

SERVICE PUBLIC GÉOTHERMIE



AGENCE FRANÇAISE
POUR LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE
A.F.M.E.



BUREAU DE RECHERCHES
GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
B.R.G.M.

DIAGNOSTIC MICROCENTRALE HYDROELECTRIQUE

SUR LA COMMUNE
D'ORLU (ARIEGE)

SPG-08/84

84 SGN 308 SPG

NOVEMBRE 1984

AVANT PROPOS

Dans le cadre de la convention signée entre l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie (AFME) et le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) - mission service public géothermie et hydroénergie - au sujet des études de diagnostics concernant les microcentrales, la municipalité d'Orlu (Ariège) a demandé au BRGM d'effectuer une étude de diagnostic sur le projet de microcentrale prévu sur l'Oriège en amont du village. Ce projet vise à réutiliser les lachers d'une centrale hydraulique E.d.F. à la faveur d'une dénivelée de 28,5 m le long de l'Ariège pour une distance d'environ 500 m. Un débit d'équipement de 12 m³/s entraîne une puissance maximum disponible de 2400 Kw.

Une notice explicative présentant ce projet a été réalisée en 1984 par M. LAURENS pour le compte de la commune d'Orlu.

SOMMAIRE

IDENTIFICATION DU PROJET.....	1
ESTIMATION DU PRODUCTIBLE.....	3
1. Etude des débits.....	3
1.1. - Fonctionnement de la centrale des Forges d'Orlu..	3
1.2. - Débits résiduels sur l'Oriège.....	3
1.3. - Conclusion.....	6
2. Le débit réservé.....	6
3. Equipement.....	7
4. Calcul du productible.....	8
4.1. - Productible des lachures E.d.F.....	8
4.2. - Productible du bassin versant résiduel.....	9
4.3. - Productible total.....	10
ESTIMATION DES COUTS DE REALISATION	
1 - Génie civil.....	11
2 - Electromécanique.....	13
PRETS.....	15
ASPECTS RELATIFS A L'ENVIRONNEMENT.....	16
ASPECTS JURIDIQUES ET ADMINISTRATIFS.....	17
ANALYSE DE LA RENTABILITE DU PROJET.....	18
1 - Rappel des chiffres.....	18
2 - Conditions étudiées.....	18
3 - Quelques ratios.....	20
4 - Compte d'exploitation prévisionnel.....	21
CONCLUSIONS.....	23

DIAGNOSTIC MICROCENTRALE HYDRAULIQUE

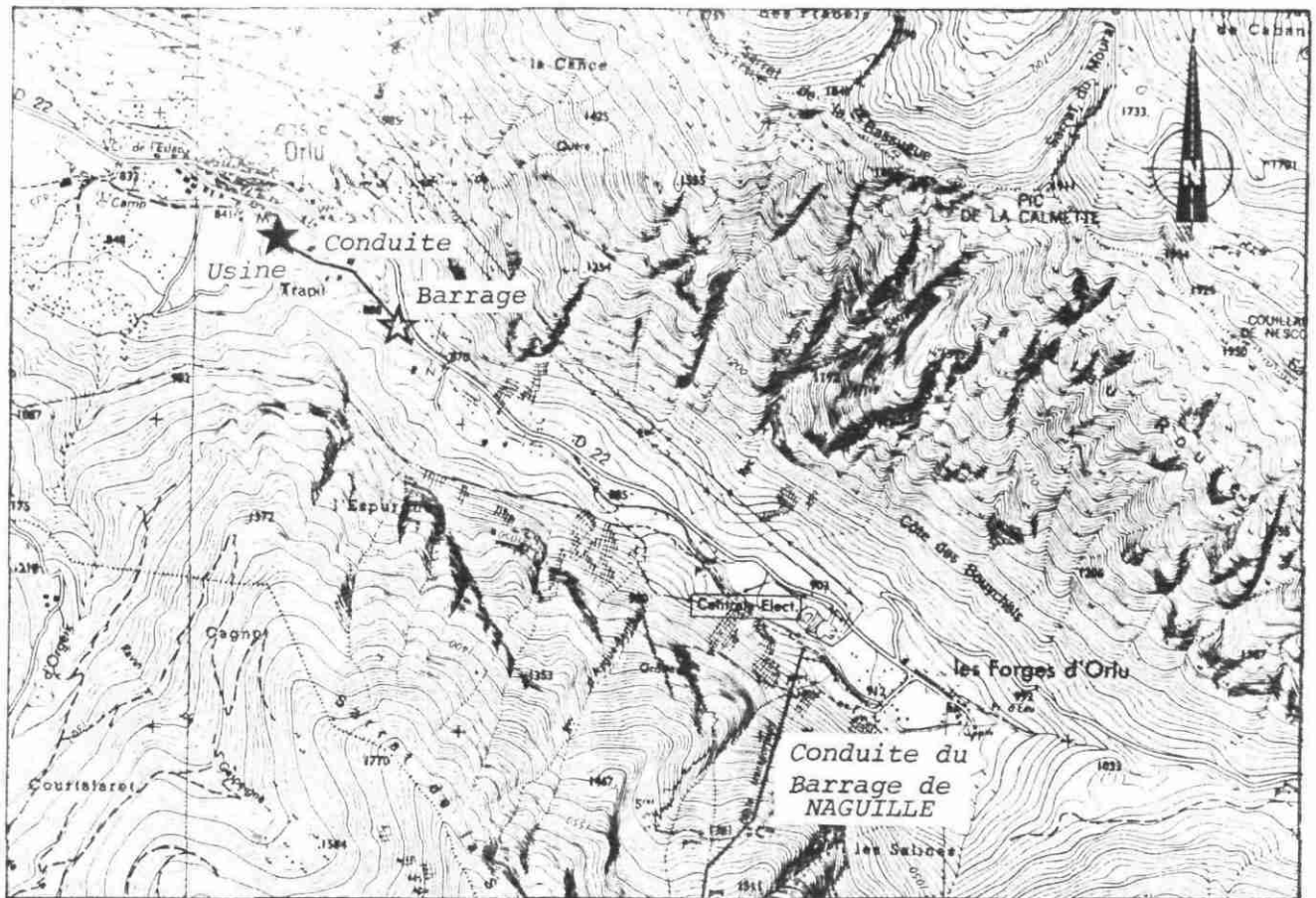
- IDENTIFICATION DU PROJET

Département : Ariège
Commune : Orlu
Rivière : Oriège
Identité du demandeur : Municipalité

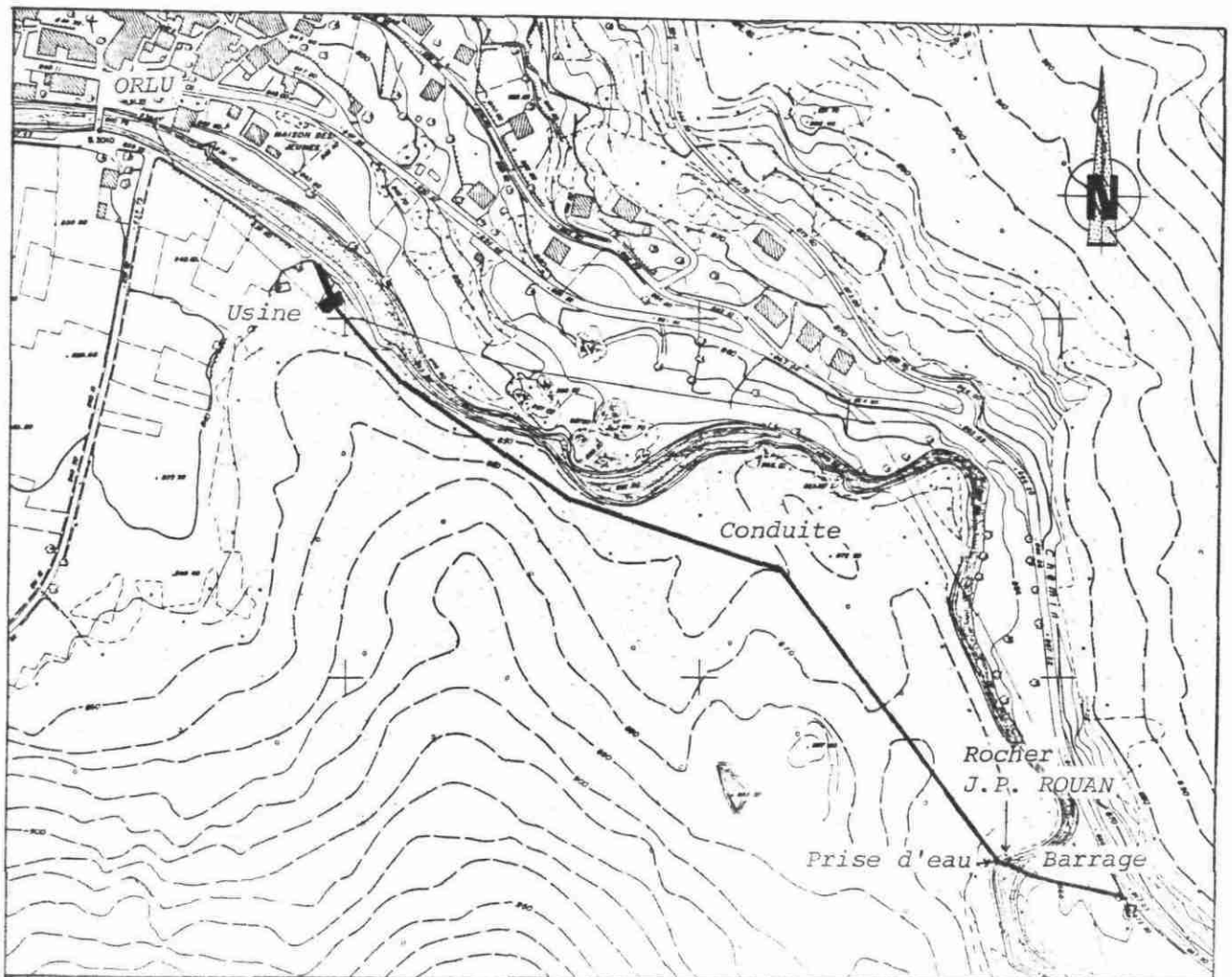
Débit d'équipement : 12 m³/s
Hauteur de chute brute : 28,5 m
Hauteur de chute nette* : 24,8 m
Puissance maximum brute : $9,81 \times 12 \times 28,5 = 3350$ Kw
Puissance maximum disponible : $8 \times 12 \times 24,8 = 2380$ Kw
Puissance installée : 2300 kw

* La hauteur de chute nette sera conditionnée par le choix de la conduite et variera avec le débit transitant dans cette conduite.

Situation de la microcentrale d'ORLU à 1/ 25 000. ^e



Implantation des différentes installations 1/3 000. ^e



ESTIMATION DU PRODUCTIBLE

1. - ETUDE DES DEBITS

L'originalité du site d'Orlu est d'être placé à l'aval du barrage de Naguilles exploité par E.d.F. à l'usine des Forges d'Orlu et de returbiner ainsi les lachers de ce barrage. Ceci constituera l'essentiel de la production, mais en dehors des périodes de fonctionnement de l'usine des Forges, il sera possible de turbiner les eaux du bassin versant amont résiduel de l'Oriège.

1.1. - Fonctionnement de la centrale des Forges d'Orlu

D'après les renseignements communiqués par le Groupement Régional de Production Hydraulique (GRPH) "Pyrénées", la production moyenne annuelle de la centrale des Forges sur la période 1973-1983 est d'environ 120 000 Mwh dont 76.5 en "hiver"* et 43.5 en "été". Cette centrale paraît davantage sollicitée depuis 1979 car sur les 5 années 1979-83 les valeurs respectives de ces productions sont de 126 714, 87 346 et 39 368 Mwh.

Cette production correspond à un volume moyen turbiné de $57.6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ par an.

Sur la période 1979-83, la durée moyenne cumulée de fonctionnement des deux groupes est de l'ordre de 4 600 heures/an. La puissance moyenne annuelle par groupe est ainsi passée de 24.6 Mw en 1979 à 29.6 Mw en 1983, contre 40 Mw disponible. En fait, cette centrale est réglée pour fonctionner à 75 % de sa puissance maximum de façon à réagir à d'éventuelles sollicitations du réseau.

Le débit moyen annuel turbiné est de $6.8 \text{ m}^3/\text{s}$ (pendant les périodes de fonctionnement).

1.2. - Débits résiduels sur l'Oriège

1.2.1. - Collectes des données

Les débits journaliers sur l'Oriège ont été observés à Pont de Bisp en amont de la centrale des Forges à partir de 1959 postérieurement à la mise en service de la centrale et des dérivations des secteurs amont du bassin versant de l'Oriège (En Beys et Coumette d'Espagne).

Sur la période 1962-1972, le débit moyen annuel est de $1.53 \text{ m}^3/\text{s}$.

Le bassin versant correspondant présente une superficie de 29.3 km^2 .

* Découpage des saisons effectués selon les tarifs d'achat du courant aux producteurs autonomes.

Au niveau de Riva Rouge, implantation prévue pour le barrage, le bassin versant résiduel de l'Oriège a une superficie estimée à 45,5 km².

Nous estimerons les débits au niveau du site en multipliant les débits mesurés à Pont de Bisp par un coefficient égal au rapport des bassins versant soit 1.55.

1.2.2. - Courbe des débits classés au site et valeurs caractéristiques

Le traitement statistique des valeurs journalières reconstituées sur la période de 11 ans conduit aux valeurs suivantes :

- module moyen annuel.....	2,36 m ³ /s
- débit moyen dépassé 355 jours par an (ou débit caractéristiques d'étiage)	0,66 m ³ /s
- débit moyen dépassé 365 jours par an	0,61 m ³ /s
- débit caractéristique d'étiage sec (ou valeur du débit maximum des 10 jours consécutifs les plus secs, dépassée quatre années sur cinq)	0,56 m ³ /s

. courbe des débits classés, moyenne interannuelle en m³/s
(on appelle DCn le débit dépassé en moyenne n jours par an)

:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: DC 10	: DC 20	: DC 30	: DC 40	: DC 50	: DC 60	: DC 70	: DC 80	: DC 90	:
:-----	:-----	:-----	:-----	:-----	:-----	:-----	:-----	:-----	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: 8.28	: 6.56	: 5.65	: 5.10	: 4.67	: 4.22	: 3.80	: 3.48	: 3.14	:

:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: DC 100	: DC 110	: DC 120	: DC 130	: DC 140	: DC 150	: DC 160	: DC 170	: DC 180	:
:-----	:-----	:-----	:-----	:-----	:-----	:-----	:-----	:-----	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: 2.78	: 2.52	: 2.27	: 2.02	: 1.83	: 1.72	: 1.61	: 1.52	: 1.44	:

:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:DC 190	:DC 200	:DC 210	:DC 220	:DC 230	:DC 240	:DC 250	:DC 260	:DC 270	:
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: 1.37	: 1.30	: 1.23	: 1.20	: 1.15	: 1.10	: 1.06	: 1.03	: 1.00	:

:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:DC 280	:DC 290	:DC 300	:DC 310	:DC 320	:DC 330	:DC 340	:DC 350	:DC 360	:
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: 0.96	: 0.93	: 0.90	: 0.85	: 0.80	: 0.75	: 0.72	: 0.70	: 0.64	:

La tarification d'achat du courant électrique par E.d.F. aux producteurs autonomes prévoit la distinction entre deux périodes qui, à partir de 1985 comprendront :

- période dite "d'hiver"..... mois de novembre à mars inclus.
- période dite "d'été"..... mois d'avril à octobre inclus.

Pour connaître les recettes potentielles, il importe donc de connaître la répartition des débits à l'intérieur de chacune de ces périodes, et on a donc calculé une courbe des débits classés "d'hiver" et une courbe des débits classés "d'été".

Les débits de l'Oriège sont essentiellement soutenus par la fonte des neiges (altitude des crêtes du bassin versant supérieur à 2500 m) et présentent leur maximum d'avril à juillet et surtout en mai juin. Les débits de l'été sont ainsi nettement supérieurs à ceux de l'hiver avec des moyennes interannuelles respectives de 3,1 et 1,3 m³/s.

Ce phénomène apparaît nettement sur les valeurs classées. Etant donné les coûts d'achat beaucoup plus élevés l'hiver ceci est plutôt un facteur défavorable au projet.

. Courbe des débits classés, moyenne interannuelle d'hiver
(novembre à mars)

:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: DC 10	: DC 20	: DC 30	: DC 40	: DC 50	: DC 60	: DC 70	: DC 80	: DC 90	:
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: 2.60	: 2.00	: 1.59	: 1.42	: 1.29	: 1.20	: 1.12	: 1.03	: 1.00	:

:	:	:	:	:	:	:
:DC 100	:DC 110	:DC 120	:DC 130	:DC 140	:DC 150	:
-----	-----	-----	-----	-----	-----	:
:	:	:	:	:	:	:
: 0.95	: 0.90	: 0.85	: 0.83	: 0.77	: 0.72	:

. Courbe des débits classés, moyenne interannuelle d'été
(avril à octobre)

:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: DC 10 :	: DC 20 :	: DC 30 :	: DC 40 :	: DC 50 :	: DC 60 :	: DC 70 :	: DC 80 :	: DC 90 :	:
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: 8.18 :	: 6.52 :	: 5.60 :	: 5.04 :	: 4.55 :	: 4.09 :	: 3.66 :	: 3.28 :	: 2.85 :	:

:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: DC 100 :	: DC 110 :	: DC 120 :	: DC 130 :	: DC 140 :	: DC 150 :	: DC 160 :	: DC 170 :	: DC 180 :	:
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: 2.50 :	: 2.10 :	: 1.81 :	: 1.58 :	: 1.41 :	: 1.27 :	: 1.18 :	: 1.10 :	: 1.03 :	:

:	:	:	:
: DC 190 :	: DC 200 :	: DC 210 :	:
-----	-----	-----	-----
:	:	:	:
: 0.96 :	: 0.87 :	: 0.80 :	:

1.3. - Conclusions

Le volume moyen annuel qui transite ainsi par le bassin versant résiduel de l'Oriège est estimé à $74,3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ soit environ 1,3 fois le volume turbiné par E.d.F. à partir du barrage de Naguille. Si la gestion du réservoir de Naguille permet d'obtenir une production, et par conséquent des volumes turbinés, nettement supérieur l'hiver que l'été ($40 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ en hiver et $18 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ en été), les débits naturels de l'Oriège sont par contre plus élevés l'été ($17 \cdot 10^6$ en hiver pour $57 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ en été) et au total les volumes écoulés d'été seront en moyenne plus élevés que ceux d'hiver.

2 - LE DEBIT RESERVE

La loi sur la pêche en eau douce et la gestion des ressources piscicoles stipule que le débit minimum à préserver ne peut être inférieur au dixième du module du cours d'eau au droit de l'ouvrage. Considérant les volumes moyens annuels précédemment approchés, le débit moyen interannuel peut être estimé à $4,1 \text{ m}^3/\text{s}$ d'où un débit réservé de $0.41 \text{ m}^3/\text{s}$.

3 - EQUIPEMENT

Le projet présenté préconise la mise en place de deux groupes équipés de turbine FRANCIS réglables pouvant turbiner de 1 à 6 m³/s.

Il paraît effectivement très intéressant de pouvoir turbiner à pleine puissance les lachers du barrage de Naguilles auquel s'ajoute le débit naturel de l'Oriège, soit environ 12 m³/s, mais aussi de pouvoir exploiter séparément ce débit résiduel de l'Oriège en dehors du fonctionnement de la centrale.

Une des particularités des turbines FRANCIS est de posséder de très bons rendements dans les forts débits (supérieur au 5/10 du débit d'équipement) mais par contre d'avoir des rendements qui chutent très rapidement pour les débits inférieurs à 4/10 du débit d'équipement.

Le fonctionnement à petit ouverture créé par ailleurs des turbulences qui peuvent à la longue détériorer la turbine et il est préférable d'arrêter l'usine pour ces faibles débits. Par conséquent un groupe équipé à 6 m³/s ne pourra pas exploiter les débits inférieurs à 2 m³/s.

Par ailleurs, il apparaît que la centrale des Forges fonctionne le plus souvent à 75 % de sa puissance maximum (débit moyen annuel de turbinage : 6.8 m³/s).

Face à ce problème, plusieurs schémas d'équipement sont alors possibles :

- deux groupes Francis à 5 m³/s, permettant de turbiner les débits jusqu'à 10 m³/s (les débits supérieurs à cette valeur étant exceptionnels) et d'obtenir des rendements acceptables avec les débits de l'ordre de 2 m³/s. On ne pourra cependant turbiner en dessous de 1.5 m³/s.
- une solution à trois groupes FRANCIS équipé à 4 m³/s ou deux groupes à 5 m³/s et un groupe à 2 m³/s permettrait d'exploiter dans de bonnes conditions toute la gamme de débits jusqu'à 12 m³/s mais c'est une solution très onéreuse.
- en fait le meilleur compromis (production optimale pour investissement minimal) semble se dessiner autour de 2 groupes différents, présentant grossièrement un rapport de 1/3 ; selon que le débit total d'équipement est de 10 ou 12 m³/s, il peut y avoir :
 - . groupe 1 : 2.5 ou 3 m³/s
 - . groupe 2 : 7.5 ou 9 m³/s
- le groupe 1 serait de type FRANCIS à distributeur spiral

- pour le groupe 2 il est possible d'envisager une roue FRANCIS simple ou double mais aussi une roue KAPLAN à distributeur fixe et pôles variables montée en conduit. Cette solution doit être considérée comme limite en particulier en raison des problèmes de cavitation qu'elle comporte ; elle permet d'obtenir de meilleurs rendement à faible ouverture.

Pour la suite de l'étude nous avons retenu l'équipement suivant :

- un groupe FRANCIS à $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$
- un groupe KAPLAN à $7,5 \text{ m}^3/\text{s}$

4 - CALCUL DU PRODUCTIBLE

La centrale des Forges d'Orlu fonctionnant à temps partiel (quelques heures par jour), le pas de temps journalier ne permet pas d'en suivre les répercussions au niveau des débits, et d'ainsi reconstituer les débits transitant au niveau site.

Nous estimerons par conséquent le productible total comme la somme des deux termes, considérés, pour des facilités de calcul comme indépendants : la production des lachures E.d.F.
: la production de l'Oriège (bassin résiduel).

4.1. - Productible des lachures E.d.F.

Le débit d'équipement proposé sera au moins égal à celui de la centrale E.d.F. le productible au site se déduit donc de celui à la centrale par le rapport des rendements et hauteurs de chute nette correspondants.

D'après les renseignements fournis par E.d.F., le produit hauteur de chute nette multiplié par le rendement moyen aurait pour valeur 807. (coefficient énergétique moyen de la centrale des Forges de : $2,2 \text{ Kwh/m}^3$).

La hauteur de chute nette au site dépend essentiellement des pertes de charges au niveau de la conduite. Elle diminue avec les débits (et vitesse croissants). Pour un débit de $10 \text{ m}^3/\text{s}$ dans une conduite de 1.8 m de diamètre elle est estimée à 26 m.

Les débits turbinés devraient permettre de se situer à l'ouverture optimum des turbines soit avec un rendement global de l'installation de 0.8.

On en déduit les productibles moyens au site de :

- 2 230 Mwh en hiver
- 1 000 Mwh en été

Soit 3 230 Mwh par an.

4.2. - Productible du bassin versant résiduel de l'Ariège

Nous supposons que l'équipement choisi permet d'exploiter les débits de l'Oriège dans de très bonnes conditions de rendement (installation du type : 2 turbines à 7,5 et 2,5 m³/s).

Les turbines de type FRANCIS présentent un rendement optimum supérieur à 90 % à 4/5 d'ouverture. Le rendement global de toute l'installation serait de 80 % au débit de 2 m³/s.

L'intégration des courbes de débits classés d'hiver et d'été des 11 années étudiées permet de suivre l'évolution des productibles d'une année sur l'autre.

EVOLUTION DU PRODUCTIBLE POUR UN DEBIT D'EQUIPEMENT DE 10 m³/s (7,5 et 2,5 m³)

Année	Productible hiver kWh	Productible été kWh	Productible total kWh
1952	410697.	2044297.	2454994.
1953	561855.	3532239.	4094094.
1954	275484.	1116190.	1392674.
1955	452819.	3326312.	3779131.
1956	452049.	2558588.	3010637.
1957	660650.	2235346.	2895996.
1958	651424.	2232648.	2884072.
1959	180516.	2159931.	2340446.
1970	0.	2448431.	2448431.
1971	0.	1877339.	1877339.
1972	79876.	2846428.	2926304.

COURBE CLASSEE	328030.	2396589.	2724589.
MOYENNE			

MOYENNE	338761.	2397977.	2736738.
1952-1972			

Ecart type	246499.	672857.	771468.

L'écart observé entre les débits d'hiver et d'été accentuée au niveau du productible puisque sur les 2 740 Mwh produit en moyenne par année

2 400 Mwh le seraient en été pour seulement
340 Mwh en hiver.

Nous avons testé également l'influence de l'équipement choisi sur cette production.

EQUIPEMENT	PRODUCTIBLE HIVER (Mwh)	PRODUCTIBLE ETE (Mwh)	PRODUCTIBLE TOTAL (Mwh)
2 turbines 7,5 + 2	340	2 400	2 740
2 turbines 6 + 6	140	1 960	2 100
1 turbine 10 ou 12 m ³ /s	50	1 600	1 650

Ceci montre tout l'intérêt d'installer une turbine à faible débit d'équipement.

4.3. - Productible total

Un équipement permettant d'exploiter dans de bonnes conditions toute la gamme de débit disponible produirait près de 6 000 Mwh/an avec une répartition de 2 570 wh en hiver et 3 400 wh en été.

Etant donné, la puissance de l'installation et sa position à l'aval d'une usine E.d.F. il y a tout lieu de considérer une vente au tarif à 5 prix et donc de répartir ces différentes productions en heure de pointe, heures pleines et heures creuses.

Nous considérons que la production dû aux lachers E.d.F. est prioritairement en pointes puis en heures pleines et enfin en heures creuses et que par contre la production dûe au bassin résiduel de l'Oriège se répartit en fonction des durées respectives de chaque période.

La production moyenne annuelle se répartirait ainsi en :

	Pointe	: 600 Mwh
Hiver	H pleines	: 1 820 Mwh
	H creuses	: 150 Mwh
	H pleines	: 2 350 Mwh
Eté	H creuses	: 1 050 Mwh

ESTIMATION DES COUTS DE REALISATION

1 - GENIE CIVIL

Le projet consiste à aménager une chute de 28,5 m sur l'Oriège, le transfert entre le barrage de prise et l'usine étant assurée par conduite forcée.

D'après les travaux décrits dans la préétude de M. LAURENS et à la suite de la visite effectuée sur le terrain le devis estimatif des travaux de génie civil s'établit ainsi :

1.1. - Accès divers

- réfection de la passerelle de Cherfagie
- construction d'une piste entre la passerelle de Cherfagie et le barrage de prise. Longueur 300 m emprise 5 m
- élargissement de la piste à l'aval entre le village et l'usine longueur 120 m - largeur 1 m

1.2. - Barrage et ouvrages de prise

- creusement d'un chenal provisoire pendant la réalisation des ouvrages de prise et de déversoir - longueur 80 m - section 15 m²
- barrage
 - . mise en place d'une vanne de vidange de fond long. de 5 m par déroctage partiel du rocher "J.P. Rouan" jusqu'à la cote 864 NGF
 - . construction d'un déversoir de largeur 15 m dans le lit actuel de l'Oriège
 - . mise en place d'une passe à poissons
- Prise d'eau
 - . réalisée à côté de la vidange de fond par déroctage du rocher.
 - . mise en place d'une grille (voir un dégrilleur) et d'une vanne de garde.

1.3. - Conduite

Afin de limiter les pertes de charges à quelques pourcents nous préconisons la mise en place d'une conduite :

- diamètre 1.8 m
- épaisseur minimale : 7 mm
- éléments de 12 à 15 m de longueur soudés à la pose.
- renforts prévus tous les 4 à 5 m.
- réalisation d'une tranchée sur 150 m environ et pouvant atteindre une quinzaine de m de profondeur vers le milieu
- à la suite, mise en place de la conduite hors sol s'appuyant sur des appuis en béton, (éventuellement enterrée selon les résultats de l'étude d'impact)
- sur les 15 derniers mètres conduites à nouveau enterrée avant de rejoindre l'usine.

1.4. - Usine

- réalisation d'un bâtiment de 10 m x 15 m partiellement enterré
- réalisation des ouvrages à fonction hydraulique (selon le matériel choisi)
- construction de socles pour appareillage électrique.

1.5. - Canal de fuite

- creusement d'un canal de fuite de 20 m rejoignant l'Oriège.
- approfondissement du lit de l'Oriège en aval.

Le montant total de ces travaux et en première analyse, estimée à 5 350 000 F HT. avec un surcoût éventuel de 1 100 000 F si la conduite est enterrée sur tout le tracé.

Contrairement au projet présenté, nous n'avons pas considéré la création d'une retenue constante au niveau de la prise d'eau.

En effet la retenue (10 000 m³) ne permet de stocker que le volume nécessaire au fonctionnement des groupes pendant 15 minutes. Le gain correspondant paraît assez faible en regard des surcoûts correspondants (50 m de digue, réfection du CD 22, déplacement d'un pylône E.d.F., achat des terrains recouverts par la retenue) grossièrement estimés à 2 500 000 Frs. Cette retenue poserait par ailleurs des problèmes d'impact supplémentaires.

2 - ELECTROMECHANIQUE

L'équipement initialement prévu (2 turbines Francis équipé à 6 m³/s) ne permet pas d'exploiter efficacement les débits du bassin résiduel de l'Oriège.

Nous préférons un équipement par deux groupes inégaux :

- . un groupe FRANCIS à 2,5 m³/s
- . un groupe KAPLAN ou FRANCIS à 7,5 m³/s.

Pour ce deuxième groupe il faut ajouter les coûts relatifs à la construction d'un aspirateur en béton et les raccordements amont.

Le génie électrique correspondant à cet équipement comprend :

- . des vérins hydrauliques
ensemble de mouvement et fermeture des cercles de vannage
- . générateurs de puissance
un alternateur 380 V 675 KVA
un alternateur 380 V 2025 KVA
- . partie puissance basse tension
armoire de puissance
(disjoncteur, transformateur), liaison en barres cuivre, câbles, cablages.
- . les niveaux
sondes de niveaux (règlement d'eau) câble de liaison, optimisation de ce système en fonction de la centrale des Forges.
- . partie commande basse tension
armoire d'automatisme (sondes de température et de vitesse, relais, automatisme de couplage, régulateur de tension,.....)
- . protection
armoire de protection et découplage comprenant les relais de mesure agréée par E.D.F. transport, installation, câblage.
- . cellules haute tension fermées
cellule arrivée interrupteur
cellule T.P.
cellule protection
transformateur
transport, montage.
- . liaison aéro souterraine
câbles
jeux d'extrémités pour raccordements divers
chemin de câbles

- . arrivée EdF
prise en antenne
comptage
devis à faire par Edf.

Des négociations seront bien sûr obligatoires avec EdF pour notamment connaître les conditions du réseau (puissance et éloignement du poste source, charge moyenne et mini de la ligne d'écoulement, type de réarmement, ligne pilote....).

Ces différents points devront être clairement définis avant remise de prix et par conséquent le montant total de l'électromécanique reste approximatif ; il est estimé à 5 150 000 F HT.

PRETS

Nous considérons que la municipalité d'Orlu a pu obtenir un ensemble de prêts équivalents à un emprunt de la totalité de l'investissement au taux de 12 % sur 15 ans.

ASPECTS RELATIFS A L'ENVIRONNEMENT

Etant donnée la puissance de cette installation, il sera obligatoire de procéder à une étude d'impact, qui reprendra notamment les quelques recommandations suivantes :

Au niveau de l'usine, l'architecture prévue devra permettre une bonne intégration dans le site. Par ailleurs, il devra être procédé à des contrôles de niveaux sonores afin de vérifier que l'installation prévue (usine semi enterrée) limite effectivement les nuisances dans ce domaine.

En ce qui concerne la circulation des poissons :

- le débit réservé de $0,41 \text{ m}^3/\text{s}$ devra s'écouler en permanence par la passe réservée à cet effet, par ailleurs aménagée pour permettre la circulation des poissons.
- les plans de cette passe devront être proposés à l'approbation du service chargé de la police des eaux et des délégués des sociétés de pêches.
- des grilles, dans lesquelles l'écartement des barreaux ne devra pas excéder 5 cm, seront placées à l'amont de la prise d'eau pour empêcher la pénétration des poissons dans la turbine par l'amont.
- un dispositif immergé empêchera la remontée du poisson vers le canal de fuite de l'usine.

Le respect de l'ensemble de ces dispositions doit garantir le maintien des conditions de la vie animale et végétale et assurer une bonne insertion de l'aménagement dans l'environnement.

ASPECTS JURIDIQUES ET ADMINISTRATIFS

Les demandes d'autorisation ne seront déposées qu'à la suite des résultats du présent diagnostic.

ANALYSE DE LA RENTABILITE DU PROJET

1 - RAPPEL DES CHIFFRES

- montant de l'investissement prévu :

. Génie Civil.....	5 350 000	F
. Electromécanique.....	5 150 000	F
. Divers et imprévus.....	1 500 000	F
	12 000 000	F HT

- productible annuel moyen pour un débit d'équipement de 12 m³/s et un débit réserve de 0,41 m³/s :

. Hiver (novembre à mars).....	2570 Mwh
dont.....	600 Mwh en pointe
	1820 Mwh H pleines
	150 Mwh H creuses
. Eté (avril à octobre).....	3400 Mwh
dont.....	2350 Mwh H pleines
	1050 Mwh H creuses

La production doit être entièrement vendue à E.d.F.

2 - CONDITIONS ETUDIEES

2.1. - Les conditions de tarification et d'inflation

Différents tarifs de vente s'offrent aux producteurs :

- le tarif intégral considérant un prix différent sur les 5 périodes - pointe H pleines - h creuses d'hiver et d'été - et une prime fixe annuelle fonction de la puissance et la période garantie.

Dans le cas d'Orlu, cette prime ne peut pas être calculée raisonnablement que d'après les périodes de pointe, et en supposant garanti un débit de seulement 10 m³/s soit une puissance de 1950 Kw.

- le tarif simplifié à 5, 4 et 2 prix avec un complexité décroissante des périodes considérées.

La recette correspondante à l'application de ces différents tarifs, pour l'année moyenne et selon les prix en vigueur (établis au 15.02.84) est reprise dans le tableau ci-dessous :

:	:	Tarif intégral	:	:	:	:
:	:	1950 Kw garantis en :	:	Tarifs simplifiés	:	:
:	:	pointe	:	5 prix : 4 prix : 2 prix	:	:
:	:	:	:	:	:	:
:	:	Recettes en milliers de francs	:	:	:	:
:	:	productible année moyenne	:	:	:	:
:	:	tarifs du 15.02.84	:	1 500	1 537 : 1 480 : 1 293	:

Il apparaît que le tarif intégral n'est pas très intéressant. L'attribution de la prime annuelle est soumise aux conditions d'exploitation de la centrale E.d.F., et les pénalités encourues pour non fonctionnement peuvent annuler le bénéfice ainsi réalisé. L'abattement pour transport du courant contribue à diminuer ces recettes.

En tarif simplifié, il y a intérêt à considérer 5 tarifs, pour bénéficier de la production relativement élevée en période de pointe. Ce site ne pourra bénéficier de prime de régularité très élevée.

En ce qui concerne l'évolution des tarifs, les discussions sont actuellement en cours.

D'après nos informations on s'achemine, en ce qui concerne le tarif simplifié vers le compromis suivant :

- passage du mois d'octobre au tarif d'été dès 1985.
- établissement d'un tarif de référence pour l'année 1989, où la prime de qualité "été" serait complètement supprimée.
- en francs constants (hors inflation), le tarif 2 prix 1989 serait, pour une production bénéficiant d'une prime de qualité "hiver" de 8 % : Kwh hiver..... 42,01 cc
Kwh été..... 11,06 cc

Pour atténuer dans l'immédiat les effets pénalisants de ce tarif, adoption pour les années à venir d'un tarif intermédiaire, où la prime de qualité serait répartie entre hiver et été, et qui se traduirait par le tarif suivant, en francs constants, et pour une installation bénéficiant d'une prime de qualité hiver de 6 % :

:	:	:	:	:	:	:
:	1985	1986	1987	1988	1989	:
:	:	:	:	:	:	:
Kwh hiver	41,62	41,56	41,49	41,86	42,01	:
:	:	:	:	:	:	:
Kwh été	12,80	12,12	11,47	11,28	11,08	:

Nous avons considéré une évolution semblable pour les différents tarifs et supposé pour le calcul en francs courants, un taux d'inflation décroissant linéairement de 6 % à 3 % entre 1984 et 1994, puis constant et égal à 3 % à partir de cette date.

La période d'actualisation prise en compte est de 15 ans.

2.2. - Estimation des charges

Les charges ont été estimées de la façon suivante :

. Charges annuelles d'entretien et de renouvellement calculées par la formule :

$$C = 40\ 000 + \frac{I}{100}$$

où I est la valeur de l'investissement exprimée en francs, cette formule traduisant l'expérience de plusieurs dizaines de microcentrales.

On notera que dans le cas étudié, les charges ainsi calculées correspondent à environ 7,5 % de la recette brute annuelle.

. La taxe professionnelle annuelle n'est pas considérée. En effet, une collectivité locale peut être dispensée de cette charge par décision du Conseil général

. Ne sachant pas si la municipalité envisage l'achat ou la location du droit d'eau et des propriétés concernées par les installations (droit d'eau inutilisé et propriétés pour la plupart incultes) chaque cas devant être traité au cas par cas entre la commune et les différents propriétaires, une provision de 20 000 F par an a été considérée pour l'ensemble de ces charges.

Les charges totales annuelles, à l'exclusion des charges financières, représenteraient environ 8,5 % de la recette brute annuelle, ce qui est un chiffre assez faible.

3 - QUELQUES RATIOS

Prix global au KW installé.....	5 138	F
Prix des travaux de génie civil au KW installé	2 291	F
Prix de l'électromécanique au KW installé.....	2 205	F
Quotient investissement/nombre de kWh produits	1,77	F
Temps de retour brut (sans prise en compte des charges).....	6,3	ans
Temps de retour net (avec prise en compte des charges).....	6,9	ans
Taux de rentabilité interne.	15,00	%

Ces différentes valeurs traduisent des conditions de rentabilité satisfaisantes.

4 - COMPTE D'EXPLOITATION PREVISIONNEL

Le compte d'exploitation prévisionnel figuré sur le tableau ci-après a été établi en considérant :

- les recettes et les charges prévisionnelles calculées pour une durée de 15 années, en prenant en compte les hypothèses sur les tarifs, les charges et le taux d'inflation déjà signalés. (On a considéré le tarif simplifié à 5 prix avec majoration moyenne de qualité).

- l'emprunt de la totalité de la somme correspondant à l'investissement, à 12 % sur 15 ans.

- un amortissement du génie civil et de l'électromécanique linéaire, sur 15 ans.

Les résultats avant amortissement sont positifs dès la première année. Après amortissement il deviennent positifs à la sixième année et en résultat cumulé à partir de la 10ème année.

En considérant des conditions d'emprunt moins favorables, au taux de 13.5 % sur 20 ans, ces résultats deviennent positifs après respectivement 8 et 14 années de fonctionnement.

EVOLUTION PREVISIONNELLE DES RECETTES ET CHARGES

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Recettes brutes hiver	1431.4	1503.6	1576.9	1667.4	1761.2	1835.4	1907.2	1976.2	2041.9	2103.8	2167.6	2233.4	2301.1	2370.8	2442.7
Recettes brutes ete	476.2	475.3	472.7	487.2	500.2	521.2	541.6	561.2	579.9	597.5	615.6	634.2	653.5	673.3	693.7
Recettes brutes annuel	1907.7	1978.9	2049.7	2154.6	2261.4	2356.6	2448.8	2537.4	2621.8	2701.3	2783.2	2867.6	2954.5	3044.1	3136.4
Charges annuelles	190.3	200.5	210.8	220.9	230.8	240.6	250.0	259.0	267.6	275.7	284.1	292.7	301.6	310.7	320.2
Recettes nettes ann.	1717.4	1778.4	1838.9	1933.7	2030.6	2116.0	2198.9	2278.4	2354.2	2425.6	2499.1	2574.9	2653.0	2733.4	2816.3

COMPTE D'EXPLOITATION PREVISIONNEL EN MILLIERS DE FRANCS

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Recettes brutes hiver	1431.4	1503.6	1576.9	1667.4	1761.2	1835.4	1907.2	1976.2	2041.9	2103.8	2167.6	2233.4	2301.1	2370.8	2442.7
Recettes brutes ete	476.2	475.3	472.7	487.2	500.2	521.2	541.6	561.2	579.9	597.5	615.6	634.2	653.5	673.3	693.7
Recettes brutes annuel	1907.7	1978.9	2049.7	2154.6	2261.4	2356.6	2448.8	2537.4	2621.8	2701.3	2783.2	2867.6	2954.5	3044.1	3136.4
Charges d'exploitation	190.3	200.5	210.8	220.9	230.8	240.6	250.0	259.0	267.6	275.7	284.1	292.7	301.6	310.7	320.2
Frais financiers	1620.0	1601.1	1579.7	1555.4	1527.8	1496.5	1460.9	1420.6	1374.8	1322.8	1263.8	1196.8	1120.8	1034.6	936.6
Total des charges	1810.3	1801.7	1790.5	1776.3	1758.6	1737.0	1710.9	1679.6	1642.4	1598.5	1547.9	1489.5	1422.4	1345.3	1256.8
Resultat avant amortiss.	97.4	177.3	259.2	378.4	502.8	619.6	737.9	857.9	979.4	1102.8	1235.3	1378.1	1532.1	1698.8	1879.6
Amortissement	800.0	800.0	800.0	800.0	800.0	800.0	800.0	800.0	800.0	800.0	800.0	800.0	800.0	800.0	800.0
Resultats	-703.1	-623.1	-541.1	-422.1	-297.1	-180.1	-62.1	58.1	179.1	303.1	435.1	578.1	732.1	899.1	1080.1
Resultats cumules	-703.1	-1325.1	-1866.1	-2288.1	-2585.1	-2765.1	-2827.1	-2770.1	-2590.1	-2287.1	-1852.1	-1274.1	-542.1	357.1	1437.1

TAUX DE RENTABILITE INTERNE : 15.0

Résultats obtenus en considérant :

- . Taux d'inflation décroissant linéairement de 6 % à 3 % de 1984 à 1994 puis constant et égal à 3 %
- . Emprunt correspondant à la totalité de l'investissement à 12 % sur 15 ans.

CONCLUSIONS

L'aménagement hydroélectrique proposé par la municipalité d'Orlu et visant à l'exploitation d'une chute de 28,5 m créée par la pose d'une conduite forcée en déviation de l'Oriège sur le territoire de la commune est techniquement réalisable.

Il conduirait à la production d'environ 6 millions Kwh par an, correspondant à l'économie d'environ 1325 Tep.

La situation exceptionnelle de ce site à l'aval d'une centrale E.d.F. et la forte puissance liée aux débits des lachers de cette usine assurent de conditions de rentabilités satisfaisantes.

Nous sommes favorables à la poursuite des études sur ce site. Devant aboutir à un affinement des devis, ces études devront prendre en compte les conditions locales et faire appel à la consultation de nombreux fabricants. Elles devront reposer sur une redéfinition préalable précise du projet, en accord avec le maître d'ouvrage (choix du débit d'équipement, création ou pas d'une retenue et ses dimensions, enterrement de la conduite sur toute la longueur....), les choix étant eux mêmes conditionnés par différents facteurs (résultats des études d'impact, précisions sur le fonctionnement de la centrale des Forges et son évolution prévue).