

1994 724.397.42.02 f

Publications RAVEL

# Récupération d'énergie électrique et thermique

**Dans le cadre de la construction  
de la station d'épuration  
de la vallée de Bagnes**

André Besson



Domaine 42: Animation et diffusion

Office fédéral des questions conjoncturelles

Adresses  
Editeur: Office fédéral des questions  
conjoncturelles (OFQC)  
3003 Berne  
Tél.: 031/322 21 39  
Fax: 031/371 82 89

Direction: RAVEL  
c/o Amstein + Waithert AG  
Leutschenbachstrasse 45  
8050 Zürich  
Tél.: 01/305 91 11  
Fax: 01/305 92 14

Chef du domaine: Félix Walter  
ECOPLAN  
Seidenweg 63  
3012 Bern  
Tél.: 031/302 54 32  
Fax: 031/302 54 93

Coordinateur  
du projet: Daniel Donati  
Electricité de Laufenburg SA  
Rue de l'industrie 43  
Case postale 335  
1951 Sion  
Tél.: 027/22 44 30  
Fax: 027/23 43 36

Auteur André Besson  
Services Industriels  
de Bagnes  
Directeur  
1934 Le Châble  
Tél.: 026/36 21 21  
Fax: 026/36 16 78

Cette étude appartient à l'ensemble des projets d'études effectués par des tiers dans le cadre du programme d'impulsion RAVEL. L'Office fédéral des questions conjoncturelles et la Direction du programme autorisent la publication de ce rapport, sous la responsabilité de l'auteur et du chef du domaine concerné.

Copyright (c) Office fédéral des questions  
conjoncturelles  
3003 Berne, août 1994

Reproduction autorisée avec mention de la source. Commande auprès de l'Office central fédéral des imprimés et du matériel, Berne (N° de commande 724.397.42.02 f).

Publications RAVEL

# Récupération d'énergie électrique et thermique

**Dans le cadre de la construction  
de la station d'épuration  
de la vallée de Bagnes**

André Besson



# TABLE DES MATIERES

Sommaire / Zusammenfassung

1. Généralités	p.	3	à	5
2. Introduction	p.			6
3. Description technique	p.	7	à	12
4. Production et consommation d'énergie	p.	13	à	16
5. Bilan énergétique	p.			17
6. Coût des installations	p.	18	à	20
7. Prix brut de l'énergie	p.	21	à	23
8. Annexes				

## **SOMMAIRE**

Un regard sur la vue aérienne de la station d'épuration (STEP) de Bagnes permet de constater immédiatement qu'il ne s'agit pas d'une STEP conventionnelle.

Du point de vue architectural, on constate que le bâtiment est entièrement fermé. Les ouvrages et équipements d'épuration ont été conçus pour que le voisinage ne soit incommodé ni par les odeurs ni par le bruit émis par ce type d'installation. En construisant les équipements à l'intérieur d'un bâtiment, on bénéficie de plus du fait qu'ils sont bien protégés contre les intempéries et donc moins sujets à l'usure du temps.

Du point de vue énergétique, une première technologique: la STEP de Bagnes produit plus d'énergie électrique qu'elle n'en consomme, grâce notamment à:

- une mini-centrale hydroélectrique qui turbine les eaux usées provenant de Verbier;
- un groupe chaleur-force qui, en brûlant les gaz de digestion des boues de la STEP, produit de la chaleur et de l'électricité;
- un groupe d'échangeur de chaleur récupérant la chaleur dissipée par les appareils.

L'évacuation des eaux usées collectées se fait généralement par une canalisation de transport à écoulement libre. L'opération "turbinage" implique une mise sous pression. Cette situation a nécessité une canalisation dont les tubes répondent aux sollicitations de pression. Le choix s'est porté sur des tuyaux en fonte ductile revêtus intérieurement d'une couche de 3 mm de polyuréthane (PUR), matériau résistant à la fois aux pressions et à l'agressivité des eaux usées. La conduite à une longueur totale de 2290 m, son diamètre mesure 300 mm et doit résister au bas de la chute à une pression statique maximale de 45 bars.

La mini-centrale est intégrée au bâtiment de la STEP. La turbine est du type Pelton, munie de deux injecteurs. Pour pallier le risque de corrosion, elle a été construite entièrement en acier inoxydable. Un jeu de vannes automatiques permet d'amener en tout temps les eaux usées de Verbier à la STEP en cas de panne ou de mise hors-service de la turbine. La puissance maximale de la turbine, pour un débit de 240 l/s est de 700 kW. Pour garantir un fonctionnement 24/24 h et 365 jours par année de la STEP, même en cas de coupure de courant du réseau électrique des Services Industriels de Bagnes, il a été décidé d'installer un alternateur synchrone d'une puissance de 850 kVA. Cette solution permet ainsi de fonctionner en îlotage.

## **ZUSAMMENFASSUG**

Ein Blick aus der Vogelflugperspektive auf die Abwasser-Reinigungs-Anlage (ARA) von Bagnes genügt um festzustellen, dass es sich nicht um eine herkömmliche Kläranlage handelt.

Aus der Bauform erkennt man, dass das Gebäude auf allen Seiten geschlossen ist. Die Einrichtungsart der Säuberungsanlagen wurde so erschaffen, dass die Umgebung weder durch den Geruch noch durch den Lärm belästigt wird. Der Vorteil der Einrichtung, welche sich im Inneren des Gebäudes befindet, besteht darin, dass sie gut gegen Temperatur-schwankungen und weitere Witterungseinflüsse geschützt ist.

Aus energetischer Sicht handelt es sich um eine technologische Pionieranlage: Die APA in Bagnes produziert mehr elektrische Energie als sie verbraucht, vor allem durch:

- ein Kleinwasserkraftwerk, welches das Wasser von Verbier herkommend nutzt;
- eine Wärmekraftkopplungsanlage, welche während der Verbrennung von Schmutz und Schlamm elektrische Wärme erzeugt;
- einen Wärmetauscher zur Abwärmenutzung.

Die Entleerung des Brauchwassers erfolgt normalerweise durch eine Kanalisation mit freiem Ausfluss. Das Unternehmen "Stromgewinnung" schliesst die Druckluft mit ein. Dieser Umstand erforderte eine Kanalisation, damit die Röhren der Beanspruchung durch den Druck standhalten. Die Wahl fiel auf Röhren aus dehnbarem Gusseisen, welche im Inneren mit einer 3mm-Schicht aus Polyurethan (PUR) versehen sind. Dieses Material hält einerseits dem Druck und andererseits der Aggressivität des gebrauchten Wassers stand. Die Leitung besitzt eine Gesamtlänge von 2290 Metern, ihr Durchmesser beträgt 300 mm, und sie muss am unteren Ende des Gefälles einen statischen Druck von maximal 45 Bars aushalten.

Das Kleinwasserkraftwerk ist im Gebäude der ARA integriert. Die Turbine ist vom Typ Pelton mit zwei Einlauföffnungen (Einlaufdüsen) versehen. Damit die Rostgefahr vermindert werden kann, wurde die Turbine aus rostfreiem Stahl hergestellt. Im Fall einer Panne oder eines Ausfalls der Turbine, erlaubt die automatische Drosselklappe, das gebrauchte Wasser von Verbier jederzeit der ARA zuzuführen. Die maximale Leistung der Turbine für eine Belastung von 240 L/s beträgt 700 kW. Damit der Betrieb 24 Stunden während 365 Tagen im Jahr gewährleistet ist, auch im Fall eines Stromunterbruches des elektrischen Netzes der Services Industriels von Bagnes, wurde entschieden, einen Wechselstromgenerator mit einer Leistung von 850 kVA einzurichten. Diese Lösung erlaubt es, völlig unabhängig zu funktionieren.

## **1. Généralités**

### ***1.1. Caractéristiques des différents types de collecteurs d'eaux usées***

On peut distinguer trois types de réseaux d'eaux usées

- collecteur urbain, appelé collecteur secondaire
- collecteur transportant les eaux usées d'une agglomération vers une station d'épuration (STEP), appelé collecteur principal
- conduite transportant les eaux traitées d'une STEP vers une canalisation d'eau claire ou dans un cours d'eau.

Considérés dans un concept d'utilisation de leurs potentiels d'énergie hydraulique, les trois types de réseaux doivent, bien entendu, présenter des dénivellations significatives.

### **1.2. Collecteur urbain**

Le collecteur urbain est raccordé aux habitations par des canalisations à écoulement libre. Le collecteur est donc lui-même à écoulement libre. Dans les agglomérations à fortes dénivellations, le collecteur peut parfois présenter des tronçons soumis à la pression. Cependant, dans les quelques cas répertoriés, la dénivellation utile et le débit sont très modestes (typiquement 15-20 m et 15-20 l/s). Tenant compte, d'autre part, des difficultés que présente le turbinage des eaux usées brutes, on peut prétendre que l'intérêt d'utiliser l'énergie des eaux usées dans les collecteurs urbains est très faible, voire inexistant.

Par contre, dans certaines STEP urbaines situées en contrebas du collecteur principal des égouts et qui traitent de grands débits, l'énergie récupérable peut être significative (voir l'expérience pilote de la STEP de Zurich et, en particulier, l'aptitude de la turbine installée à turbiner des eaux usées ch argées - turbine à flux traversant).

### ***1.3. Collecteur transportant des eaux usées d'une agglomération de montagne vers une STEP inférieure***

Cette situation est typique des stations touristiques de montagne. Ces agglomérations, souvent importantes, ne disposent pas de STEP ou alors d'une installation devenue insuffisante. le raccordement à des STEP de plaine par une conduite forcée apporte une solution à ce problème.

Dans le territoire d'investigation (VD et VS), plusieurs installations sont en cours de réalisation ou en projet

- Verbier - Le Châble (commune de Bagnes) qui fait l'objet du présent rapport, installation mise en service en novembre 1993.
- Ovronnaz - Leytron (VS) : En cours de réalisation. Même projet que ci-dessus, avec une puissance de 250 kW. La mini-centrale sera définitivement déterminée (prise d'eau, turbine, régulations, etc ... ) en fonction des expériences acquises sur Verbier - Le Châble.
- Mayens de Riddes - Riddes (VS) : En projet; caractéristiques voisines de celles d'Ovronnaz - Leytron.
- Salvan - Vernayaz : En cours d'étude.
- Villars - Ollon (VD) : Puissance env. 160 kW, en cours d'étude.

La mise en service de la mini-centrale de Verbier - Le Châble constitue un précieux champ d'expériences pour les installations futures similaires. En effet, les incertitudes ne manquent pas, notamment sur le fonctionnement de la turbine en raison de la présence de corps étrangers dans l'eau, mais aussi sur le dégrillage. Les autorités cantonales valaisannes et communales de Bagnes sont d'accord de considérer cette installation comme projet de démonstration "ENERGIE 2000 - DIANE".

#### ***1.4. Conduite transportant les eaux traitées d'une STEP vers une canalisation d'eau claire ou dans un cours d'eau***

Ce type d'installation est, en principe, ramené à celui d'une installation classique. Des dispositions doivent cependant être prises pour faciliter le nettoyage périodique de la conduite et de la turbine. En effet, des dépôts gras s'accumulent sur les parois en contact avec l'eau turbinée.

Exemple d'installation en service

- Leysin - Aigle (VD) : Date de mise en service : juillet 1989. Hauteur de chute : 500 m. Puissance: 270 kW. Energie produite en 1992 : 1'816'280 kWh. Fréquence de nettoyage de la conduite forcée : en moyenne tous les mois.



Exemple d'installation en voie d'achèvement

- STEP de Nyon (VD) : Par manque de place au bord du lac Léman, la nouvelle STEP de Nyon a dû être construite 100 m plus haut. Les eaux usées des habitations situées entre la STEP et le lac seront donc pompées. Par contre, on récupère de l'énergie en turbinant les eaux traitées jusqu'au lac.

Dénivellation : 100 m. Puissance électrique : 223 kW. Turbinage par pompe inversée.

### ***1.5. Autre utilisation possible de l'énergie hydraulique en relation avec le traitement des eaux usées***

Selon une enquête menée par E2000, il ressort le fait suivant

Dans un réseau non séparatif de collecte et de traitement des eaux usées (collecteur unique pour les eaux usées et de ruissellement), le volume journalier moyen à traiter est d'environ 1'000 litres par habitant. Lorsque ce même réseau est séparatif, le volume descend à 250 litres. Dans les régions urbaines caractérisées par une forte dénivellation, une partie des eaux de ruissellement canalisées peut représenter une énergie turbinable appréciable. En effet, les eaux de ruissellement ne sont pas uniquement liées aux précipitations. Une partie de celles-ci proviennent des drainages de nappes phréatiques, de sources non captées et des trop-pleins de captages.

Il serait donc utile d'inventorier ce potentiel énergétique, au moins grossièrement, dans une région test.

## **2. Introduction**

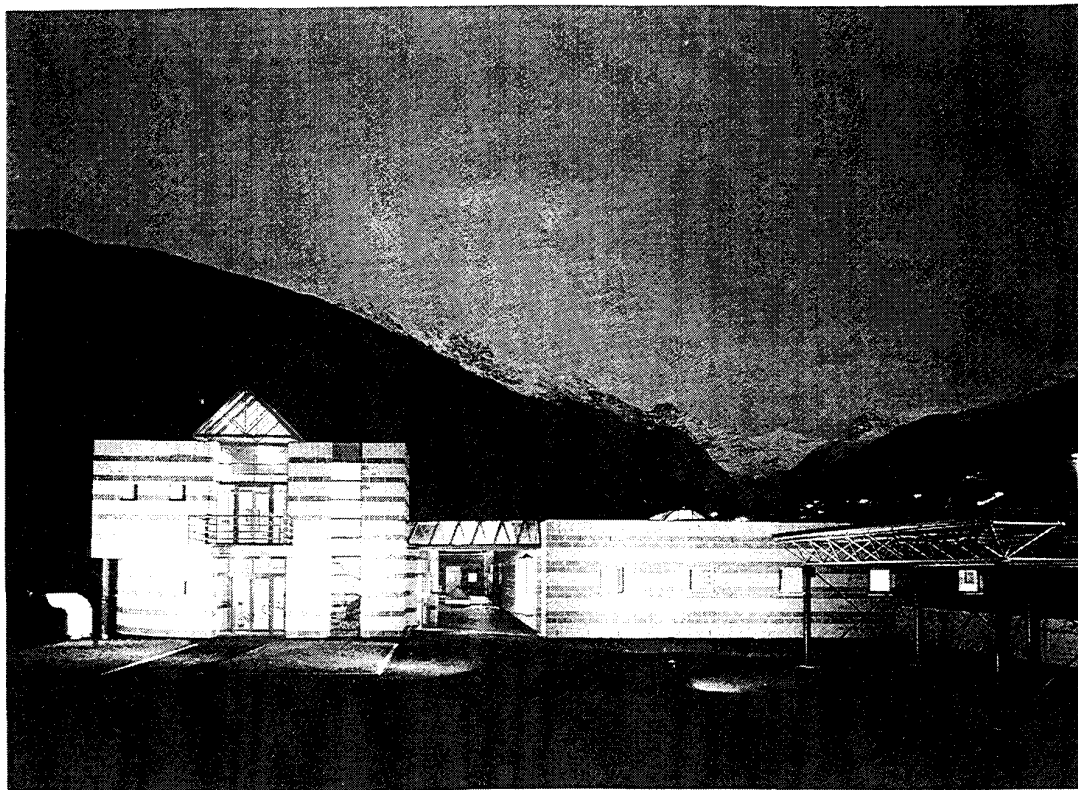
Dans le cadre de la construction de la STEP de la vallée de Bagnes et du collecteur de concentration Verbier - Médières - Le Châble emplacement de la STEP (voir photo ci-devant), il a été étudié la possibilité de produire de l'énergie électrique et thermique.

Le fait de pouvoir disposer, avec le collecteur de concentration, d'une chute brute d'eau de 447 m. a permis l'étude et la réalisation d'une mini-centrale hydroélectrique attenante à la STEP.

La combustion des gaz de digestion des boues d'épuration se fera en utilisant un groupe couplage chaleur - force (Totem) permettant la production d'énergie thermique et électrique.

La chaleur dégagée par l'alternateur de la turbine et des moteurs des surpresseurs et compresseurs de la STEP est récupérée pour permettre le chauffage des divers locaux de la STEP.

Tout cet ensemble rend non seulement la STEP indépendante du point de vue énergétique, mais permettra de fournir un surplus d'énergie électrique au réseau des Services Industriels de Bagnes (SIB).

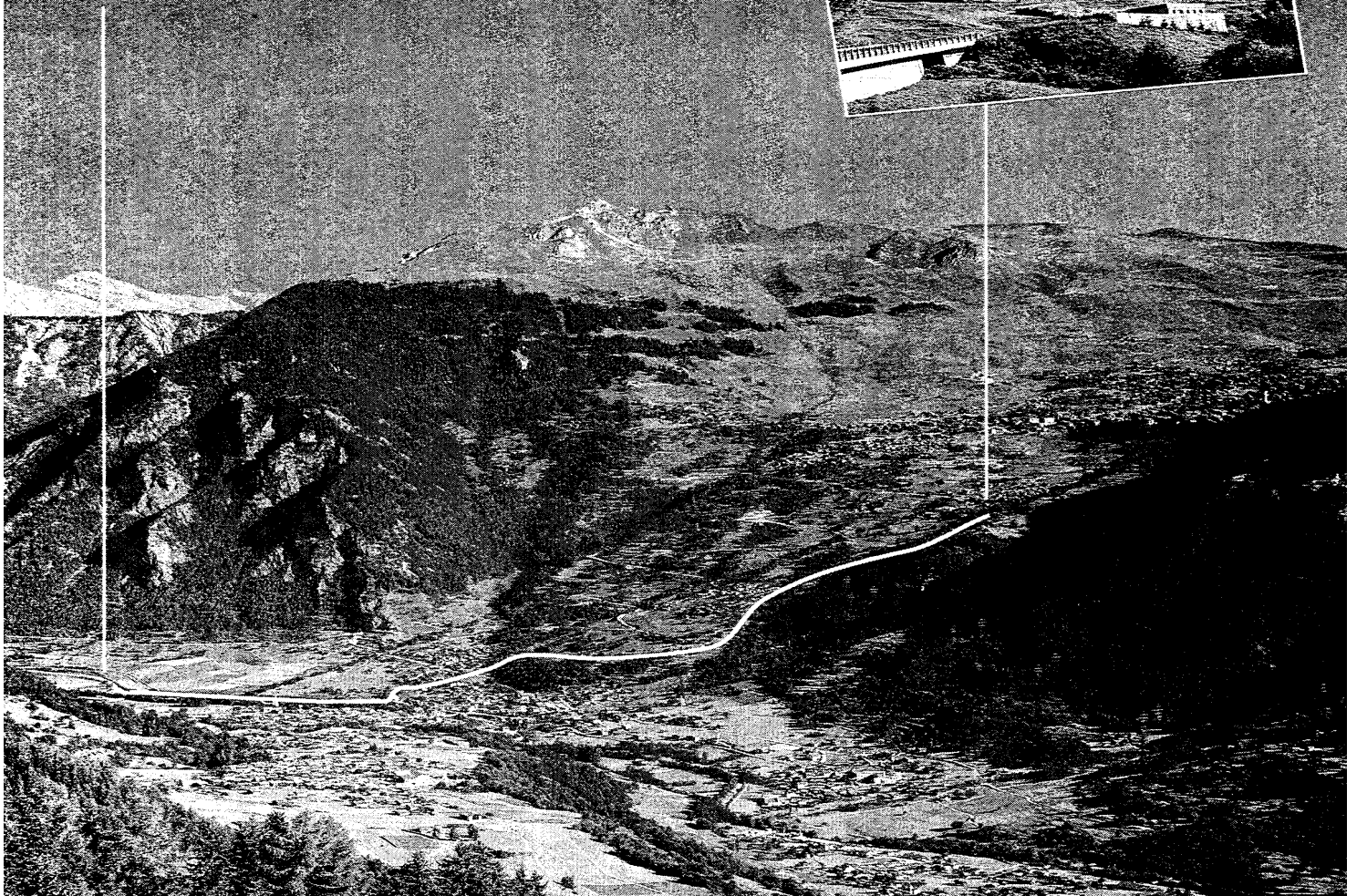
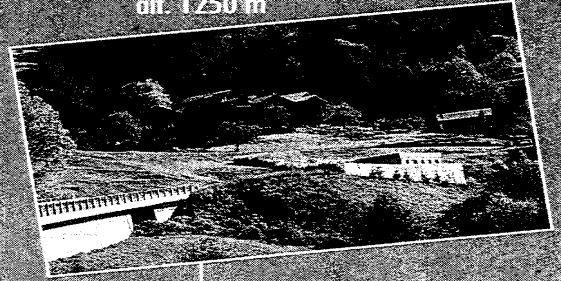


STATION D'EPURATION DES EAUX USEES DE LA COMMUNE DE BAGNES

# CONDUITE FORCÉE DES EAUX USÉES: MÉDIÈRES - LE CHÂBLE

Bassin d'eaux pluviales  
Médières 400 m<sup>3</sup>  
alt. 1250 m

STEP  
alt. 803 m



### **3. Description technique**

#### **3.1. Turbinage des eaux usées.**

##### **3.1.1. Les ouvrages utiles**

Le Plan Directeur de l'assainissement des eaux usées de la Commune de Bagnes prévoyait la construction d'un collecteur de concentration Verbier - Médières - Le Châble avec un bassin d'eau pluviale de 400 m<sup>3</sup> à Médières devant absorber les brusques variations de débit d'eaux usées provenant des orages et de la fonte des neiges, le régime d'égouts de Verbier n'étant pas totalement du type séparatif (séparation des eaux usées et des eaux claires). Il a donc été décidé d'adapter ces équipements au contexte d'un turbinage, soit :

- le bassin d'eau pluviale, comme bassin de régulation, auquel il a été adjoint un local de tamisage des eaux usées,
- le collecteur de concentration, comme conduite forcée,
- le bâtiment de la STEP auquel y a été adjoint un local pour la mini-centrale.

##### **3.1.2. Local de tamisage**

Turbiner des eaux usées implique de mettre en place au départ de la conduite forcée un dispositif de tamisage. Cette installation permet d'extraire des eaux toutes les matières en suspension de dimensions égales ou supérieures à 6 mm. La valeur du tamisage à 6 mm a été déterminée de façon empirique. Elle est le résultat d'une concertation entre le fabricant de la turbine et le maître d'oeuvre en vue de limiter les risques de bouchage des injecteurs notamment (voir annexe 1). Les déchets extraits sont compactés et stockés dans une benne de réception appropriée. Une fois la benne remplie, les déchets sont transportés à l'usine d'incinération de la SATOM à Monthey.

##### **3.1.3. Bassin de régulation**

Pour assurer la régulation de la turbine et absorber les brusques variations de débits, il est prévu, à Médières, d'utiliser le bassin d'eau pluviale comme bassin-tampon, entièrement couvert, d'une capacité de 400 M<sup>3</sup>. Cet ouvrage est combiné avec le local de tamisage (voir plan annexe 2).

### 3.1.4. Conduite forcée

L'évacuation des eaux usées collectées se fait généralement par une canalisation de transport à écoulement libre. Dans le cas présent, le matériau utilisé pour un collecteur à écoulement libre aurait été du polyéthylène (PE). L'opération "turbinage" implique une mise en pression du collecteur. Cette situation nécessite une canalisation dont les tubes répondent aux sollicitations de pression. Le choix s'est porté sur des tuyaux en fonte ductile revêtu intérieurement d'une couche de 3 mm de polyuréthane (PUR), matériau résistant à la fois aux pressions et à l'agressivité des eaux usées. La conduite a une longueur totale de 2'290 m., son diamètre mesure 300 mm. et doit résister au bas de la chute brute de 447 m. à une pression statique maximale de 44,7 bars (voir annexe 3).

Comme le collecteur est sous pression entre Médières et Le Châble, il a été nécessaire, pour évacuer les eaux usées des agglomérations se trouvant entre ces deux points (cas des villages de Fontenelle - Cotterg et Villette), de construire en parallèle à la conduite forcée un collecteur à écoulement gravitaire sur une longueur de 1'560 m.

### 3.1.5. Mini-centrale hydroélectrique

La mini-centrale est intégrée au bâtiment de la STEP. La turbine est du type Pelton, munie de deux injecteurs. Pour pallier le risque de corrosion dû à l'agressivité de l'eau usée, elle a été construite entièrement en acier inoxydable. Un jeu de vannes automatiques permet d'amener en tout temps les eaux usées de Verbier à la STEP en cas de panne ou de mise hors service de la turbine (by-pass).

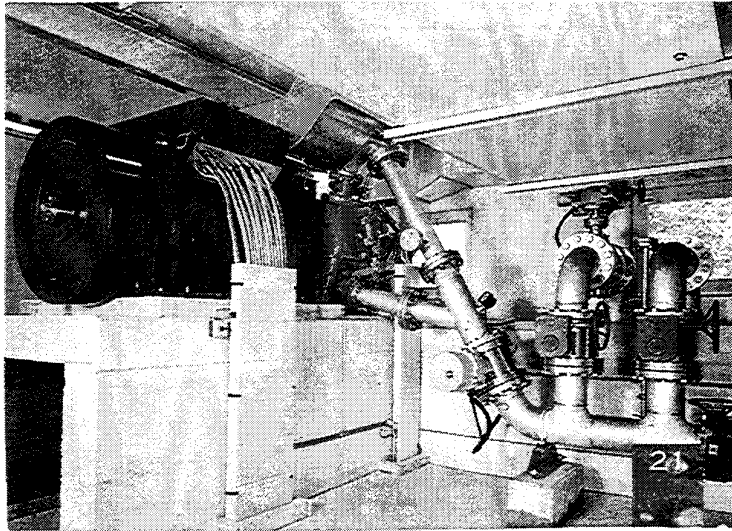
La puissance maximale du groupe turbine-alternateur, pour un débit de 240 l/s est de 665 kW.

Le débit de 240 l/s correspond au débit maximal en temps de pluie calculé en fonction du bassin versant et que peut transporter le réseau d'égouts de Verbier et de Médières au bassin d'eau pluviale de Médières.

Les caractéristiques de la turbine sont les suivantes : turbine Pelton alimentée par 2 injecteurs avec un diamètre de roue de 490 mm.

Pour garantir un fonctionnement 24 h sur 24 et 365 jours par année de la STEP, même en cas de coupure de courant du réseau électrique des SIB, il a été décidé d'installer un alternateur synchrone d'une puissance de 850 kVA. Cette solution permet ainsi de

fonctionner en îlotage (voir annexe 4 : plan de la mini-centrale et annexe 5 : schéma électrique).

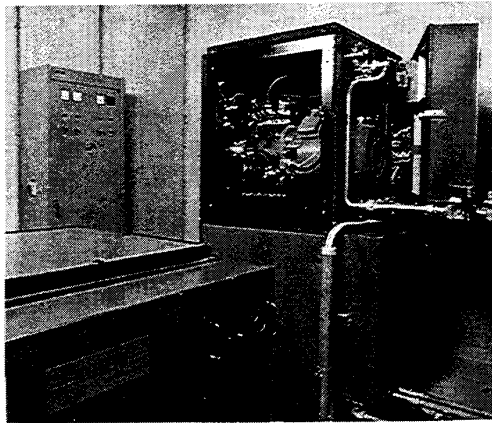


MINI CENTRALE HYDROELECTRIQUE

### **3.2. Couplage chaleur-force**

La digestion des boues d'épuration produit du gaz méthane. Ce gaz est ensuite récupéré et stocké dans un gazomètre de 2 x 150 m<sup>3</sup>. Le gaz est ensuite soutiré et consommé par un groupe de trois cogénérateurs "Totem" (voir annexe 6) produisant simultanément 13 kW de puissance électrique et 37 kW de puissance thermique, soit au total, lorsque les 3 machines tournent à plein rendement : 39 kW de puissance électrique et 111 kW de puissance thermique, pour un débit de gaz maximum de 27 m<sup>3</sup>/h. L'énergie électrique est utilisée en premier lieu pour les besoins de la STEP. Le couplage électrique relie cette installation à celle de la mini-centrale, il n'est pas prévu de faire fonctionner cette installation en îlotage. L'énergie thermique est utilisée pour le circuit de chauffage des digesteurs d'une part et pour le circuit de chauffage des locaux de la STEP.

En été, lorsque l'énergie thermique nécessaire au fonctionnement de la STEP est inférieure à la production des Totems, celle-ci est évacuée au moyen d'un échange de chaleur (P= 160 kW) raccordé sur le réseau d'eau épurée.



**COUPLAGE CHALEUR-FORCE**

### **3.3. Echangeurs de chaleur**

La STEP se trouvant dans une zone très froide et enneigée en hiver et, de surcroît, à proximité du village du Châble, il a été décidé de recouvrir et de fermer entièrement les installations d'épuration. On évite ainsi les problèmes d'odeurs et de bruit pour le voisinage et on améliore également grandement les conditions d'exploitation. De ce fait, il a été nécessaire de prévoir une installation de ventilation forcée qui sert à renouveler, ventiler et chauffer l'air des locaux. Le circuit de ventilation est couplé à des échangeurs de chaleur qui permettront de récupérer la chaleur dissipée :

- par l'alternateur de la turbine  $P = 17,5 \text{ kW}^*$
- par les surpresseurs d'air et les compresseurs d'air de décolmatage  $P = 11,5 \text{ kW}^*$

\* Valeurs théoriques calculées en fonction de la puissance et du rendement des machines.

### **3.4. Chauffage des installations et des locaux**

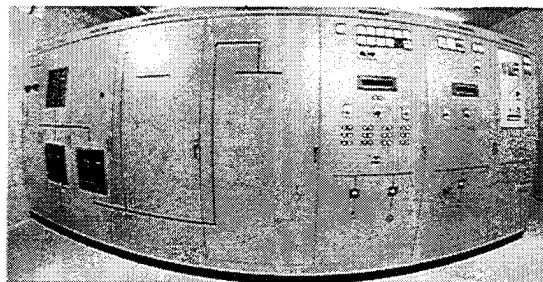
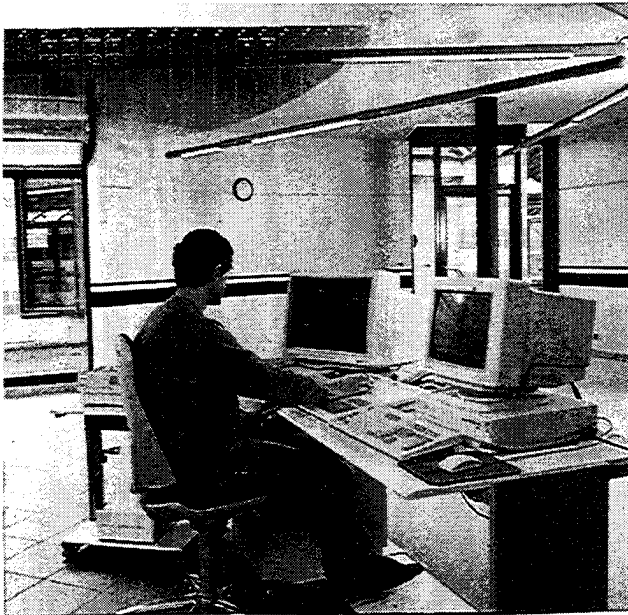
Le chauffage est, par ordre de priorité, assuré par :

- 1) la chaleur fournie par le groupe de trois Totems selon § 3.2.
- 2) la chaleur récupérée par les échangeurs selon § 3.3.
- 3) en cas de panne ou de mise hors service des équipements 1) et 2), par une batterie de chauffage électrique de 90 kW.

En été, les échangeurs de chaleur sont "by-passés", l'air chaud est amené par canalisation à l'extérieur du bâtiment (voir annexe 7).

### **3.5. Installation de commande et régulation**

La gestion optimale de ces équipements producteurs d'énergie a été intégrée au système de commande et régulation de la STEP. Celui-ci comprend un micro ordinateur servant de superviseur (type Micro Scada de la maison ABB) chargé de surveiller, de commander et gérer les différentes phases du procédé d'épuration et également de production et de récupération d'énergie. Chaque phase du procédé, au nombre de 7, est commandée et réglée par un automate programmable (type RTU 200 de la maison ABB), chaque automate étant relié au superviseur.



**SALLE ET TABLEAU DE COMMANDE**



## **4. Production et économie d'énergie**

Le chapitre 3 a permis de faire ressortir les puissances thermiques et électriques que fourniront ou permettront d'économiser les équipements précités. Sur cette base, voyons maintenant quel en seront les conséquences du point de vue énergétique.

### **4.1. Turbinage des eaux usées**

Avec le nouveau collecteur Verbier - Le Châble, le 80 % des eaux usées de Verbier et la totalité de celle de Médières seront amenées à la STEP du Châble, via la conduite forcée, les 20 % restant étant traités par la STEP de Verbier.

Le relevé des quantités d'eaux usées traitées jusqu'à ce jour à la station d'épuration de Verbier permettent une bonne estimation des valeurs à prendre en compte.

On peut donc estimer que dans l'état actuel la quantité d'eau qui sera turbinée au Châble sera d'environ 1'330'000 m<sup>3</sup>. Ce qui donne un débit moyen de 50 l/s de décembre à mai et de 35 l/s de juin à novembre, soit

- hiver: 780'000 m<sup>3</sup>

- été : 550'000 m<sup>3</sup>.

Comme on le constate, la quantité d'eau à traiter en hiver est plus grande qu'en été. Cela est dû à la caractéristique touristique de Verbier qui est avant tout une station de sport d'hiver.

#### Production d'énergie hiver

Pour un débit moyen de 50 l/s, le constructeur garantit une production d'énergie égale à :

$E = \text{Puissance turbine} \times \text{rendement alternateur} \times \text{durée de la période considérée.}$

$$E_{\text{hiver}} = 150 \text{ kW} \quad \times \quad 91,5 \% \quad \times \quad 182 \text{ j.} \times 24 \text{ h.} = 599'508 \text{ kWh.}$$

Le coefficient énergétique sera donc pour ce débit

$$P = 150 \text{ kW} \times 91,5 \% = 137,25 \text{ kW} \quad \Rightarrow \quad e = \frac{137,25}{180} = 0,76 \text{ kWh/m}^3$$

$$Q = 50 \text{ l/s} \times 3,6 \Rightarrow 180 \text{ m}^3/\text{h}$$

Production d'énergie d'été

Pour un débit moyen de 35 l/s, le constructeur garantit une production d'énergie égale à :

$$E_{\text{été}} = 132 \text{ kW} \times 91,5 \% \times 183 \text{ j} \times 24 \text{ h} = 530'465 \text{ kWh}$$

Le coefficient énergétique sera donc pour ce débit

$$P = 132 \text{ kW} \times 91,5 \% = 121 \text{ kW} \quad \Rightarrow e = \frac{121}{126} = 0,96 \text{ kWh/m}^3$$

$$Q = 35 \text{ l/s} \Rightarrow 126 \text{ m}^3/\text{h}$$

Production annuelle d'électricité de la mini-centrale : env. 1'140'000 kWh

**4.2. Combustion des gaz de digestion des boues d'épuration**

La digestion des boues produira env. 500 m<sup>3</sup> de gaz méthane par jour, ce qui représente env. 180'000 m<sup>3</sup> de gaz par année. Si l'on considère que les trois Totem peuvent brûler 27 m<sup>3</sup> de gaz à l'heure, on obtient

$$\frac{180000}{27} = 6700 \text{ h de fonctionnement.}$$

La puissance électrique des 3 Totems représentant une puissance de 39 kW électrique, on obtient une production annuelle d'énergie électrique de :

$$E_{\text{el}} = 6'700 \times 39 \text{ kW} \Rightarrow \text{env. } 260'000 \text{ kWh électrique.}$$

Conjointement à cette production d'énergie électrique, les 3 Totems fournissent une énergie thermique égale à

$$E_{\text{th}} = 6'700 \times 111 \text{ kW} \Rightarrow \text{env. } 740'000 \text{ kWh thermique.}$$

**4.3. Récupération de la chaleur dissipée**

L'énergie thermique récupérée sur les sites décrits au point 3.3., est utilisée pour le préchauffage du circuit de ventilation et de chauffage de la STEP. Son utilisation ne se justifiant que pendant la saison froide (début octobre - fin mai), nous pouvons considérer l'apport énergétique de la manière suivante :

4.3.1. Déperdition alternateur de la turbine  $P_{\text{moy}} : 130 \text{ kW} \times 5\% = 6,5 \text{ kW}$

Nombre d'heures de fonctionnement :  $243 \text{ j} \times 24 \text{ h} = 5'800 \text{ h}$

$\Rightarrow$  Energie thermique récupérée =  $6,5 \text{ kW} \times 5'800 \text{ h} \Rightarrow 37'000 \text{ kWh}_{\text{th}}$



4.3.2. Déperdition salle des surpresseurs  $P_{\text{moy}} = 11,5 \text{ kW}$

Nombre d'heures de fonctionnement :  $\frac{243 \text{ j} \times 24 \text{ h}}{2} \Rightarrow 2'900 \text{ h}$

$\Rightarrow$  Energie thermique récupérée =  $11,5 \times 2'900 \Rightarrow 33'000 \text{ kWh}_{\text{th}}$

Cela donne pour les deux postes :

$E_{\text{th}} = 37'000 + 33'000 = 70'000 \text{ kWh}_{\text{th}}$

#### 4.4. **Récapitulation**

L'ensemble "Mini-centrale - Totems - échangeurs" de la STEP, permet donc la production de :

	<b>Energie électrique</b>	<b>Energie thermique</b>
Mini-centrale	1'140'000 kWh	
Totems	260'000 kWh	740'000 kWh
Echangeurs		70'000 kWh
<b>TOTAL</b>	<b>1'400'000 kWh</b>	<b>810'000 kWh</b>

#### 4.5. **Besoins en énergie électrique et thermique du procédé d'épuration**

Par procédé d'épuration, nous entendons l'ensemble bassin/tamissage d'eau pluviale à Médières et la STEP de la Vallée.

##### 4.5.1. Bassin d'eau pluviale - tamissage

L'énergie électrique consommée concerne essentiellement la force motrice du tamiseur-compacteur, le chauffage et la ventilation du local, soit

$$\begin{array}{rcl}
 E_{\text{tamissage}} & = & 10 \text{ kWh/j} \times 365 \text{ j} \Rightarrow 4'000 \text{ kWh/an} \\
 E_{\text{chauffage}} & = & 5 \text{ kW} \times 24 \text{ h} \times 270 \text{ j} \Rightarrow 30'000 \text{ kWh/an} \\
 \hline
 \text{Total} & & 34'000 \text{ kWh/an}
 \end{array}$$

4.5.2. STEP

4.5.2.1. Energie électrique

L'énergie électrique consommée par la STEP représente

- pour les équipements d'épuration  $900 \text{ kWh/j} \times 365 \text{ j} = 328'500 \text{ kWh/an}$

A cela s'ajoute :

- la ventilation  $355 \text{ kWh/j} \times 365 \text{ j} \quad 130'000 \text{ kWh/an}$

- l'éclairage  $10 \text{ kW} \times 8 \text{ h} \times 250 \text{ j} \quad 20'000 \text{ kWh/an}$

soit un total arrondi à **480'000 kWh/an**

4.5.2.2. Energie thermique

L'énergie thermique nécessaire au procédé de la STEP représente:  $2'000 \text{ kWh/j}$

soit pour un an:  $2'000 \text{ kWh/j} \times 365 \text{ j} = 730'000 \text{ kWh/an}$

L'énergie thermique nécessaire au chauffage du bâtiment représente :

$770 \text{ kWh/j}$  soit pour un an :  $770 \text{ kWh/j} \times 243 \text{ j} = 200'000 \text{ kWh/an}$

soit un total de **930'000 kWh/an**

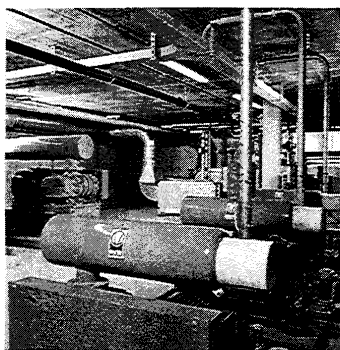
## 5. Bilan énergétique

Si l'on compare maintenant l'ensemble des productions d'énergie électrique et thermique avec l'ensemble des consommations d'énergie, il ressort le tableau suivant :

	<b>Electrique</b>	<b>Thermique</b>
Energie produite/an	1'400'000 kWh	810'000 kWh
Energie consommée/an	514'000 kWh	930'000 kWh
Différence	+886'000 kWh	-120'000 kWh

On constate donc qu'à la lecture du tableau ci-dessus l'ensemble "Mini-centrale - Totems échangeurs" produit plus d'énergie qu'en demande le procédé d'épuration. En ce qui concerne l'énergie électrique, celle-ci est réinjectée dans le réseau des SIB.

Pour l'énergie thermique, le déficit sera compensé par la chaudière électrique. En été, comme mentionné plus haut, il y aura temporairement excédent d'énergie thermique. Ce surplus sera donc détruit, soit par évacuation dans l'atmosphère, soit par échange thermique avec l'eau épurée comme il a été dit précédemment.



ECHANGEURS

## **6. Coût des installations**

### **6.1. Turbinage des eaux usées**

#### 6.1.1. Bassin de régulation et conduite forcée

Le coût de construction du bassin d'eau pluviale s'élève à frs 900'000.—

Le coût de construction de la conduite forcée s'élève à frs 1'500'000.—

#### 6.1.2. Mini-centrale

Le coût de la mini-centrale s'élève à frs 940'000.—

### **6.2. Couplage chaleur - force**

L'installation du groupe des trois cogénérateurs en lieu et place d'une chaudière conventionnelle représente un montant de frs 230'000.—

(Remarque: La plus-value du couplage chaleur - force représente: frs 170'000.—)

### **6.3. Echangeurs de chaleur**

L'installation des divers échangeurs de chaleur sur le circuit de ventilation et chauffage du bâtiment représente un montant de frs 40'000.—

### **6.4. Investissement total**

L'investissement total s'élève donc à **frs 3'610'000.—**

### **6.5. Montants de l'investissement pris en compte**

Le fait que ces travaux soient réalisés dans le contexte de la construction du réseau d'égouts et de la STEP de Bagnes a permis d'abaisser le coût de l'investissement propre à la construction de l'ensemble "Production et récupération d'énergie électrique et thermique".

Les montants pris en compte par les instances de subventionnement de la Confédération, Office Fédéral de l'Environnement (OFE) et du Canton, Service de la Protection de l'Environnement (SPE) sont les suivants

1) Bassin d'eau pluviale de Médières

Coût total	frs	900'000.—
dont pris en compte par l'OFE et la SPE :	frs	400'000.—
taux de subvention : 65% =		frs 260'000.—

---

=> Surcoûts non subventionnés	frs	500'000.—
-------------------------------	-----	-----------

2) Conduite forcée

Coût total	frs	1'500'000.—
dont pris en compte par l'OFE et la SPE :	frs	900'000.—
taux de subvention: 65% =		frs 585'000.—

---

= > Surcoûts non subventionnés	frs	600'000.—
--------------------------------	-----	-----------

3) Mini-centrale

Coût total	frs	940'000.—
dont pris en compte par l'OFE et la SPE	frs	—.—

---

=> Surcoûts non subventionnés	frs	940'000.—
-------------------------------	-----	-----------

4) Totem

Coût total	frs	230'000.—
dont pris en compte par l'OFE et la SPE	frs	110'500.—
taux de subvention : 65% =		frs 110'500.—

---

=> Surcoûts non subventionnés	frs	119'500.—
-------------------------------	-----	-----------

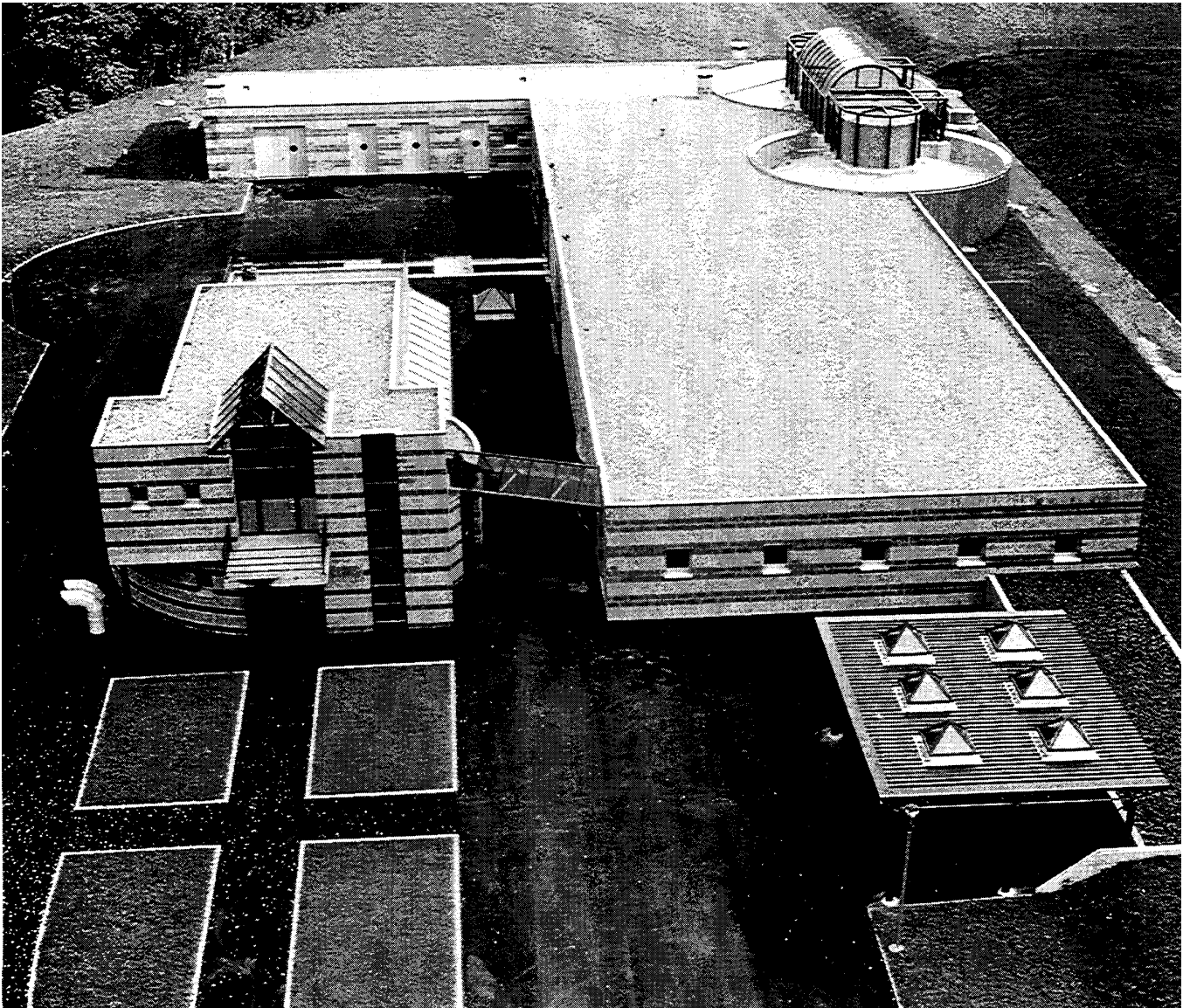
5) Echangeurs

Coût total	frs	40'000.—
dont pris en compte par l'OFE et la SPE	frs	26'000.—
taux de subvention : 65% = frs 26'000.—		

=> Surcoûts non subventionnés frs 14'000.—

Ainsi nous obtenons un solde d'investissement à notre charge de (= surcoûts non subventionnés) **frs 2'173'500.—**

=====





## 7. Prix brut de l'énergie

### Que coûte le kilowattheure produit à la STEP de la Vallée ?

Le prix de revient de l'énergie produite est fonction

- a) de l'investissement consenti
  - b) des taux d'amortissements appliqués
  - c) des frais d'exploitation
  - d) de la production d'énergie.
- a) L'investissement

Il se compose des dépenses liées à la construction de la mini-centrale hydroélectrique et des plus-values nécessitées par le turbinage (conduite résistant à la pression, tamisage à Médières, etc .... ) et des groupes "chaleur-force".

Coût de la mini-centrale :	frs	940'000.—
Plus-value sur conduite et équipements d'assainissement	frs	1'233'000.—
		<hr/>
total	frs	2'173'500.—
Subventions Energie 2000	frs	110'000. —
		<hr/>
Montant à amortir	frs	2'063'500.—

b) **Les taux d'amortissements** : 15 ans pour l'électrotechnique et 30 ans pour le génie civil, cela représente une annuité d'environ frs 188'000.—.

c) **Les frais d'exploitation** ont été estimés à frs 43'000.—/an,

d) **La production annuelle d'énergie** a été estimée de la manière suivante -

<u>Énergie électrique</u>	Mini-centrale hydroélectrique	1'140'000 kWh.
	Groupes "chaleur-force" Totem:	260'000 kWh.
		<hr/>
	Sous-total énergie électrique	1'400'000 kWh.
<u>Énergie thermique</u>	Groupes "chaleur-force" Totem	810'000 kWh.
		<hr/>
	Total énergie	2'210'000 kWh.

=> Prix de revient du kWh. :

$$\frac{\text{amortissement} + \text{frais d'exploitation}}{\text{énergie produite}} = \frac{188'000.— + 43'000.—}{2'210'000 \text{ kWh}} =$$

frs 0.11/kWh.
---------------

### Remarques

1. Le prix moyen de l'énergie électrique achetée par les principaux distributeurs du Valais oscille entre 6 cts et 15 cts/kWh.
2. L'Office fédéral de l'énergie a accordé, pour ce projet, une subvention de frs 64'000.—, le Service de l'énergie du canton du Valais une subvention de frs 48'360.—. On constate donc que la somme totale des subventions de frs 112'360.— représente, par rapport aux surcoûts non subventionnés par les instances de l'Environnement de frs 2'173'500.—, un taux de subvention de 5,6 %. Ces subventions ont donc une très faible influence sur le prix de revient de l'énergie.

## **8. Conclusions**

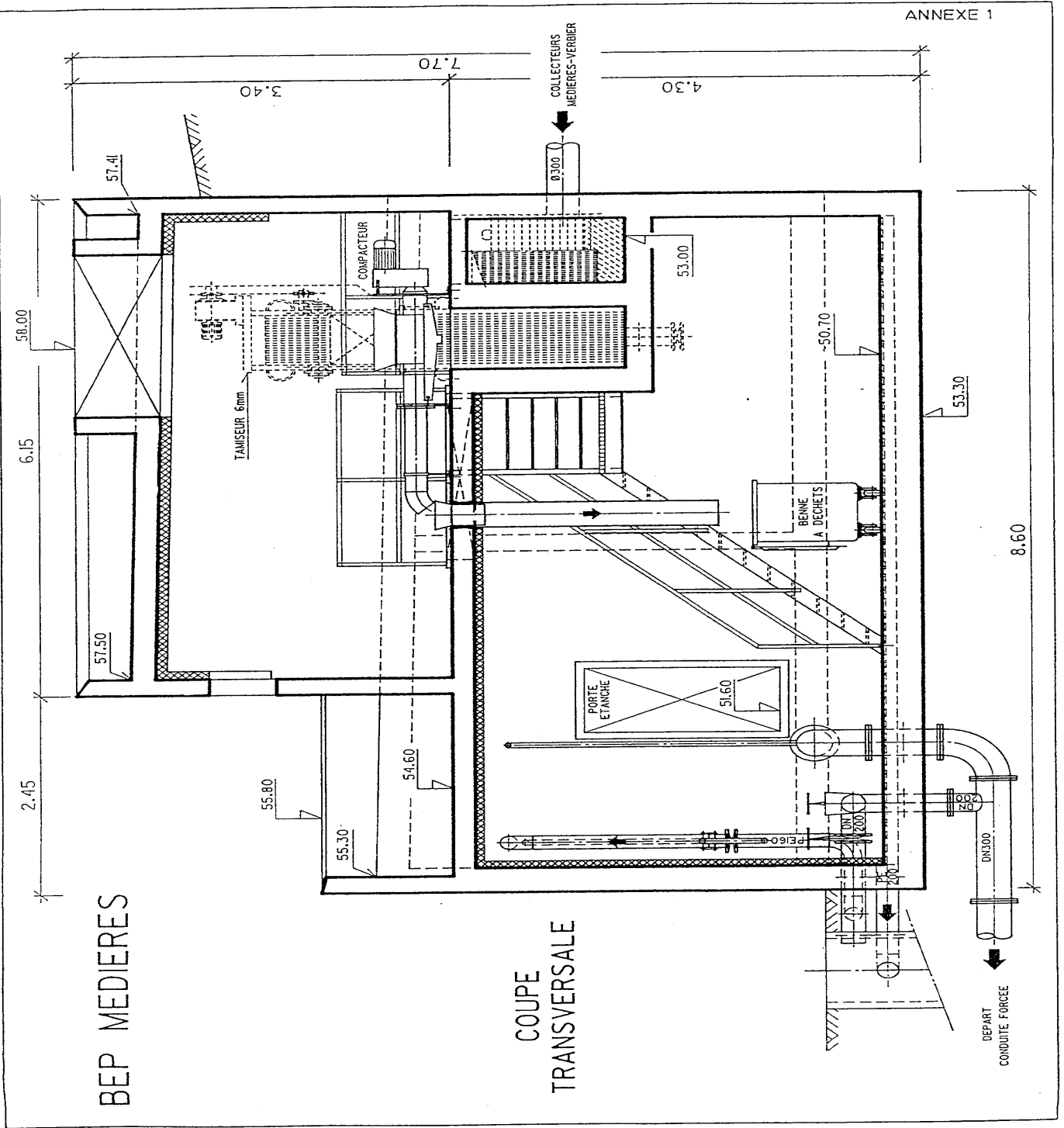
En ces périodes où toute initiative cherchant à produire de l'énergie est soumise au crible des multiples lois, ordonnances et autres procédures administratives rendant bien souvent caduque toute idée allant dans ce sens, le projet des Services Industriels de Bagnes est un réponse aux idées lancées par le programme Energie 2000 : produire plus d'énergie sans atteinte à l'environnement.

Ainsi, grâce à une mini-centrale hydroélectrique de 665 kW., à un groupe chaleur-force et à un groupe d'échangeurs de chaleur, il est possible, non seulement d'assurer l'indépendance énergétique de la STEP de la vallée de Bagnes en produisant annuellement environ 2.2 mios de kWh., mais également de disposer d'un bonus annuel d'environ 765'000 kWh. réinjectés dans le réseau électrique des SIB, ce qui représente la consommation d'énergie électrique d'un village de 200 habitants.

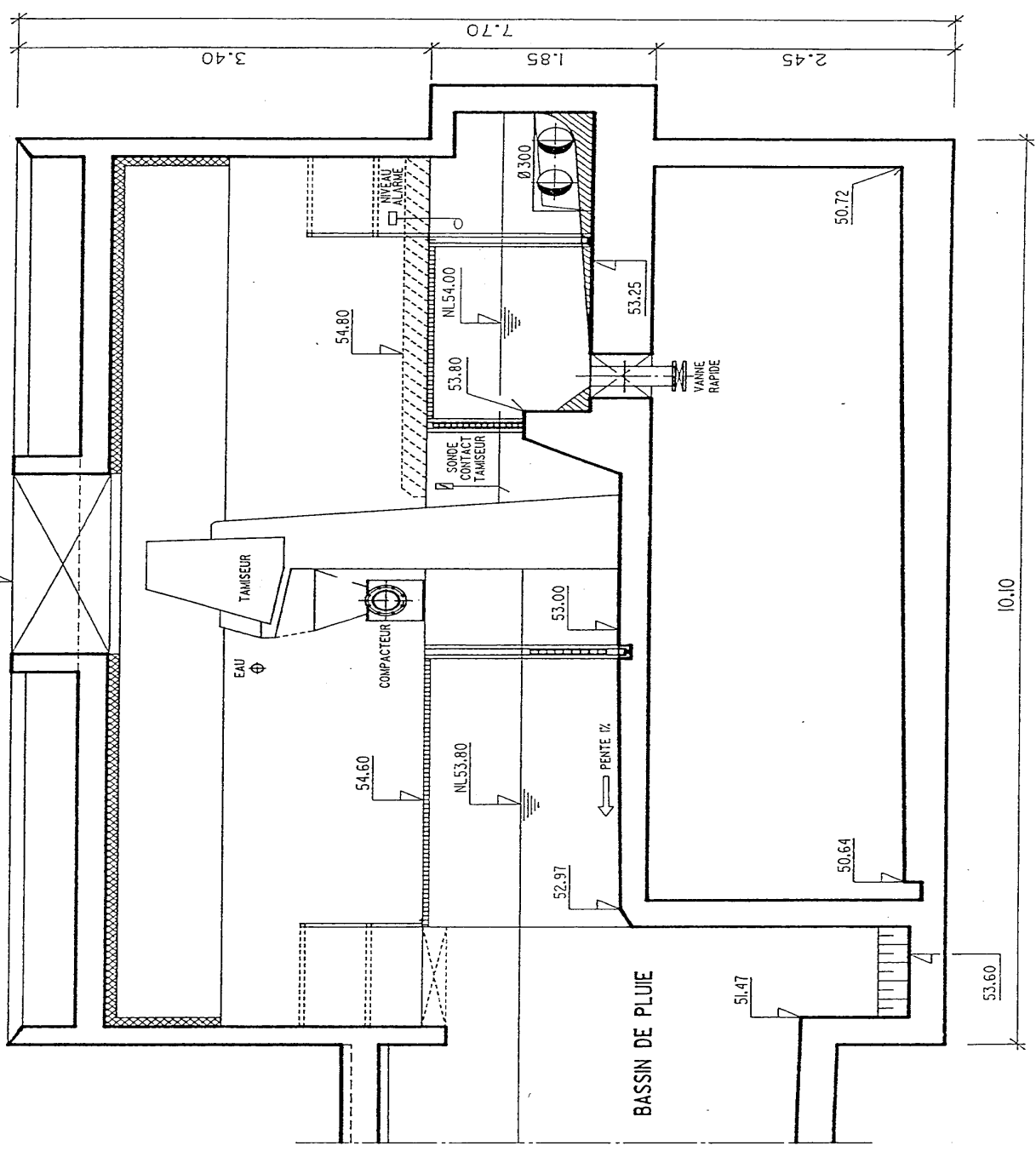
Nous sommes convaincus que l'idée de turbiner les eaux usées représente une source de production d'énergie électrique non négligeable et applicable dans tout l'arc alpin et, pourquoi pas, dans les autres régions du monde où l'on trouve la même topographie et le même contexte avec une station balnéaire ou de ski dans le haut d'une vallée et une station d'épuration construite ou à construire dans le bas d'une vallée. La Confédération et les responsables du programme Energie 2000 l'ont bien compris puisqu'ils ont classé ce projet comme projet-pilote à l'échelon national et décidé de faire un inventaire complet des sites pouvant recevoir des installations similaires.

Puisse cette idée faire son chemin et apporter ainsi sa modeste contribution à l'un des problèmes majeurs de cette fin de siècle : produire pour le bien-être de chacun toujours plus d'énergie en respectant l'environnement.

- Annexes:**
- 1) Coupe transversale et longitudinale du local de tamisage de Médières.
  - 2) Bassin d'eaux pluviales et local de tamisage de Médières.
  - 3) Profil en long et situation de la conduite forcée Médières - STEP Le Châble.
  - 4) Vues en coupe et en plan du groupe turbine - alternateur synchrone.
  - 5) Schéma de principe du raccordement électrique de la turbine et des Totems.
  - 6) Données techniques des Totems.
  - 7) Schéma de fonctionnement du circuit de chauffage et de ventilation de la STEP



BEP MEDIERES  
COUPE LONGITUDINALE



10.10

53.60

51.47

50.64

50.72

2.45

1.85

7.70

3.40

PENTE 1%

COMPACTEUR

EAU

TAMISEUR

BASSIN DE PLUIE

VANNE RAPIDE

SONDE CONTACT TAMISEUR

VANNE ALUMINE

NL54.00

54.80

53.00

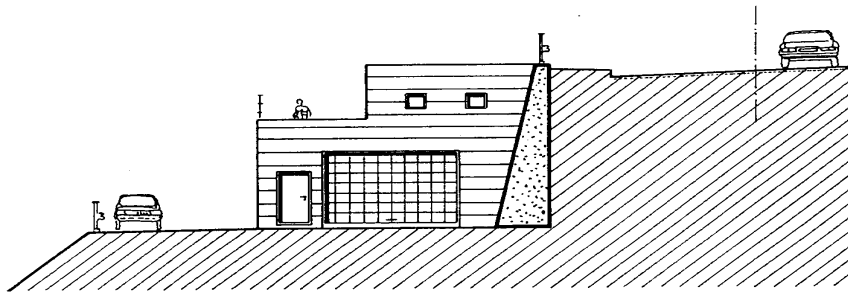
NL53.80

52.97

53.25

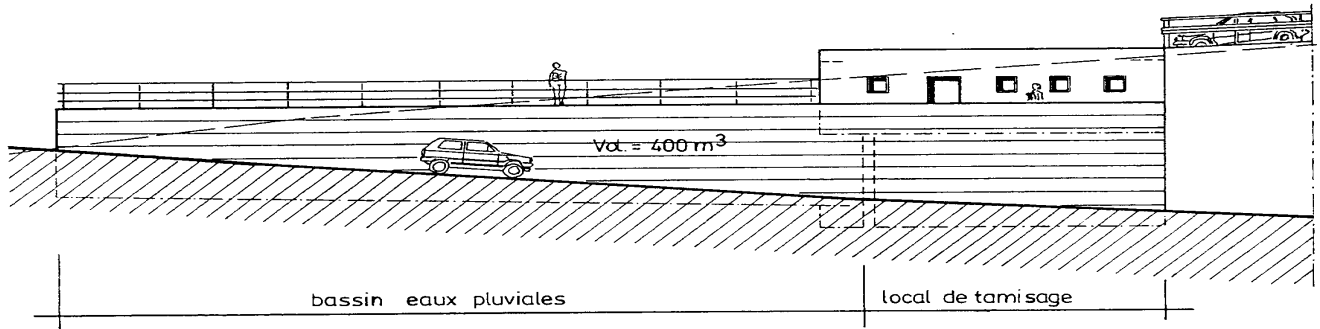
Ø300

FACADE EST



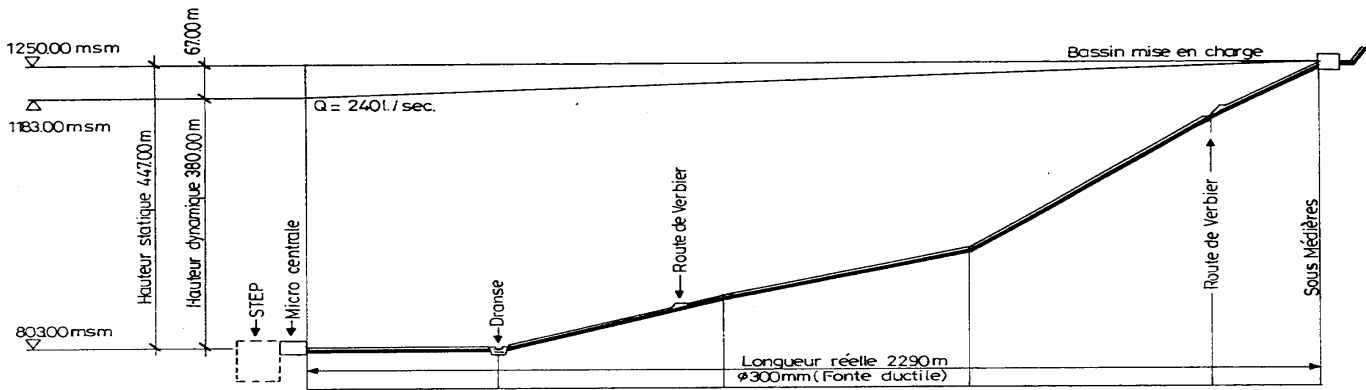
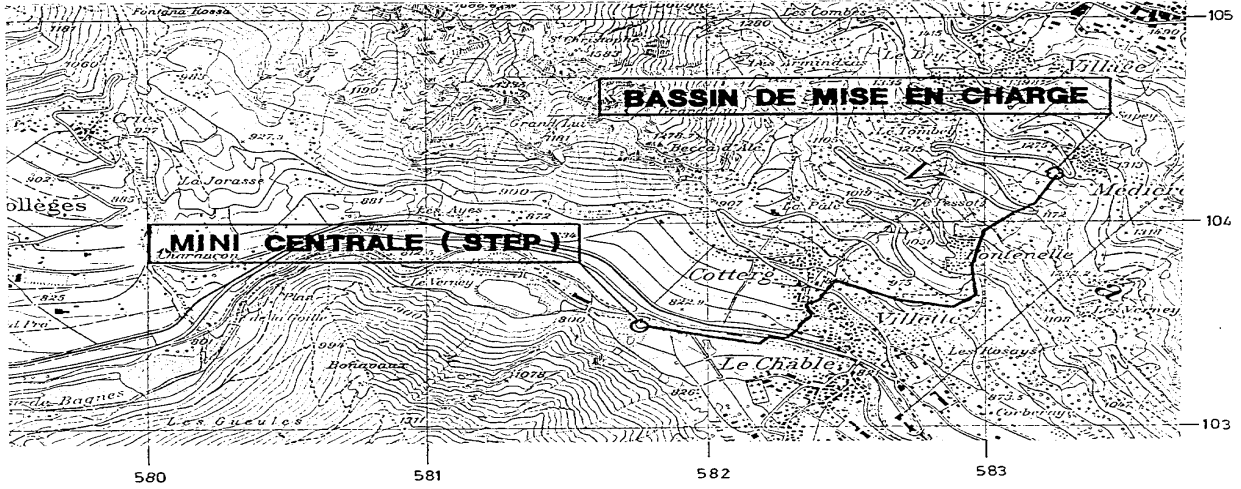
Bassin d'eaux pluviales et  
local de tamisage de Médières

FACADE SUD



# Profil en long et situation de la conduite forcée Médières - STEP Le Châble

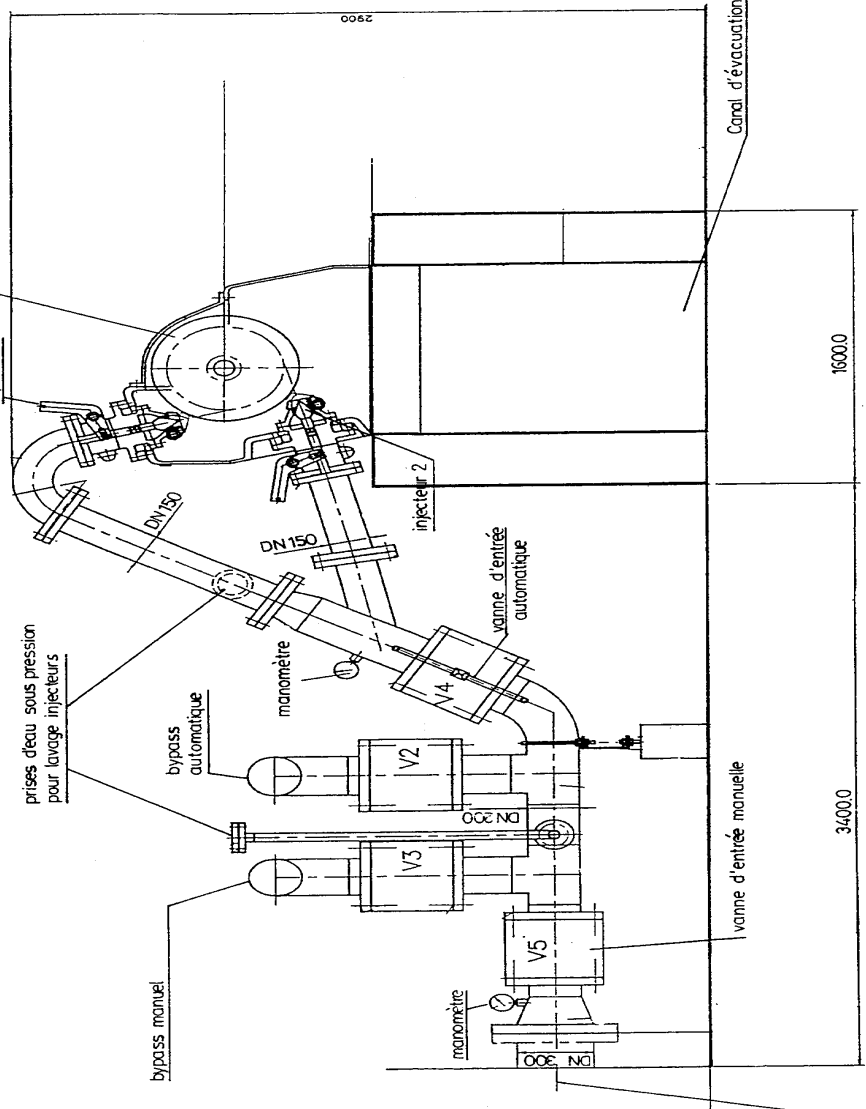
ANNEXE 3



Projet							
Échelle							
Étude des Réacteurs Nucléaires et des Systèmes de Sécurité Proj. Le Châble Auteurs 1:10 A-1294-1A							

Mini-centrale hydroélectrique  
de la STEP de BAGNES  
Groupe turbine-alternateur  
synchrone

Vue en coupe



arrivée conduite forcée de Médières

Canal d'évacuation

16000

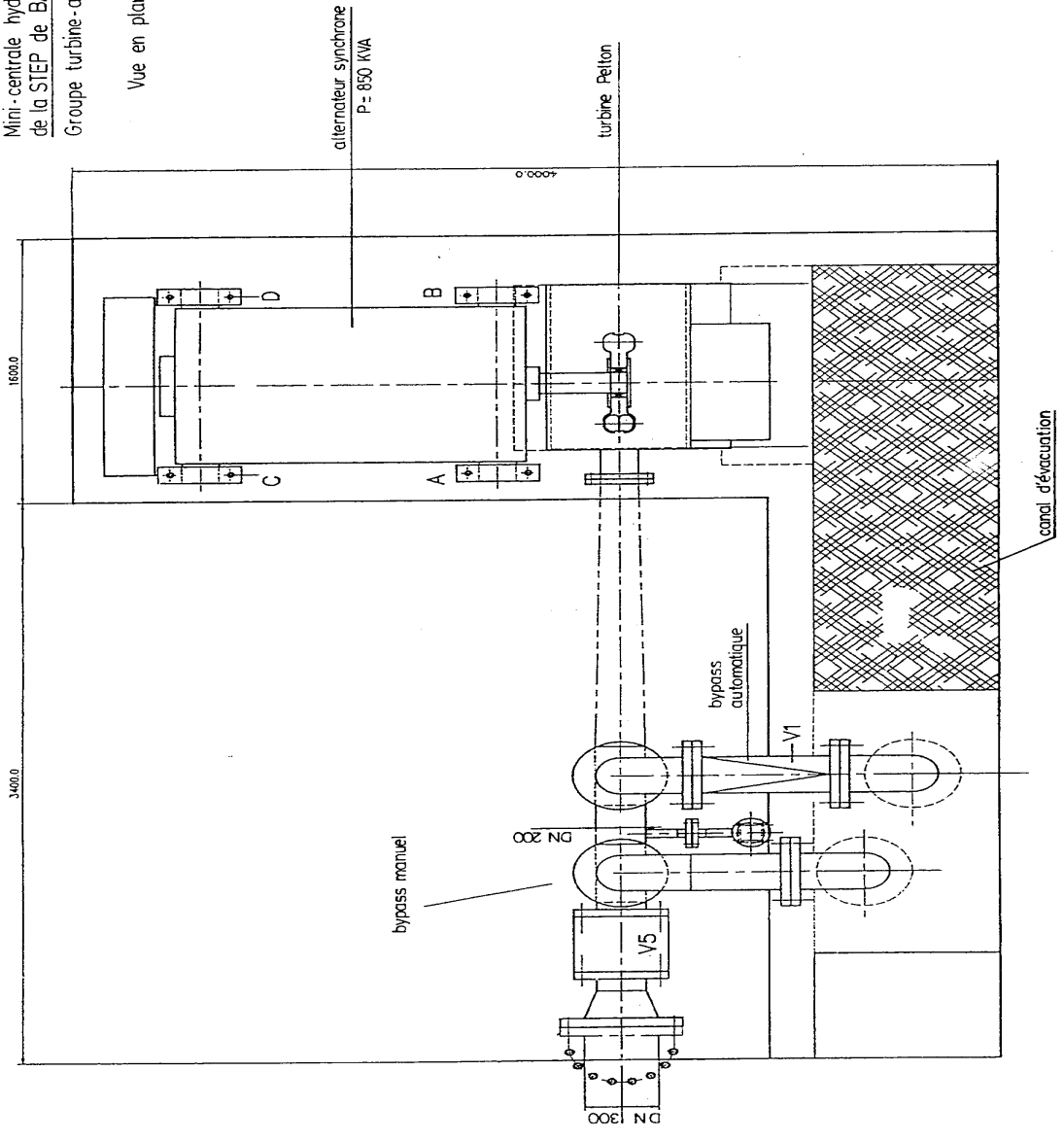
34000



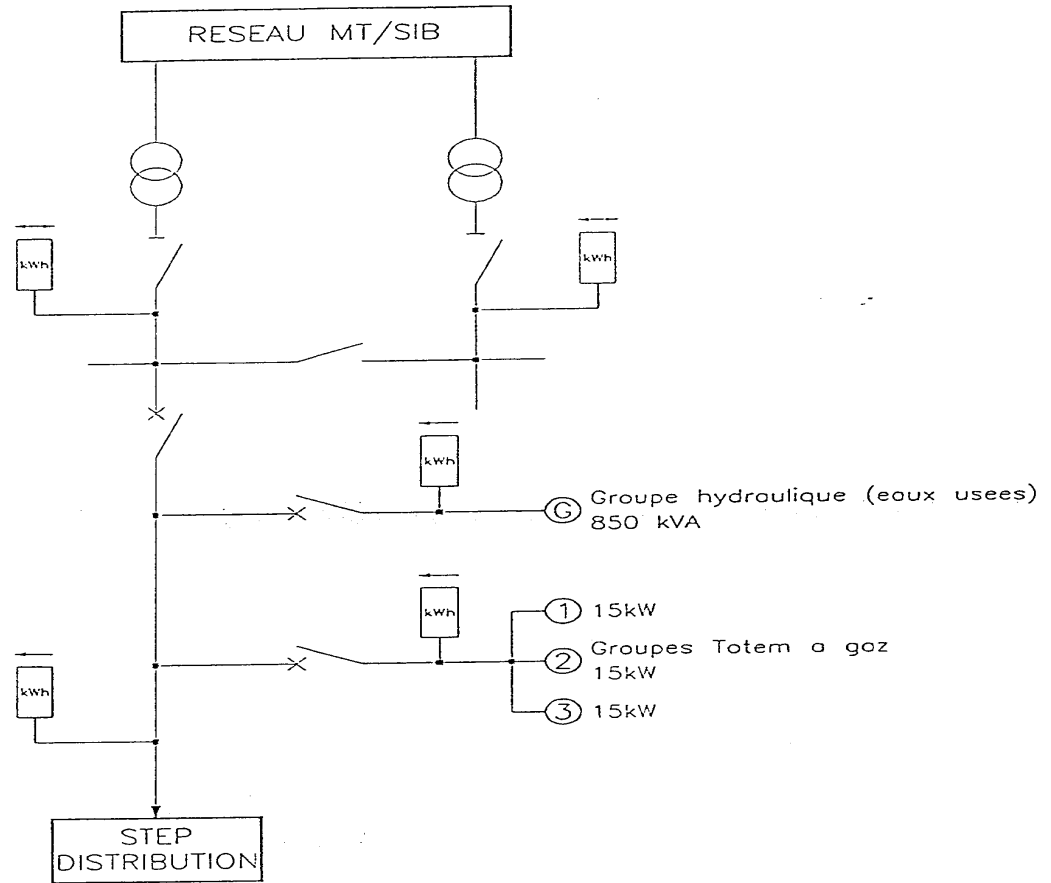
Mini-centrale hydroélectrique  
de la STEP de BAGNES  
Groupe turbine-alternateur  
synchrone

Vue en plan  
1993

ANNEXE 4

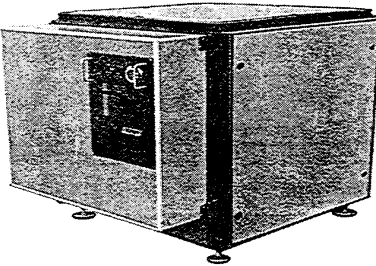
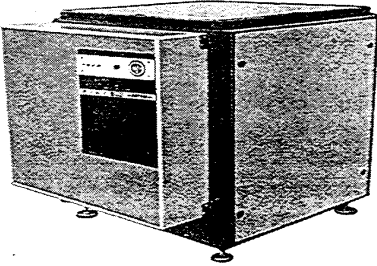


Etat	Approuvé	Revisé	Établi	Projeté	Calculé	Dimensionné	Électrique	Hydraulique	Mécanique	Matériau
Pour tous les détails de la STEP de BAGES Proj. Le Chable Grundriss 1:10 A-1294-2B										



DESS.: AA		<b>MICRO-CENTRALE HYDRAULIQUE ET A GAZ</b>		POSITION:
1)		Schema de principe		
2)		DATE: 08.02.93	N: 92.5211.41	PAGINATION: 01
3)				
4)				

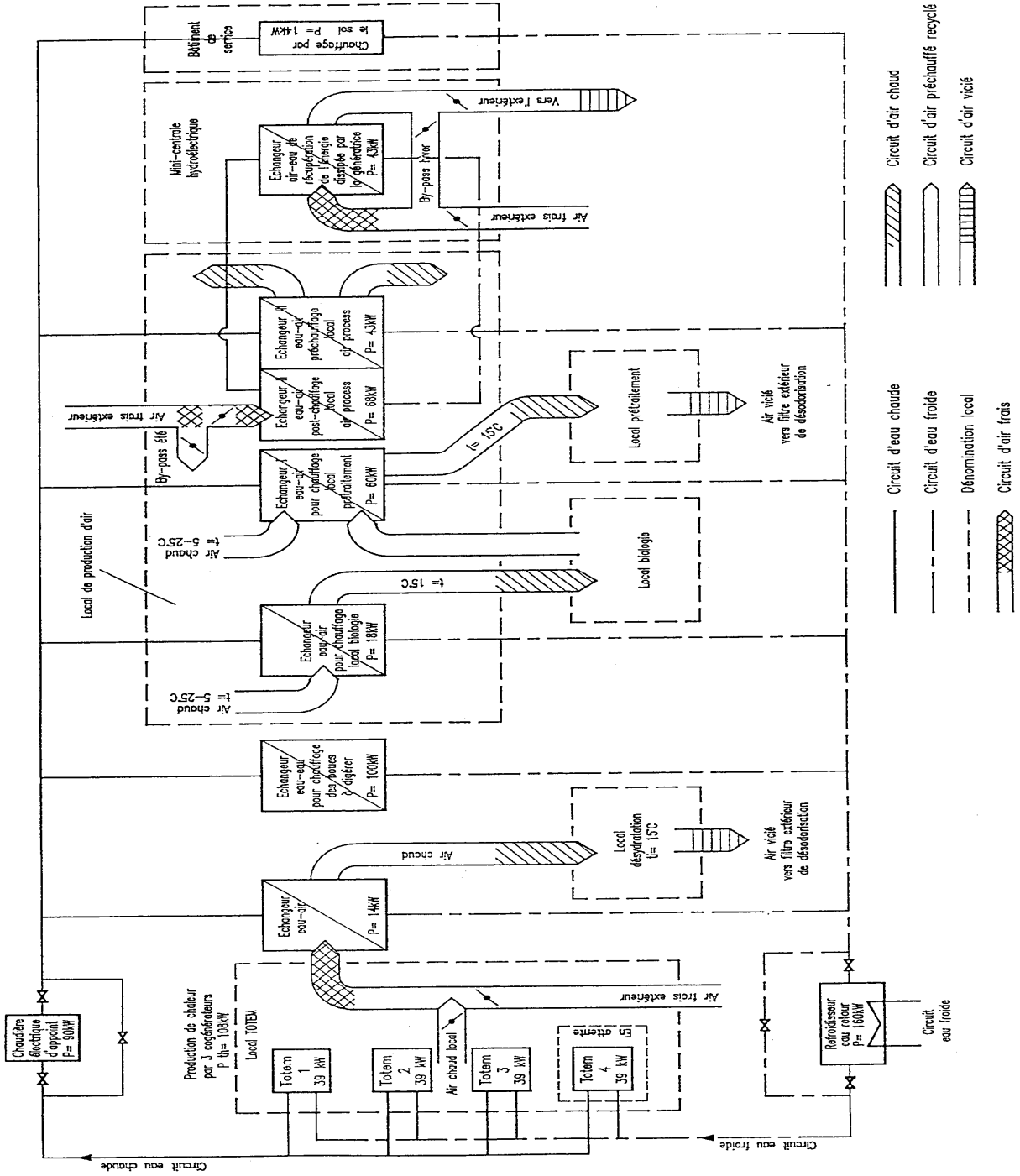
**TOTEM<sup>®</sup>****donnees techniques**

VERSIONS	STANDARD BASE	STAND-BY*	
<b>Fonctionnement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En PARALLELE au réseau électrique</li> <li>• Puissance constante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En PARALLELE avec fonction de SECURITE anti black-out ou isolé en INDEPENDANT</li> <li>• Puissance constante ou variable</li> </ul>	
<b>Dimensions</b>	<b>module de cogeneration</b>	<b>module de cogénér. groupe d'excitat.</b>	
largeur x longueur x hauteur	mm	903 x 1130 x 1000	800 x 370 x 350
Poids approximatif	kg	490	520 130
<b>Prestations</b>			
Puissance en entrée kW (MJ/h) (Btu/h)		56,2 (202,35) (191850)	15 (54) (51200) - 56,2 (202,35) (191850)
Puissance électrique nominale kW		15 (à cosφ = 0,86)	0 - 14,5
Puis. therm. en sortie kW (kcal/h) (Btu/h)		39 (33500) (133100)	13 (11180) (44350) - 39 (33500) (133100)
Rendement à puissance maximale %		93-97	90-97
<b>Consommations spécifiques</b>			
Méthane (CH <sub>4</sub> 35,55 MJ/Nm <sup>3</sup> ) Nm <sup>3</sup> /h	5,7		2,0 - 5,7
G.P.L. (50,5 MJ/kg) kg/h	4,2		1,5 - 4,2
Bio-gaz (60%CH <sub>4</sub> 22,6 MJ/Nm <sup>3</sup> ) Nm <sup>3</sup> /h		8,4	3,0 + 8,4
Autres combustibles			
Puissance électri. en sortie kW	15	15 13,8	0 - 14,5 0 - 14,5 0 - 13,3
<b>Circuit hydraulique secondaire</b>	<b>Données à la puis. nominale</b>	<b>Données à la puis. maximale</b>	
Température maxi eau en entrée °C	70	70	
Température maxi eau en sortie °C	86	86	
Débit nominal eau l/h	2000	2000	
Perte de charge à débit nomin. kPa	30	30	
Dureté maximale eau g(CaCO <sub>3</sub> )/m <sup>3</sup>	130	130	
<b>Circuit secondaire à air</b>	<b>Données à puissance nominale</b>	<b>Données à puissance maximale</b>	
Température maxi air entrée °C	45	45	
Saut thermique maxi air °C	24	24	
Débit air kg/h	5800	5800	
<b>Générateur électrique</b>	<b>Asynchrone triphasé excité par le réseau</b>	<b>Asynchrone triphasé à autoexcitation</b>	
Tension triphasée du réseau V/Hz	380/50 208/60 415/50	380/50 208/60 415/50	
Démarrage	Par générateur électrique Y/Δ	Démarrageur courant continu	
Branchement à l'utilisation	Triangle	Etoile avec neutre accessible	
<b>Caractéristiques de l'utilisation</b>			
Charge maxi/cosφ mini kW	Capacité du réseau électrique	14,5/0,85	
Charge monophasée maxi kW	Capacité du réseau électrique	5	
Charge maxi inductive admissible en pic (démarrage Y/Δ) kW	Capacité du réseau électrique	5	
Conditions d'ambiance °C(%H.R.)	0 + 40 (0 + 95)	0 + 40 (0 + 95)	
			

\* Les valeurs indiquées se réfèrent au fonctionnement en EMERGENGE/SECURITE.  
 Pour les données de fonctionnement en PARALLELE avec le réseau on doit se reporter au TOTEM Standard Base.

Edition et distribution internationale, 1994

Production et récupération d'énergie thermique des installations de la STEP de la vallée de Bagnes  
 SCHEMA DE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT



**Bestellung von RAVEL-Dokumentationen:**

Name, Vorname: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Strasse: \_\_\_\_\_

PLZ, Ort: \_\_\_\_\_

Datum, Unterschrift: \_\_\_\_\_

**Bundesamt für Konjunkturfragen**

**Impulsprogramm RAVEL**

**Belpstrasse 53**

**3003 Bern**

**Fax 031 / 371 82 89**

Titel	Autor	Bestell-Nr.	Preis	Bestellung
<b>Allgemeine Dokumentationen zu RAVEL</b>				
Broschüre "Neue Handlungsspielräume mit weniger Strom"		724.301 d	gratis	
Broschüre "L'économie d'électricité crée de nouveaux champs d'action"		724.301 f	gratis	
Broschüre "Nuove libertà d'azione con meno energia elettrica"		724.301 i	gratis	
Broschüre "11 Praxislehrstücke, wie Ausgaben zur lohnenden Invest. werden"		724.387 d	gratis	
Untersuchungsergebnisse: "47 heisse Spuren zu lohnenden Stromsparpotentialen"		724.301.3 d	gratis	
Untersuchungsprojekte		724.301.1 d	gratis	
Weiterbildung		724.301.2 d	gratis	
IMPULS - Zeitschrift für IP Bau, RAVEL und PACER			gratis	
Construction et Energie - Bulletin des 3 programmes d'impulsions			gratis	
IMPULSO - Bollettino per PI Edil, RAVEL e PACER			gratis	
<b>RAVEL-Lehrmittel</b>				
Strom rationell nutzen - RAVEL Handbuch		ISBN 3 7281 1830 3	76.-	Buchhandel
Manuel RAVEL - l'électricité à bon escient		ISBN 3 7281 1830 3	76.-	Buchhandel
RAVEL-Tagung 1991: Start zu einer neuen fachlichen Kompetenz		724.300.1 d/f	25.-	
RAVEL-Tagung 1992: Mehr Büro mit weniger Strom		724.300.2 d/f	30.-	
RAVEL-Tagung 1993: Energie-Fitness in der Industrie		724.300.3 d/f	25.-	
RAVEL-Tagung 1994: RAVEL zahlt sich aus		724.300.4 d/f	25.-	
RAVEL-Tagung 91-94: 4er Set		724.300.0 d/f	75.-	
RAVEL-Industrie-Handbuch	A. Huser	724.370 d	50.-	
Erfassung des Energieverbrauchs (2 Bücher und Bon für Diskette)	A. Huser	724.371.0 d	27.-	
Erfassung des Energieverbrauchs (Diskette und Band 1: Leitfaden für Ind. + DL)	A. Huser	724.371.1 d	12.-	
Erfassung des Energieverbrauchs (Band 2: Anleitung für den Beauftragten)	A. Huser	724.371.2 d	15.-	
Energie - ihre Bedeutung in der Industrie	D. Spreng	724.316 d	14.-	
Analyse des Energieverbrauchs	F. Wolfart	724.318 d	31.-	
Organisation und Energiemanagement	R. Hasenböhler	724.374 d		
Küche und Strom	L. Perincioli	724.322 d/f	11.-	
Elektrische Antriebe: Auslegung und Betriebsoptimierung	K. Reichert	724.331 d	38.-	
Umwälzpumpen: Auslegung und Betriebsoptimierung	E. Fuglister	724.330 d	33.-	
Energie-effiziente Lüftungstechnische Anlagen in der Haustechnik	U. Steinemann	724.307 d	38.-	
Elektroantriebe	A. Neyer	724.332 d	9.-	
Beleuchtung - Gesamtpaket mit allen vier Bänden		724.329.0 d	80.-	
Beleuchtung - Grundlagen	Ch. Vogt	724.329.1 d	22.-	
Beleuchtung - Zeitgemässe Beleuchtung in Bürobauten	Ch. Vogt	724.329.2 d	25.-	
Beleuchtung - Mit besserem Licht zu glänzenden Produktions-Ergebnissen	Ch. Vogt	724.329.3 d	21.-	
Beleuchtung - Mit besserem Licht zu steigenden Verkaufszahlen	Ch. Vogt	724.329.4 d	21.-	
Haushaltgeräte - Leitfaden zur Gerätewahl	F. Wolfart	724.347 d	22.-	
Geräte zur Wassereerwärmung	H. Hediger	724.349 d	36.-	
Elektroheizungen - Sanierung und Ersatz in Wohnbauten	H.P. Meyer	724.346 d	28.-	
Elektrizität im Wärmesektor (WKK, WP, WRG)	H.R. Gabathuler	724.354 d	8.-	
Electricité et chaleur	P. Renaud	724.354 f	8.-	
Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung	R. Brunner	724.355 d	15.-	
Wärmepumpen	Th. Baumgartner	724.356 d	38.-	
Elektrizität und Wärme (Grundlagen)	H.R. Gabathuler	724.357 d	16.-	
Wärme-Kraftkopplungsanlagen - Effizienter planen, bauen und betreiben	Hp. Eicher	724.358 d	17.-	
Einsatz der integralen Gebäudeautomation - Optimierung und Betrieb	J. Willers	724.362 d	24.-	
Gebäudeautomation - Inbetriebsetzung und Abnahme	J. Willers	724.363 d	24.-	
Kompetent antworten auf Energiefragen	M. Kugler	724.386 d	31.-	

**Bestellung von RAVEL-Dokumentationen:**

Name, Vorname: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Strasse: \_\_\_\_\_

PLZ, Ort: \_\_\_\_\_

Datum, Unterschrift: \_\_\_\_\_

**Bundesamt für Konjunkturfragen**  
**Impulsprogramm RAVEL**  
**Belpstrasse 53**  
**3003 Bern**  
**Fax 031 / 371 82 89**

Titel	Autor	Bestell-Nr.	Preis	Bestellung
<b>RAVEL-Materialien</b>				
Renouvellement d'air: Extraction d'air des bains, WC, cuisines	G. Spoehrle	724.397.11.51 f	12.-	
Transport de l'air	P. Chuard	724.397.11.52 f	12.-	
Conditionnement des locaux: études de cas	C. Brunner	724.397.11.53 d/f	12.-	
Conditionnement des locaux: humidification, déshumidification	M. Borel	724.397.11.54 f	12.-	
Pompes de circulation - Diminuer la puissance installée et l'énergie cons.	L. Keller	724.397.11.55 f	12.-	
Fallstudie Betrieb und Unterhalt einer Lüftungsanlage	R. Naef	724.397.11.56 d	12.-	
Grundbegriffe der Energiewirtschaft (Glossar)	R. Leemann	724.397.12.51.1 d	12.-	
Methoden der Wirtschaftlichkeitsanalyse von Energiesystemen	R. Leemann	724.397.12.51.2 d	12.-	
Kennwerte betrieblicher Prozessketten	F. Wolfart	724.397.12.54 d	12.-	
Valeurs caractéristiques de processus industriels	F. Wolfart	724.397.12.54 f	12.-	
Elektrische Produktionsverfahren	Hp. Meyer	724.397.12.55 d	12.-	
Energetischer Vergleich pneumatischer, hydraulischer und e.m. Antriebe	J.E. Albrecht	724.397.12.56 d	12.-	
Energieverbrauch in gewerblichen Küchen	J. Tercier	724.397.13 d	12.-	
Fallstudie Testküche	L. Perincioli	724.397.13.52 d	12.-	
Energieverbrauch von Rechner- und Kommunikationsanlagen im Detailhandel	R. Moser	724.397.13.53 d	12.-	
Zuverlässigkeit und Energieverbrauch von elektronischen Geräten	A. Birolini	724.397.13.56 d	12.-	
Elektrizitätsbedarf von Textildruckmaschinen	W. Hässig	724.397.21.51 d	12.-	
Kühlmöbel im Lebensmittelhandel	U. Kaufmann	724.397.21.52 d	12.-	
Wirkungsgradoptimierung der Druckluftherzeugung und Verteilung	F. Müntz	724.397.21.54 d	12.-	
Analyse du rendement énergétique de processus industr. de prod.	M. Bongard	724.397.21.55 f	12.-	
Analyse processus industriels sélectionnés: utilisation de force dans la chimique	G. Mamane	724.397.21.56 f	12.-	
Elektrizitätsbedarf der Zementindustrie	U. Fischli	724.397.21.61 d	12.-	
Elektrizitätsbedarf von Industrielüftungen	U. Fischli	724.397.21.62 d	12.-	
Lumière, Beleuchtung: Etudes de cas, Fallstudien	R. Miloni	724.397.22.51 d/f	12.-	
Stromverbrauchserhebung in Haushalten	A. Huser	724.397.23.51 d	12.-	
Wäschetrocknen im Mehrfamilienhaus	J. Nipkow	724.397.23.52 d	12.-	
Kühlschränke für Hotelzimmer und Studios	M. Beer	724.397.23.53 d	12.-	
Energieverbrauch von elektronischen Bürogeräten	A. Huser	724.397.23.54 d	12.-	
Energierelevante Aspekte von elektronischen Bürogeräten	R. Strauss	724.397.23.55 d	12.-	
Energieverluste bei Büro- und Unterhaltungselektronikgeräten	U. Graune	724.397.23.56/57 d	12.-	
Warmwasserbedarfszahlen und Verbrauchscharakteristik	M. Blatter	724.397.23.58 d	12.-	
Sanierung und Ersatz von Elektroheizungen: Zusatzheizungen	Hp. Meyer	724.397.23.59 d	12.-	
Dimensionierung, Sanierung und Betrieb von Elektroheizungen in Kirchen	E. Hungerbühler	724.397.23.60 d	12.-	
WRG / AWN-Checkliste	R. Brunner	724.397.31.52 d	12.-	
Abgeschlossene und laufende Projekte in den Bereichen WKK und WP	Th. Baumgartner	724.397.31.55 d	12.-	
Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung	V. Kyburz	724.397.31.56 d	12.-	
Betrieboptimierung/Erfolgskontrolle von WP- und WKK-Anlagen	R. Bühler	724.397.31.57 d	12.-	
Interne Wärmelasten von Betriebseinrichtungen	B. Nussbaumer	724.397.32.51 d	12.-	
Nachweis der Wirksamkeit der IGA und des Energiemanagements	M. Züst	724.397.32.53 d	12.-	
Einsatz der IGA für die Betriebsführung	S. Graf	724.397.32.54 d	12.-	
Fallstudie Tunnellüftung	H. Hatz	724.397.41 d	12.-	
Kühltemperaturen im Lebensmittelhandel	A. Kümin	724.397.41.52 d	12.-	
Bedeutung organisat. Fragen für Planung energ. Gebäude/Haustechnikanal.	U. Steinemann	724.397.41.57 d/f	12.-	
Erhebung des Elektrizitätsverbrauchs bestehender Strassentunnel	J. Steinemann/Borel	724.397.41.58 d/f	12.-	
RAVEL zahlt sich aus - Prakt. Leitfaden für Wirtschaftlichkeitsberechn.	A. Müller	724.397.42.01 d	12.-	
RAVEL, une économie d'argent - Guide prat. pour les calculs de rentabilité	A. Müller	724.397.42.01 f	12.-	
Récupération d'énergie électrique et thermique	A. Besson	724.397.42.02 f	12.-	
Energiesparstrategie für Versorgungsunternehmen	F. Spring	724.397.42.51 d	12.-	
Benutzerverhalten im Bürobereich	E. Nussbaumer	724.397.42.55 d	12.-	
Sensorik	N. Havrilla	724.397.43.52 d	12.-	
Rationelle Stromnutzung - Einfl. neuer Technolog. auf künft. Weiterbildung	W. Baumgartner	724.397.46.51 d	12.-	
Rationelle Stromnutzung - Einfluss neuer Technologien: Kurzfassung	W. Baumgartner	724.397.46.52 d	12.-	

# Les trois Programmes d'impulsions de l'Office fédéral des questions conjoncturelles (OFQC) 1990-1995

*D'une durée de six ans, ces programmes de formation continue permettront de diffuser des connaissances nouvelles dans les trois domaines importants suivants: l'entretien et la rénovation des constructions, l'utilisation rationnelle de l'électricité et le développement des énergies renouvelables. Toutes les actions entreprises dans ce cadre se font en étroite collaboration avec l'économie, les hautes écoles, les organisations professionnelles et la Confédération par l'intermédiaire de l'Office fédéral des questions conjoncturelles (OFQC).*



## PI BAT Entretien et rénovation des constructions

Dans la branche de la construction, on observe une tendance de plus en plus marquée pour la rénovation. Dans les années à venir, cette orientation ne pourra que se renforcer; en effet, le patrimoine construit demandera des efforts de plus en plus importants. Dès lors, il est indispensable de réunir et de diffuser les connaissances nécessaires à ces futures activités. Ces connaissances font actuellement cruellement défaut. Le programme PI BAT vise donc aussi bien au maintien d'importants biens socio-économiques qu'à une stimulation réelle du secteur de la construction.



## RAVEL Utilisation rationnelle de l'électricité

L'électricité, énergie précieuse, devrait être utilisée à bon escient. Ceci signifie aussi bien une amélioration de l'efficacité des appareils et des procédés qu'une réduction des prestations inutiles. Des projets de recherche et des études de cas ont été mis en chantier pour acquérir de nouvelles connaissances en matière d'utilisation rationnelle de l'électricité dans les bâtiments, l'industrie, les services et les ménages. Les résultats obtenus et les expériences acquises sont à la base de journées d'information et de cours. Ceux-ci doivent, à l'avenir, contribuer à assurer une solide compétence professionnelle qui permettra de satisfaire les prestations demandées par les utilisateurs, tout en réduisant leur consommation d'électricité.



## PACER Programme d'action énergies renouvelables

Tous les experts s'accordent à reconnaître que les énergies renouvelables peuvent contribuer de manière significative à notre approvisionnement énergétique. Pour cela, il convient toutefois de surmonter les barrières actuelles qui sont d'ordre économique, politique et psychologique. Dans ce but, le programme PACER s'efforcera de développer les techniques éprouvées qui se situent actuellement au seuil de la rentabilité économique; il s'agit en particulier de l'utilisation passive et active du solaire dans le bâtiment, de la valorisation de la biomasse et de la production d'électricité. Parallèlement, une étude économique a fourni les éléments nécessaires à l'évaluation des coûts externes, permettant ainsi d'effectuer des choix en tenant compte de l'ensemble des facteurs liés aux différentes chaînes énergétiques.