilité matérielle et de l'urgence technique d'un projet de remise en service.

| DIANE | | Evaluation générale | |
|---------------------------------|--|--|--|
| | | Faisabilité de la remise en service | |
| | | | |
| Indicateurs: | | | |
| | | | Estimation en points |
| Concession | (R1) |  | ..... |
| Etat | (R2) |  | ..... |
| Ecologie | (R3) |  | ..... |
| Critères supplémentaires |  |  | ..... |
| | | | |
| Total | | | <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 40px; margin: 0 auto;"> <p style="text-align: center;">.....</p> </div> |
| | | | |
| Evaluation | | | |
| • | Une remise en service s'impose | | au dessus de 25 points |
| • | Une remise en service semble justifiée, nécessite cependant des clarifications complémentaires | | 10 à 25 points |
| • | Une remise en service se révèle problématique ou ne présente pas un caractère d'urgence | | en dessous de 10 points |
| | | | |

| | |
|--------------|--|
| DIANE | Evaluation générale Rentabilité d'une remise en service |
|--------------|--|

La fiche d'évaluation générale de la rentabilité d'une remise en service est destinée à l'évaluation récapitulative de la rentabilité d'un projet de remise en service d'une petite centrale hydraulique.

L'estimation déterminée dans les fiches d'évaluation individuelles

| | |
|----|--|
| R4 | Coûts de production d'énergie |
| R5 | Potentiel d'extension |
| R6 | Perte de production due à débit résiduel minimal |

doit être reportée ici avant d'en déduire le total «Estimation en points».

Du fait de l'importance dominante de l'indicateur «Coûts de production d'énergie» pour la rentabilité, le nombre de points attribués à l'estimation, déterminé selon feuille R4, doit être multiplié par trois et inséré en qualité de valeur triple dans l'évaluation générale (cela signifie un total de points max. = 30).

Sur la base du total de points ainsi déterminé, le projet de remise en service considéré peut être classé dans l'une des trois catégories suivantes:

Estimation du nombre de points

| | |
|--------------------------------|--|
| plus de 30 points | Une remise en service semble pleine de promesses du point de vue économique. |
| 10 à 30 points | La rentabilité de la remise en service nécessite des clarifications complémentaires. |
| en-dessous de 10 points | Une remise en service est problématique du point de vue économique et requiert un investissement important en travaux personnels. |

DIANE

Evaluation générale

Rentabilité de la remise en service

Indicateurs:

Estimation de points

| | | | |
|--|-------------------|------------|--------------|
| Coûts de production d'énergie | (R4) | X 3 | ..... |
| Potentiel d'extension | (R5) |  | ..... |
| Pertes de production dues au débit résiduel minimal | (R6) |  | ..... |

Total

| |
|-------|
| |
|-------|

Evaluation

- Une remise en service semble pleine de promesses du point de vue économique. au dessus de 30 points
- Une remise en service requiert des clarifications complémentaires. 10 à 30 points
- Une remise en service est problématique du point de vue économique et requiert un investissement important en travaux personnels. en dessous de 10 points

Annexe:

Loi Fédérale sur la protection des eaux

**Loi fédérale
sur la protection des eaux
(LEaux)**

814.20

du 24 janvier 1991 (Etat le 1^{er} avril 1993)

*L'Assemblée fédérale de la Confédération suisse,
vu l'article 24^{bis} de la constitution fédérale¹⁾;
vu le message du Conseil fédéral du 29 avril 1987²⁾,
arrête:*

Titre premier: Dispositions générales

Article premier But

La présente loi a pour but de protéger les eaux contre toute atteinte nuisible. Elle vise notamment à:

- a. préserver la santé des êtres humains, des animaux et des plantes;
- b. garantir l'approvisionnement en eau potable et en eau d'usage industriel et promouvoir un usage ménager de l'eau;
- c. sauvegarder les biotopes naturels abritant la faune et la flore indigènes;
- d. sauvegarder les eaux piscicoles;
- e. sauvegarder les eaux en tant qu'élément du paysage;
- f. assurer l'irrigation des terres agricoles;
- g. permettre l'utilisation des eaux pour les loisirs;
- h. assurer le fonctionnement naturel du régime hydrologique.

Art. 2 Champ d'application

La présente loi s'applique aux eaux superficielles et aux eaux souterraines.

Art. 3 Devoir de diligence

Chacun doit s'employer à empêcher toute atteinte nuisible aux eaux en y mettant la diligence qu'exigent les circonstances.

Art. 4 Définitions

Au sens de la présente loi, on entend par:

- h. *débit* Q_{347} : le débit d'un cours d'eau atteint ou dépassé pendant 347 jours par année, dont la moyenne est calculée sur une période de dix ans et qui n'est pas influencé sensiblement par des retenues, des prélèvements ou des apports d'eau.
- i. *débit permanent*: un débit Q_{347} supérieur à zéro.
- k. *débit résiduel*: le débit d'un cours d'eau qui subsiste après un ou plusieurs prélèvements.¹⁾
- l. *débit de dotation*: la quantité d'eau nécessaire au maintien d'un débit résiduel déterminé après un prélèvement.

- a. la qualité des eaux superficielles est conforme aux prescriptions en dépit du prélèvement et des déversements d'eaux à évacuer;
- b. l'alimentation des nappes d'eaux souterraines est assurée de manière à ce que les prélèvements nécessaires à l'approvisionnement en eau potable puissent se faire normalement et à ce que la teneur en eau des sols agricoles n'en soit pas sensiblement affectée;
- c. les biotopes et les biocénoses rares dont l'existence est liée directement ou indirectement à la nature et à la taille du cours d'eau doivent être conservés; si des raisons impératives rendent cette conservation impossible, ils seront remplacés, dans la mesure du possible, par d'autres de même valeur;
- d. la profondeur d'eau nécessaire à la libre migration des poissons doit être garantie;
- e. les eaux piscicoles dont le débit Q_{347} est inférieur ou égal à 40 l/s sont maintenues comme telles lorsqu'elles se trouvent à une altitude de moins de 800 m et qu'elles servent de frayère aux poissons ou d'habitat à leur progéniture.

Art. 32 Dérogations

Les cantons peuvent autoriser des débits résiduels inférieurs:

- a. sur un tronçon de 1000 m en aval du point de prélèvement, lorsque le cours d'eau est situé à une altitude supérieure à 1700 m et que son débit Q_{347} est inférieur à 50 l/s;
- b. lorsque les prélèvements sont opérés dans des eaux non piscicoles et à condition que le débit restant représente au moins 35 pour cent du débit Q_{347} ;
- c. lorsque les cours d'eau se trouvent dans une zone limitée, de faible étendue, et présentant une unité topographique, que des plans de protection et d'utilisation des eaux ont été établis et que la réduction du débit est compensée dans la même zone, par exemple en renonçant à d'autres prélèvements; les plans susmentionnés seront soumis à l'approbation du Conseil fédéral;
- d. en cas de nécessité, lorsqu'il s'agit de procéder à des prélèvements d'eau temporaires destinés notamment à assurer l'approvisionnement en eau potable, à lutter contre les incendies ou à assurer l'irrigation de terres agricoles.

Art. 33 Augmentation du débit résiduel minimal

- ¹ L'autorité fixe un débit résiduel supérieur aussi élevé que possible après avoir pesé les intérêts en présence.
- ² Plaident notamment en faveur d'un prélèvement d'eau:
 - a. les intérêts publics que le prélèvement devrait servir;
 - b. les intérêts économiques de la région d'où provient l'eau;
 - c. les intérêts économiques de la personne qui entend opérer le prélèvement;
 - d. l'approvisionnement en énergie, lorsqu'il nécessite un prélèvement d'eau.

Titre deuxième: Prévention et réparation des atteintes nuisibles aux eaux

Chapitre 2: Maintien de débits résiduels convenables

Art. 29 Autorisation

Doit être titulaire d'une autorisation celui qui, sortant des limites de l'usage commun:

- a. opère un prélèvement dans un cours d'eau à débit permanent;
- b. opère, dans des lacs ou des nappes d'eaux souterraines, un prélèvement qui influence sensiblement le débit d'un cours d'eau à débit permanent.

Art. 30 Conditions à remplir

Le prélèvement peut être autorisé si:

- a. les exigences énoncées aux articles 31 à 35 sont respectées;
- b. associé à d'autres prélèvements, il réduit de 20 pour cent au plus le débit Q_{347} d'un cours d'eau et ne dépasse pas 1000 l/s; ou si
- c. destiné à l'approvisionnement en eau potable, il ne dépasse pas 80 l/s en moyenne par année lorsqu'il est opéré dans une source et 100 l/s lorsqu'il est opéré dans des eaux souterraines.

Art. 31 Débit résiduel minimal

¹ Lorsque des prélèvements sont opérés dans des cours d'eau à débit permanent, le débit résiduel doit atteindre au moins:

| | |
|--|------------|
| Pour un débit Q_{347} inférieur ou égal à 60 l/s | 50 l/s |
| plus, par tranche de 10 l/s | 8 l/s |
| Pour un débit Q_{347} de 160 l/s | 130 l/s |
| plus, par tranche de 10 l/s | 4,4 l/s |
| Pour un débit Q_{347} de 500 l/s | 280 l/s |
| plus, par tranche de 100 l/s | 31 l/s |
| Pour un débit Q_{347} de 2500 l/s | 900 l/s |
| plus, par tranche de 100 l/s | 21,3 l/s |
| Pour un débit Q_{347} de 10 000 l/s | 2 500 l/s |
| plus, par tranche de 1000 l/s | 150 l/s |
| Pour un débit Q_{347} égal ou supérieur à 60 000 l/s | 10 000 l/s |

² Le débit résiduel calculé selon le 1^{er} alinéa doit être augmenté lorsque les exigences suivantes ne sont pas satisfaites et qu'elles ne peuvent l'être par d'autres mesures:

Chapitre 3: Prévention d'autres atteintes nuisibles aux eaux

Chapitre 2: Etudes de base

Art. 57 Tâches de la Confédération

- ¹ La Confédération effectue des relevés d'intérêt national sur:
 - a. les éléments du bilan hydrologique;
 - b. la qualité des eaux superficielles et des eaux souterraines;
 - c. l'approvisionnement en eau potable;
 - d. d'autres aspects de la protection des eaux.
- ² Elle peut participer financièrement au développement d'installations et de procédés permettant d'améliorer l'état de la technique dans l'intérêt général de la protection des eaux, en particulier dans le domaine de la lutte à la source.
- ³ Elle met les données recueillies et leur interprétation à la disposition des intéressés.
- ⁴ Le Conseil fédéral règle l'exécution des relevés et l'exploitation des données recueillies.
- ⁵ Les services fédéraux compétents publient des directives techniques et conseillent les services chargés des relevés. Ils peuvent, contre paiement, effectuer des travaux hydrologiques pour des tiers ou mettre leurs appareils à disposition pour de tels travaux.

Art. 58 Tâches des cantons

- ¹ Les cantons effectuent les autres relevés nécessaires à l'exécution de la présente loi. Ils en communiquent les résultats aux services fédéraux compétents.
- ² Les cantons dressent un inventaire des nappes souterraines et des installations servant à l'approvisionnement en eau. L'inventaire est public, à moins que les intérêts de la défense nationale ne requièrent le secret.

Art. 59 Calcul du débit Q_{347}

En l'absence de mesures suffisantes pour évaluer le débit d'un cours d'eau, le débit Q_{347} est déterminé selon d'autres méthodes, telles que l'observation d'événements hydrologiques ou la simulation.

Art. 60 Obligation d'informer

Avant d'autoriser une quelconque intervention qui peut avoir des répercussions sur une eau aux abords d'une station servant à relever des données hydrologiques ou autres, l'autorité en informe les services responsables de la station.

³ S'opposent notamment à un prélèvement d'eau:

- a. l'importance du cours d'eau en tant qu'élément du paysage;
 - b. l'importance du cours d'eau en tant que biotope et le maintien de la diversité de la faune et de la flore qui en dépendent ainsi que la conservation du rendement de la pêche et de la reproduction naturelle des poissons;
 - c. le maintien d'un débit qui garantisse à long terme le respect des exigences quant à la qualité des eaux;
 - d. le maintien d'un régime équilibré des eaux souterraines qui permette, à long terme, d'utiliser celles-ci comme eau potable, de continuer à exploiter le sol selon le mode usuel et de préserver une végétation adaptée à la station;
 - e. le maintien de l'irrigation agricole.
- ⁴ Quiconque entend opérer un prélèvement dans un cours d'eau soumet à l'autorité un rapport concernant:
- a. les répercussions probables du prélèvement, pour différents débits, sur les intérêts que sert le prélèvement, notamment sur la production d'énergie électrique et son coût;
 - b. les intérêts au respect desquels le prélèvement risque de s'opposer et les possibilités d'y parer.

Art. 34 Prélèvements d'eau dans les lacs et dans les nappes d'eaux souterraines

Lorsque des prélèvements opérés dans un lac ou dans une nappe d'eau souterraine influencent sensiblement le débit d'un cours d'eau, les articles 31 à 33 s'appliquent par analogie à la protection de ce cours d'eau.

Art. 35 Décision de l'autorité

- ¹ L'autorité fixe dans chaque cas le débit de dotation et les autres mesures nécessaires pour protéger le cours d'eau en aval du prélèvement.
- ² Elle peut fixer des débits de dotation différenciés dans le temps. Ces débits ne doivent pas être inférieurs aux débits résiduels minimaux fixés aux articles 31 et 32.

³ L'autorité consulte les services intéressés avant de prendre sa décision; lorsqu'il s'agit de prélèvements destinés à des installations hydro-électriques d'une puissance brute supérieure à 300 kW, elle consulte en outre la Confédération.

Art. 36 Contrôle du débit de dotation

- ¹ Quiconque opère un prélèvement dans une eau est tenu de prouver à l'autorité, à l'aide de mesures, qu'il respecte le débit de dotation. Lorsque les coûts ne sont pas raisonnables, la preuve peut être apportée par calcul du bilan hydrique.
- ² S'il s'avère que le débit effectif est temporairement inférieur au débit de dotation fixé, seule une quantité d'eau égale à celle du débit effectif doit être restituée pendant cette période.

Titre cinquième: Dispositions pénales

Art. 70 Délits

- c. n'aura pas respecté le débit de dotation fixé par l'autorité ou n'aura pas pris les mesures prescrites afin de protéger le cours d'eau à l'aval du prélèvement (art. 35);
- d. aura, de manière illicite, endigué ou corrigé un cours d'eau (art. 37);
- e. aura, sans autorisation ou en violation des conditions énoncées dans l'autorisation, couvert ou mis sous terre un cours d'eau (art. 38);

Titre sixième: Dispositions finales

Chapitre premier: Abrogation et modification du droit en vigueur

Art. 74 Abrogation de la loi sur la protection des eaux

La loi fédérale du 8 octobre 1971²⁾ sur la protection des eaux contre la pollution (loi sur la protection des eaux) est abrogée.

Chapitre 2: Dispositions transitoires

Section 2: Prélèvements d'eau existants

Art. 80 Assainissement

¹⁾ Lorsqu'un cours d'eau est sensiblement influencé par un prélèvement, il y a lieu d'assainir son cours aval, conformément aux prescriptions de l'autorité, sans que les droits d'utilisation existants soient atteints d'une manière qui justifierait un dédommagement.

²⁾ L'autorité ordonne des mesures d'assainissement supplémentaires lorsqu'il s'agit de cours d'eau qui traversent des paysages ou des biotopes répertoriés dans un inventaire national ou cantonal ou que des intérêts publics prépondérants l'exigent. La procédure de constat, et le cas échéant, la détermination du montant de l'indemnité sont régis par la loi fédérale sur l'expropriation¹⁾.

Art. 81 Délais d'assainissement

¹⁾ L'autorité fixe dans chaque cas et selon l'urgence de la situation les délais à respecter pour les mesures d'assainissement.

²⁾ Elle veille à ce que l'assainissement soit terminé dans un délai maximum de quinze ans à compter de l'entrée en vigueur de la présente loi.

²⁾ Les cantons apprécient les prélèvements d'eau recensés et décident, le cas échéant, de l'étendue des mesures d'assainissement nécessaires. Ils consignent les résultats de leur examen dans un rapport. Celui-ci indiquera si possible l'ordre dans lequel les opérations doivent se dérouler.

³⁾ Les cantons présentent à la Confédération l'inventaire et le rapport dans un délai de respectivement deux et cinq ans, à compter de l'entrée en vigueur de la présente loi.

Art. 83 Concessions accordées sous l'empire de l'ancien droit

¹⁾ Lorsque la concession a été accordée avant l'entrée en vigueur de la présente loi et que le prélèvement n'a pas encore été réalisé, la protection du cours d'eau en aval doit être assurée par des mesures conformes à la présente loi, en évitant, dans la mesure du possible, que les droits d'utilisation existants soient atteints d'une manière qui justifierait un dédommagement. Les mesures prévues à l'article 31 ne donnent pas lieu à une indemnisation lorsque la concession a été octroyée après le 1^{er} juin 1987.

²⁾ Si des intérêts publics prépondérants exigent une protection supplémentaire, l'autorité ordonnera les mesures à prendre en vertu de la présente loi. La procédure de constat et, le cas échéant, la détermination du montant de l'indemnité sont régies par la loi fédérale sur l'expropriation¹⁾.

³⁾ Les mesures prévues au 2^e alinéa doivent avoir été arrêtées avant le début des travaux de construction des installations destinées au prélèvement.

Section 3: Indemnités

Art. 84

¹⁾ Les demandes d'indemnités pour les installations et les équipements dont la construction a commencé avant l'entrée en vigueur de la présente loi sont traitées selon l'ancien droit. L'indemnité est calculée d'après la capacité financière du canton au moment où elle est allouée.

²⁾ Lorsqu'elle vote le budget, l'Assemblée fédérale fixe le montant maximal des indemnités qui peuvent être allouées durant l'exercice en vertu du 1^{er} alinéa.