

**ROYAUME DU MAROC**

**Centre de Développement des Energies Renouvelables**



# **Les Micro-Centrales Hydrauliques**

**Par Mr. E. DAHBANI SMCH/CDER**



# Micro-Centrale Hydraulique (MCH)

## ✓ Définition:

Une MCH est une installation de production d'énergie électrique de faible puissance (3 à 500 kW) à partir de l'énergie mécanique récupérée d'une chute d'eau.

## ✓ Service assurée par les MCH:

- L'éclairage et l'audio-visuel des ménages et de toute l'infrastructure
- L'alimentation en électricité des petites unités artisanales ou industrielles (moulin, huilerie scierie ...)
- L'alimentation d'un réseau interconnecté à d'autres centrales similaires



# Composantes d'une installation MCH

- **Composante génie civil :**

- un ouvrage de prise d'eau adaptée à la nature du terrain
- un canal d'amenée en béton, un bassin de mise en charge et une conduite forcée en acier munie d'une grille qui retient les corps solides

- **Composante électro-mécanique:**

- une turbine transformant en énergie mécanique l'énergie hydraulique
- un générateur produisant l'énergie électrique à partir de l'énergie mécanique de la turbine;
- un système de régulation, contrôle et sécurité.

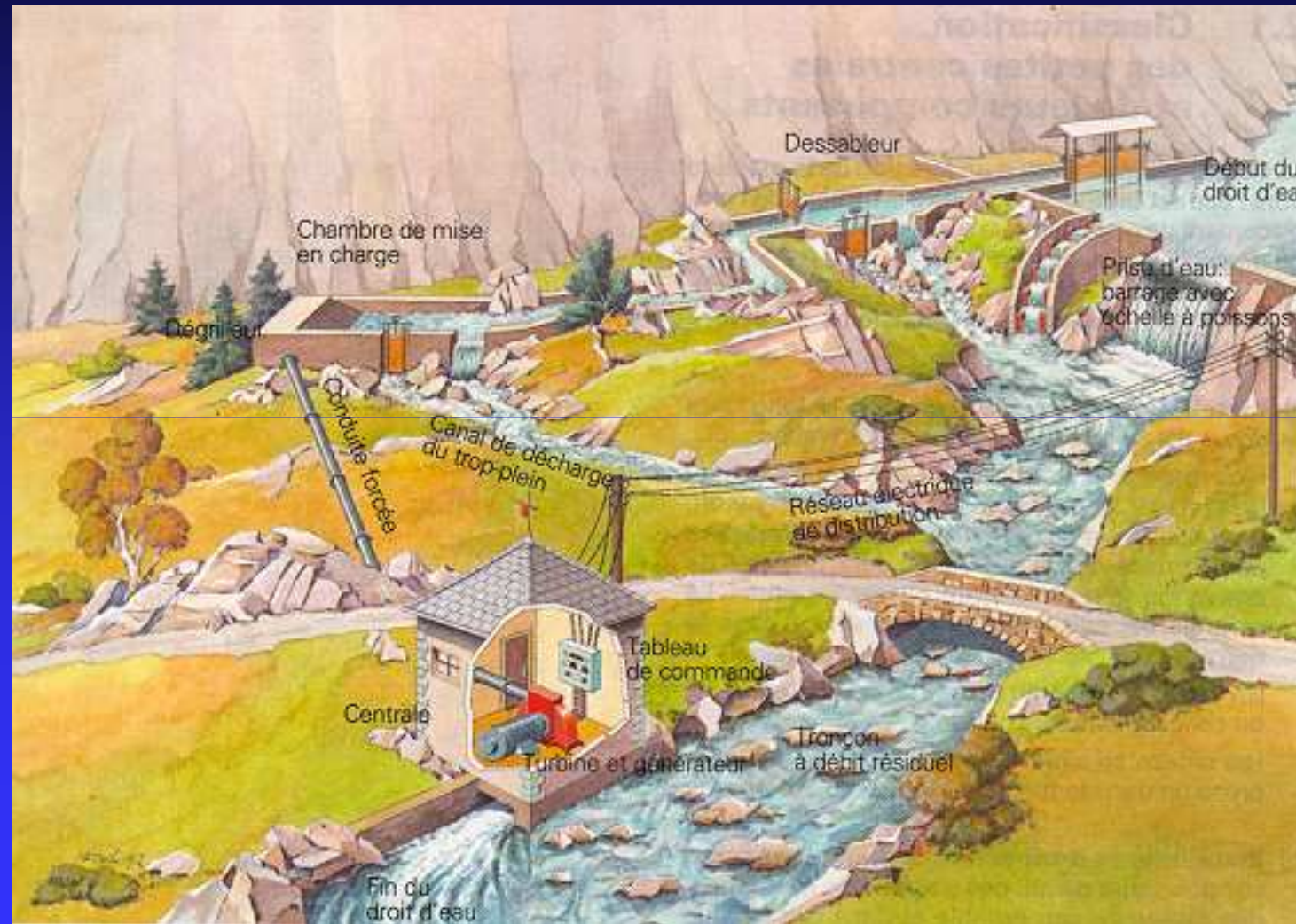
- **Composante électrique :**

- ligne de transport et réseau de distribution électriques.





# Composition d'une installation MCH





# Montage d'un projet MCH

L'installation d'un équipement Hydraulique nécessite un montage financier mettant en évidence les taux de contribution des différents partenaires du projet pour ce montage, seulement les dépenses de l'investissement initial sont envisagées. Celles de l'exploitation et l'entretien sont assurées par l'association des bénéficiaires. Il s'agit d'adopter une démarche qui devra préciser en premier lieu la place et le rôle de plusieurs intervenants qui sont:

- La communauté rurale;
- Les collectivités locales;
- Les promoteurs ;
- Les financiers;
- Les techniciens;
- L'organisme de coordination.



# Montage d'un projet MCH

En général, pour chaque projet, il est utile de prévoir deux types de montages, l'un institutionnel et le second financier:

Le montage institutionnel devrait permettre l'organisation et l'affectation des ressources en vue de la réalisation du plus nombre possible de MCH. Ces ressources incluent le capital, la main d'œuvre et les moyens matériels. Le montage institutionnel a pour objectif de créer une entité légale et organisée capable d'exploiter le projet MCH, et être son propriétaire. Cette entité pourra aussi avoir un rôle d'encadrement et de support technique. C'est le cas par exemple d'un organisme national.

les sources de financements d'une MCH sont:

- Fonds propres de l'association;
- Fonds extérieurs (Banque , ....)
- Fonds national, régional ou coopération internationale;
- Contribution de la population.



# Montage d'un projet MCH

La combinaison de ces différents sources permet de s'adapter aux différentes situations rencontrées.

Dans le cadre du PERG, l'ONE participe par 55%, les foyers bénéficiaires 25% et les communes 20%. Les règles de participation sont appliquées selon le type de partenariat. Le montage technique est réalisé suite à une campagne de promotion préalable. Il est initié par une demande d'installation de MCH de la part d'une collectivité. L'étude de faisabilité est réalisée par des consultants agréés une fois le site est choisi suivant des critères bien définis.

Cette étude comprend les parties suivantes :

- Étude socio-économique ;
- Étude hydraulique
- Étude topographique;
- Étude géologique;
- Dimensionnement des ouvrages de génie civil, des équipements électromécaniques et du réseau électrique.



# Etude de faisabilité pour l'installation d'une MCH

- Étude hydrologique: identifie l'évolution de l'écoulement d'eau pendant un cycle d'une année ainsi sa pérennité au fil des années ;
- Étude géologique : étudie la stabilité de terrain du site et analyse la possibilité de la réalisation d'une installation MCH sans crainte ;
- Étude topographique: détermine le tracé des ouvrages, l'emplacement de la machine MCH et la hauteur de chute;
- Étude socio-économique: détermine le besoin énergétique exprimé par la population, la durée de fonctionnement de l'installation suivant le régime d'irrigation mis en œuvre et le niveau d'implication de la population dans le projet;;
- Étude technique : dimensionnement, calcul et conception des ouvrages et élaboration des plans de réalisation





# Suivi d'un projet MCH

Une fois la MCH mise en place, l'installateur est chargé de tout ce qui touche le fonctionnement de la MCH afin d'assurer son bon fonctionnement et son adéquation aux besoins locaux en énergie.

au cours de cette dernière phase, il sera procédé à la formation des exploitants sur la MCH, au réglage et mise au point des équipements et à la création des fichiers de suivi des différents paramètres de la centrale.

Cette opération fait l'objet d'une convention conclue entre l'association et les exploitants. Ces exploitants doivent être sensibles à l'entretien systématique en utilisant les fiches de suivi. Leur rôle est aussi la collecte des redevances mensuelles et le paiement des charges

# Réalisations du CDER dans le domaine des MCH





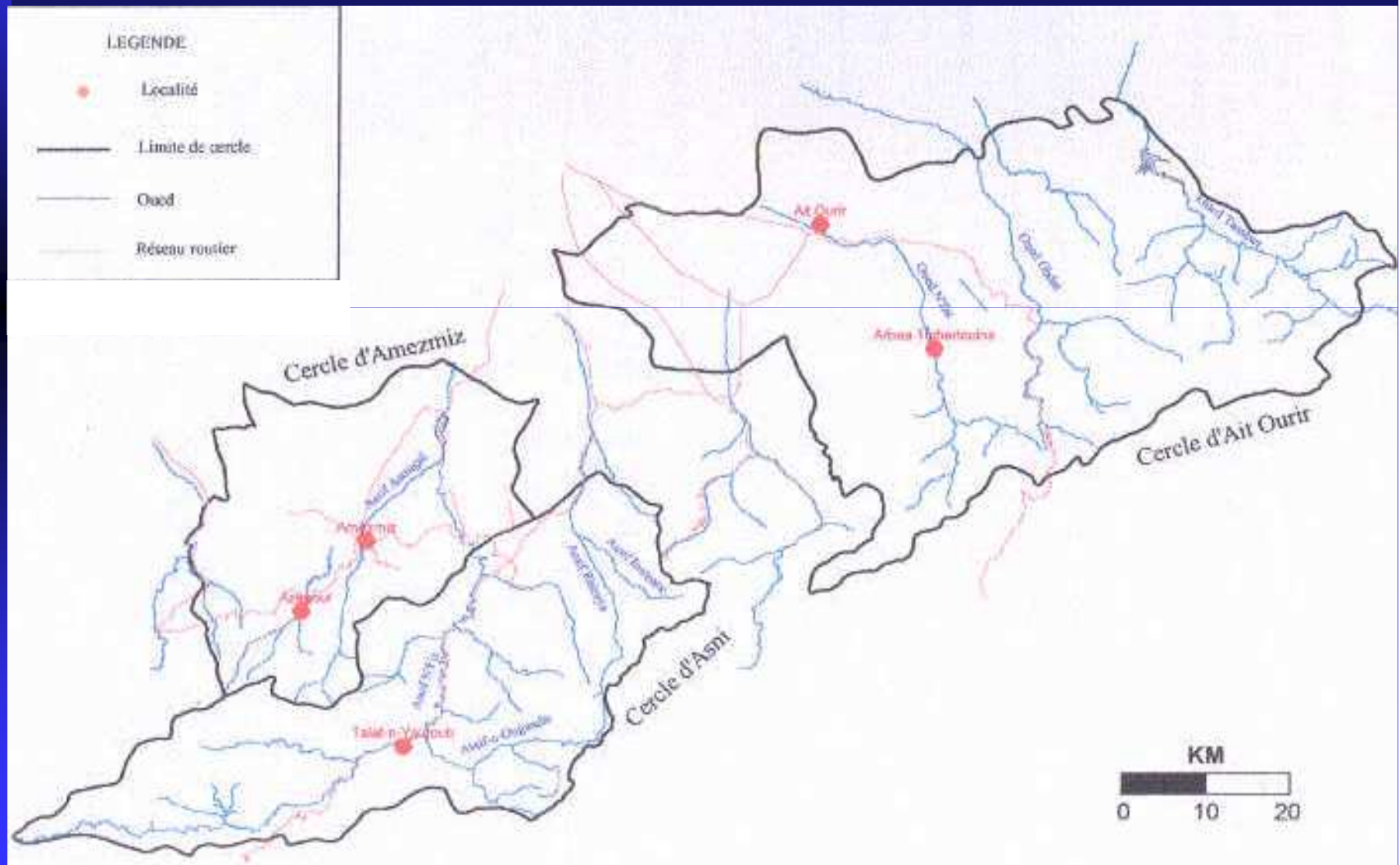
# Etude de recensement des sites potentiels en MCH

- Délimitation de la zone de l'étude;
- Établissement de la liste préliminaire des sites à étudier et ce en concertation avec les autorités locales;
- Prospection des sites retenus : les visites de prospection auront pour objectif la sélection des sites à retenir pour les prochaines étapes de l'étude
- Enquêtes de terrain et de prospection : chaque enquête sera basée sur une fiche d'enquête préalablement élaborée qui porte sur deux volets : volet socio-économique et volet technique MCH ;
- La prospection et l'évaluation du potentiel hydroélectrique des sites retenus :
  1. Mesures hydrauliques et topographiques et évaluation du potentiel MCH ;
  2. Identification des villages susceptibles d'être connectés aux sites identifiés.



# Etude de recensement des sites potentiels en MCH dans la région d'Al Haouz

Étendue de la zone de l'étude / Province d'Al Haouz





# Etude de recensement des sites potentiels en MCH dans la région d'Al Haouz

86 sites MCH ont été identifiés et concernent 137 douars, leur potentiel hydro-électrique global est évalué à **2069,8 kW**, sa répartition par commune est détaillée dans le tableau suivant :

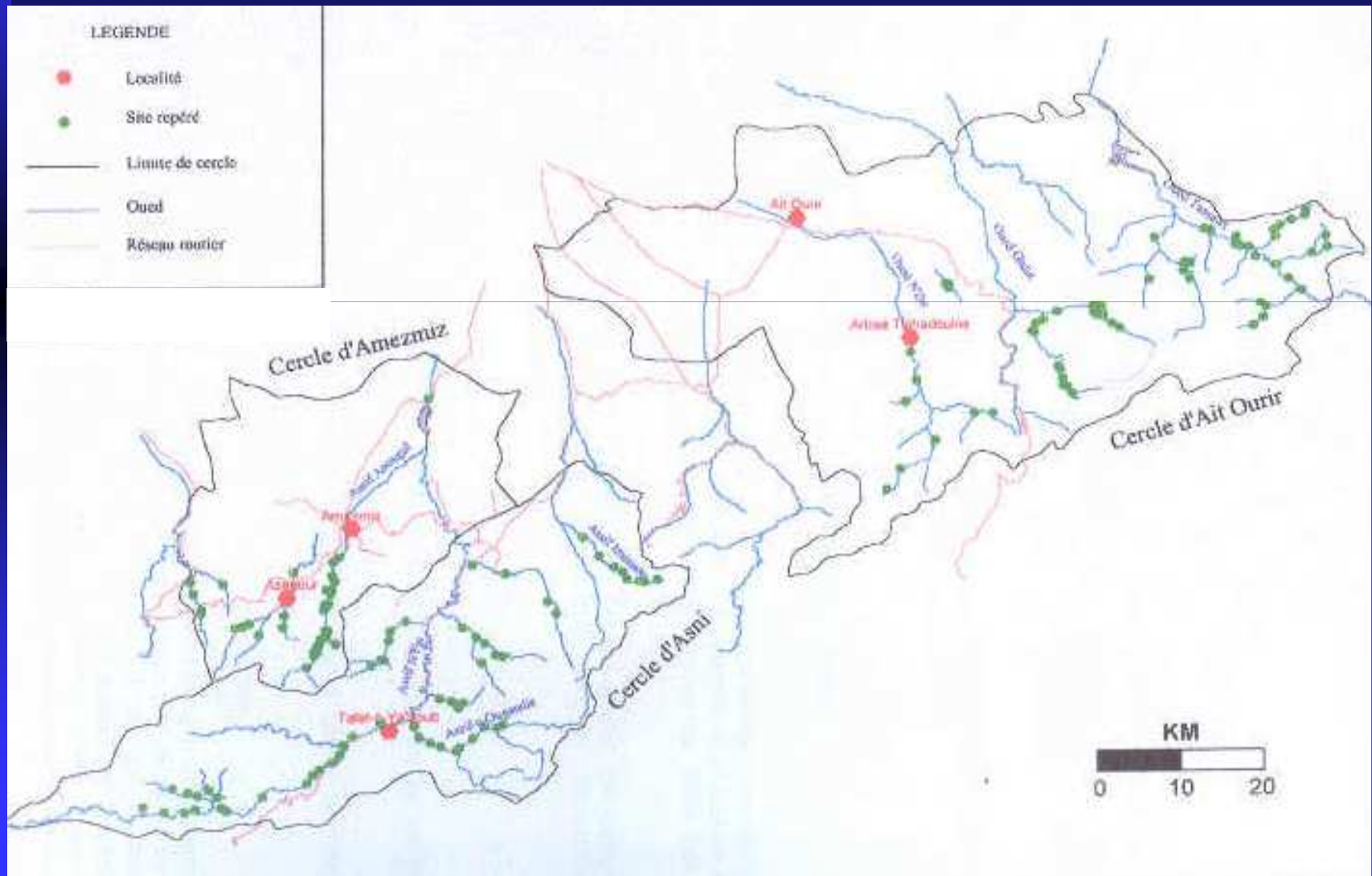
Communes	Nbre de sites	Potentiel identifié	Nbre de douars	Nbre de foyers
Amaghrasse	4	29,5 kW	7	196
Amizmiz	1	70 kW	4	150
Azgour	4	75,5 kW	5	320
Tizguine	1	4,5 kW	2	40
Ouzguita	3	63,5 kW	9	402
Anougal	11	315,9 kW	26	824
Aghbar	13	380,7 kW	13	796
Ighil	9	168 kW	10	478
Talat N'Yacoub	3	40,1 kW	5	191
Ijoukak	11	238,5 kW	16	551
Imagdal	7	283,1 kW	10	628
Ouirgane	4	73,8 kW	7	420
Asni	5	83,4 kW	6	695
Tidili Mesfioune	3	42,6 kW	6	300
Zerkten	2	110 kW	6	323
Arbaa Tighdouine	5	91 kW	5	216
<b>Totale</b>	<b>86 sites</b>	<b>2069,8 kW</b>	<b>137 douars</b>	<b>6230 foyers</b>





# Etude de recensement des sites potentiels en MCH dans la région d'Al Haouz

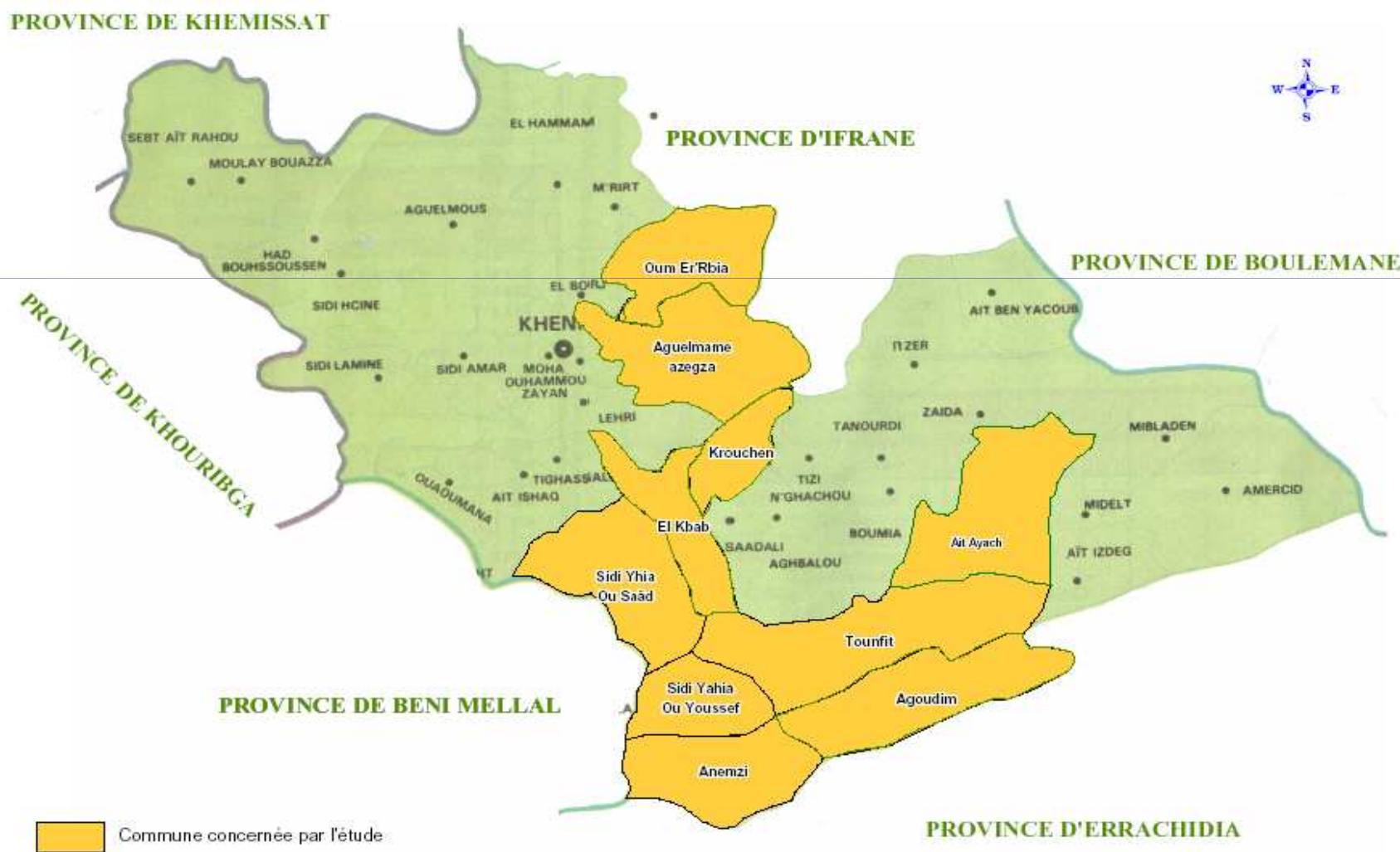
Sites repérés dans la zone d'étude / Province d'Al Haouz





# Etude de recensement des sites potentiels en MCH dans la région de Khénifra

## Découpage administratif de la Province de Khénifra





## Etude de recensement des sites potentiels en MCH dans la région de Khénifra

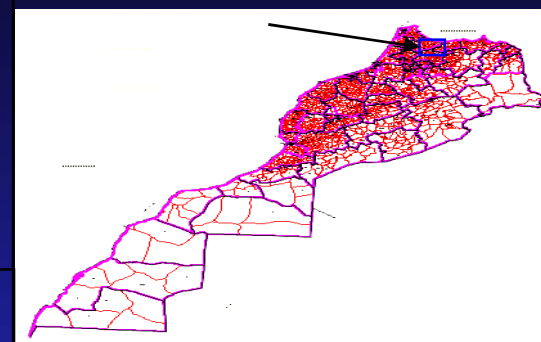
62 sites MCH ont été identifiés et concernent 104 douars, leur potentiel hydro-électrique global est évalué à **4500,5 kW**, sa répartition par commune est détaillée dans le tableau suivant :

Communes prospectées	Nbre de sites	Potentiel identifié	Nbre de douars	Nbre de foyers
Aguelmame	9	853 kW	18	740
Oum Errabia	12	1904 kW	30	1700
El kbab	4	154 kW	4	170
Krouchen	4	485 kW	4	430
Sidi Yahia Oussaad	5	77 kW	8	375
Agoudim	6	245 kW	8	500
Tounfite	2	40 kW	2	50
Sidi Yahia Ouyoussef	5	245 kW	9	440
Anemzi	4	110 kW	5	450
Ait Ayache	5	180 kW	7	460
Hammam	1	140 kW	3	160
Ait Izdak	3	28,3 kW	3	120
Amersid	2	39,2 kW	3	150
<b>Totale</b>	<b>62 sites</b>	<b>4500,5 kW</b>	<b>104 douars</b>	<b>5745 foyers</b>

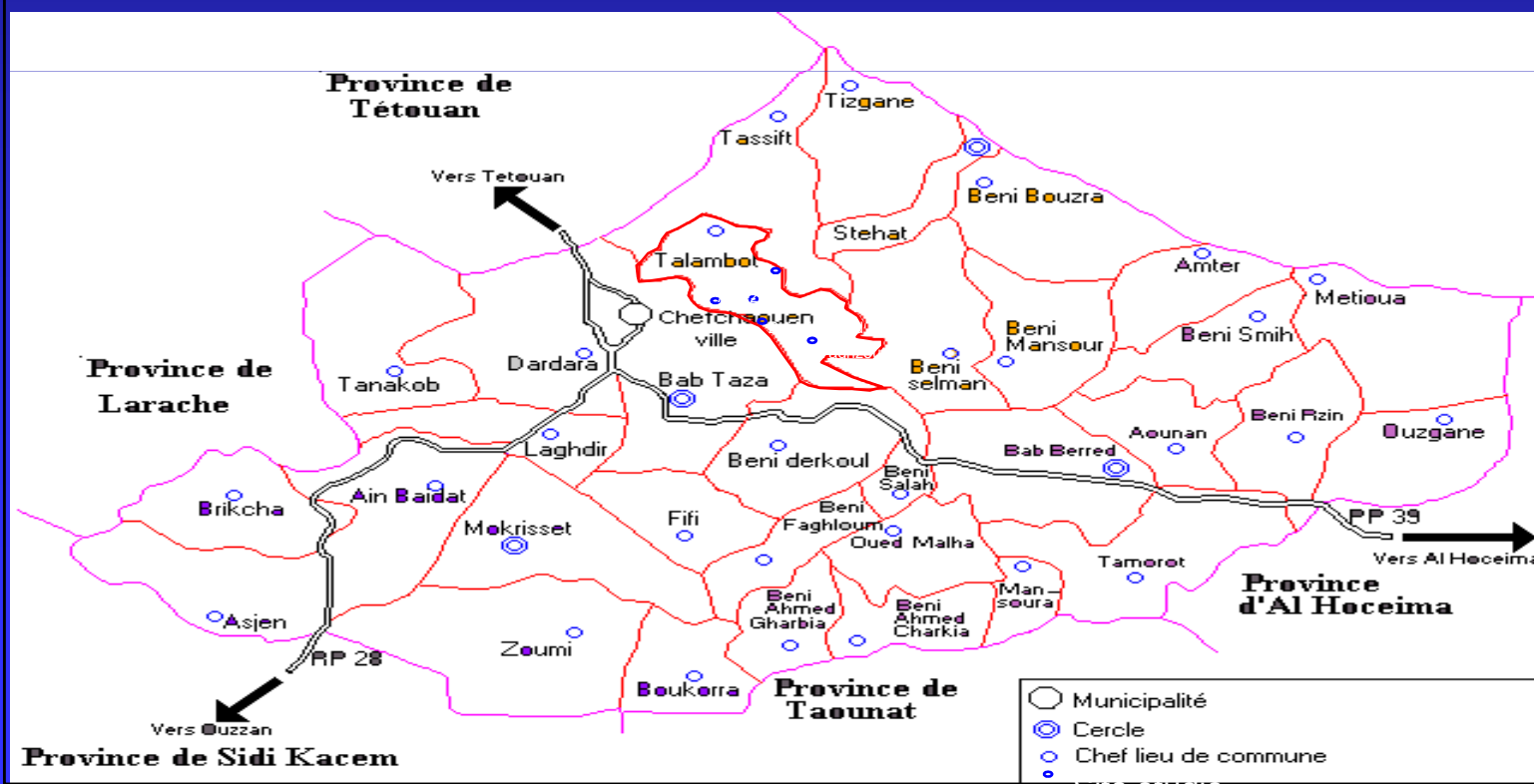


# Etude de recensement des sites potentiels en MCH dans la région de Chefchaouen

## Carte de situation



## Découpage administratif de la Province de Chefchaouen





## Etude de recensement des sites potentiels en MCH dans la région de Chefchaouen

5 sites MCH ont été identifiés et concernent 7 douars, leur potentiel hydro-électrique global est évalué à **86 kW**, sa répartition est détaillée dans le tableau suivant :

Commune prospectée	Sites	Potentiel identifié	Nbre de douars	Nbre de foyers
Talambot	Bni M'Hamed	19 kW	2	60
	Boubnar	16 kW	1	45
	Agla	24 kW	1	37
	Tghzoute	13 kW	2	50
	Amezzar	14 kW	1	40
<b>Totale</b>	<b>5 sites</b>	<b>86 kW</b>	<b>7 douars</b>	<b>232 foyers</b>





# Etude de faisabilité pour l'installation d'une MCH à Oum Errabiaa / Province de Khénifra

## ☞ **Situation géographique** : Province de Khénifra

Commune rurale Oum Errabia, Cercle Mrirt

Nature de terrain : Montagne

Accès : 18 km route goudronnée de Mrirt

10 km route goudronnée des Sources Oum Errabia

## ☞ **Situation démographique** : Nombre de foyers : 100 (60 foyers groupés à Tikklit Aït Hiyyi et 40 foyers semi-groupés à Azda)

## ☞ **Spécifications techniques**

Puissance Estimée : ~ 100 KW

Débit d'eau : ~ 5 m<sup>3</sup>/s

Hauteur utile : ~ 15 m

Cours d'eau : continue toute l'année

Fonctionnement : 24 heures/ jour

Tension de sortie : 380/220 V -50 Hz



# Réalisations du CDER dans le domaine des MCH

## Projet MCH/Ouinskra:

- ☞ **Nom du Projet** : Micro-Centrale Hydraulique de **OUINSKRA**
- ☞ **Cadre du Projet** : Coopération Maroco-Allemande
- ☞ **Services Assurés**
  - ☞ L'éclairage et l'audiovisuel des foyers
  - ☞ L'éclairage et l'audiovisuel des locaux collectifs
  - ☞ L'éclairage de toute l'infrastructure du village (boutiques, hammam, école, mosquée, moulins...)
- ☞ **Situation géographique** : Province du Haouz (Wilaya de Marrakech)
  - Commune rurale Asni, Cercle Asni
  - Nature de terrain : Montagne
  - Accès : Piste carrossable
- ☞ **Situation démographique** : Nombre de foyers : 100



# Réalisations du CDER dans le domaine des MCH

## ☞ Situation socio-économique :

Ecole primaire : 1                      Ecole coranique : 2                      Mosquée : 2  
Commerce : 5 boutiques                      Agriculture: céréaliculture & arboriculture élevage  
Dépenses moyennes : 1500 Dhs/mois/foyer

## ☞ Spécifications techniques

Puissance installée : 20 kVA  
Débit d'eau : 60 litres/seconde  
Hauteur utile : 32 m  
Durée de fonctionnement : 24 heures/jour

☞ **Investissement** : 1.160.000,00 Dhs



# Réalisations du CDER dans le domaine des MCH

## Projet MCH/Tizgui:

- ☛ **NOM DU PROJET** : Micro-Centrale Hydraulique de TIZGUI
- ☛ **CADRE DU PROJET** : Coopération Maroco-Allemande
- ☛ **SERVICES ASSURES :**
  - L'éclairage et l'audiovisuel des foyers
  - L'éclairage et l'audiovisuel des locaux collectifs et des espaces publics
  - L'éclairage et l'audiovisuel de toute l'infrastructure du village (boutiques, hammam, école, mosquée, moulins...)
- ☛ **SITUATION GEO- GRAPHIQUE** : Province du Haouz (Wilaya de Marrakech)  
Commune rurale Imagdal Cercle Asni  
Nature de terrain : Montagne  
Accès : Piste carrossable
- ☛ **SITUATION DEMO-GRAPHIQUE DU VILLAGE** : Nombre de foyers : 120
- ☛ **SITUATION SOCIO- ECONOMIQUE**
  - Ecole primaire : 1      Ecole coranique: 1      Mosquée : 1
  - Commerce: 2 boutiques      Agriculture : céréaliculture & arboriculture      élevage
  - Dépenses moyennes : 1500 Dhs/mois/foyer



# Réalisations du CDER dans le domaine des MCH

## ☞ SPECIFICATIONS TECHNIQUES

Puissance à installer	: 65 kVA
Débit d'eau	: 125 litres/seconde
Hauteur utile	: 58.5 m
Durée de fonctionnement	: 24 heures/jour

☞ INVESTISSEMENT : 1.545.000,00 Dhs

## ☞ MONTAGE FINANCIER :

☞ CDER (dans le cadre de la coopération)	: 60 %
☞ Collectivité (Province du Haouz et Commune Rurale d'Imagdal)	: 25 %
☞ Population	: 15 %





# Réalisations du CDER dans le domaine des MCH

## Projet MCH/Amenzel:

- ☞ **Nom du Projet** Micro Centrale Hydraulique de AMENZEL
- ☞ **Cadre du Projet** Coopération Maroco-Chinoise
- ☞ **Situation géographique :** Province du Haouz (Wilaya de Marrakech)  
Commune rurale Setti Fadma, Cercle Tahanaout .  
Nature de terrain : Montagne  
Accès: Route Marrakech-Setti Fadma 70 km et Piste non carrossable 17 km
- ☞ **Situation démographique :** Nombre de foyers : 40 ( population : 350)
- ☞ **Spécifications techniques**  
Puissance à installer: 3,5 kW ( Débit d'eau: 26 litres/seconde)  
Hauteur utile: 30 m  
Fonctionnement : 24 heures/jour sur toute l'année
- ☞ **Investissement :** 760.000,00 Dhs





# Réalisations du CDER dans le domaine des MCH

## Projet MCH/Amenzel : Vue d'ensemble du village







# Réalisations du CDER dans le domaine des MCH

## Projet MCH/Tamatert :

- ☞ **Nom du Projet**      Micro-Centrale Hydraulique de TAMATERT
- ☞ **Cadre du Projet**      Coopération Maroc-Chinoise
- ☞ **Situation géographique**      Province du Haouz (Wilaya de Marrakech)  
Commune rurale Setti Fadma, Cercle Tahanaout .  
Nature de terrain :      Montagne  
Accès :      Route Marrakech-Setti Fadma 70 km  
Piste non carrossable 8 km
- ☞ **Situation démographique**      Nombre de foyers      : 50 (population : 400)
- ☞ **Spécifications techniques**  
Puissance à installer :      12 kW    (Débit d'eau : 66 litres/seconde)  
Hauteur utile :      37,5 m  
Fonctionnement :      24 heures/jour sur toute l'année
- ☞ **Investissement prévu :**      866.000,00 Dhs





# Réalisations du CDER dans le domaine des MCH

## Projet MCH/Tamatert : Vue d'ensemble du village







# Perspectives

- Élargir l'étude de recensement des sites potentiels en MCH dans les autres communes de la région de Chefchaouen;
- Achever l'étude de recensement des sites potentiels en MCH dans les six communes restantes de la région de Khénifra;
- Réaliser des études de recensement des sites potentiels en MCH dans les régions d'Ifran, Boulmane, Beni Mellal et Azilal;
- Développer un système de régulation d'une MCH en collaboration avec le Département de Physique / Facultés des Sciences et Techniques /Marrakech ;
- Réaliser un projet pilote d'électrification par une MCH dans la Province de Khénifra;
- Réaliser un prototype MCH au CDER ;



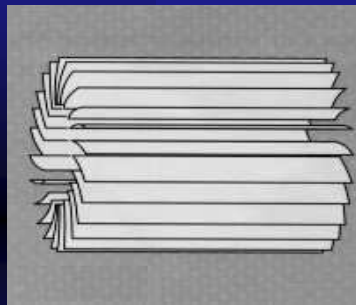




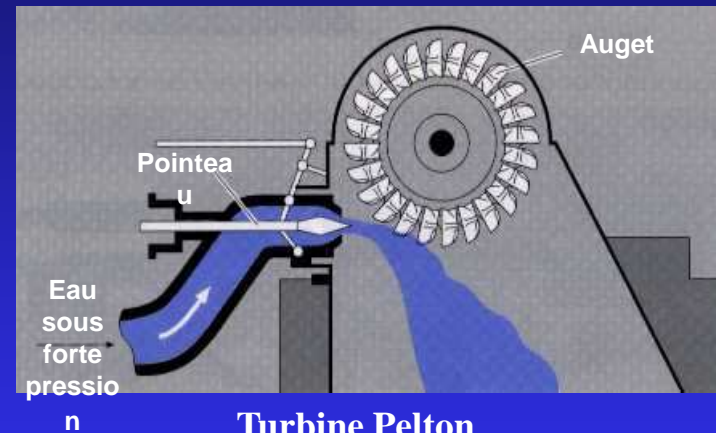
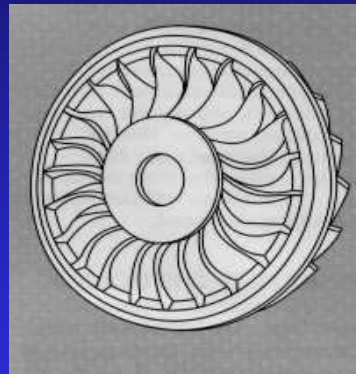
# Équipements électromécaniques d'une MCH

- **Turbine :**

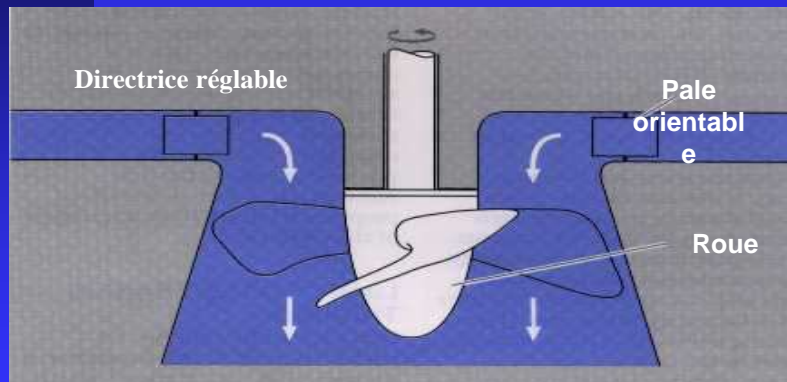
Le turbine est l'organe mécanique de la MCH qui transforme l'énergie potentielle et cinétique de l'eau en énergie mécanique.



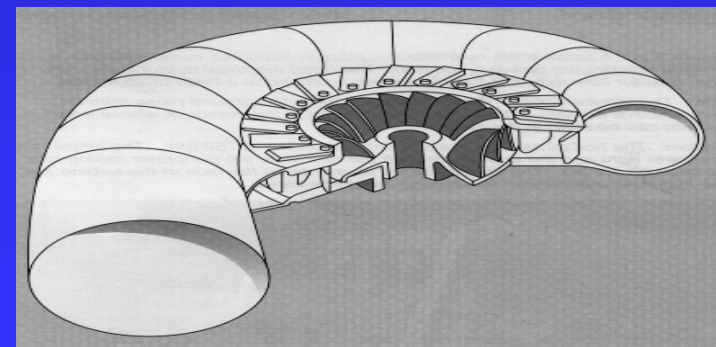
**Turbine Banki**



**Turbine Pelton**



**Turbine Kaplan**



**Turbine Francis**



# Équipements électromécaniques d'une MCH

La puissance  $P$  à l'entrée de la turbine est donnée par :

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H_n \quad (\text{W})$$

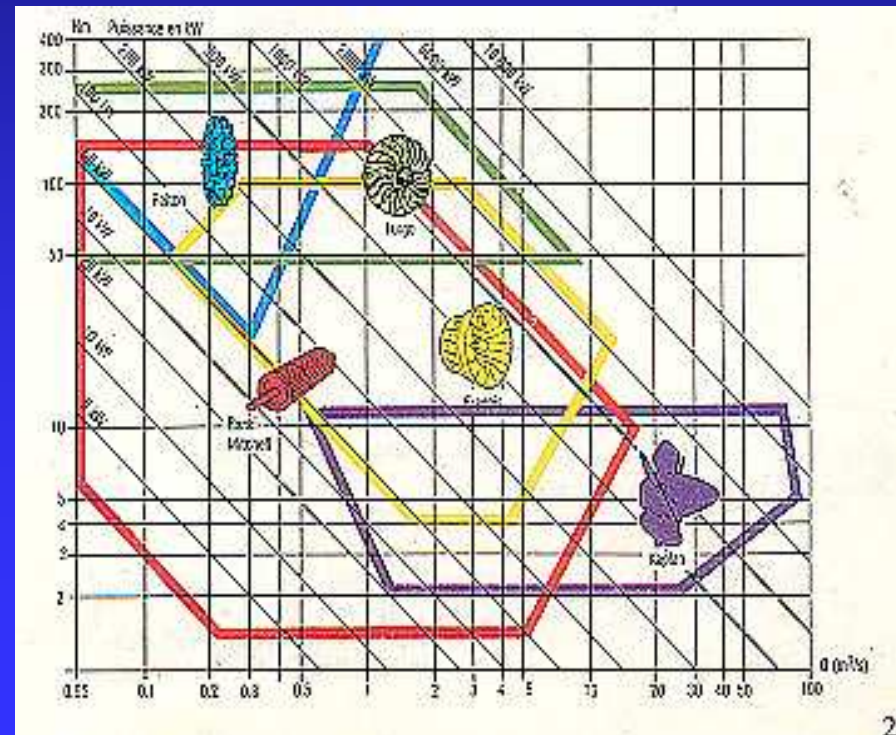
Avec  $\rho$  : masse volumique de l'eau prise égale à 1kg/litre;

$g$  : grandeur de pesanteur prise égale à 9,81/kg;

$Q$  : débit d'eau en l/s;

$H_n$  : hauteur nette en m.

**Diagramme ( $H_n, Q$ ) déterminant  
Les différents types de turbine**





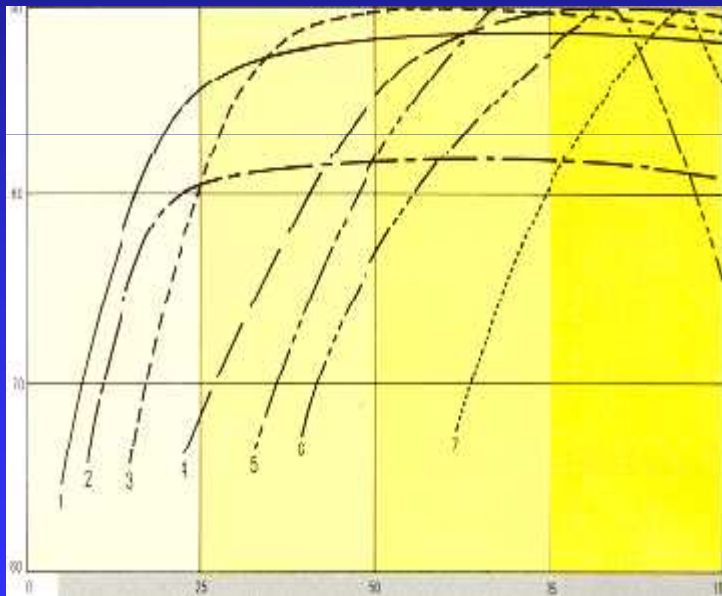
# Équipements électromécaniques d'une MCH

La puissance de la turbine  $P_t$  transmise à la génératrice est donnée par :

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \cdot \eta_t \text{ (W)}$$

Avec  $\eta_t$  : rendement de la turbine donnée par le fournisseur

$\eta_t$



Q

- 1: Pelton
- 2 : Banki
- 3,4: Kaplan
- 5 : Francis
- 6,7 : Crossflow

Évolution du rendement des différents types de turbines en fonction du débit



# Équipements électromécaniques d'une MCH

- **Régulation et contrôle :**

- Régulation amont : en agissant sur le débit à l'aide d'un système mécanique qui s'ouvre et se ferme suivant l'appel de la consommation
- Régulation aval : par un appareil de contrôle de l'absorption de l'énergie, une batterie de résistances passives et fractionnées de telle sorte qu'elles puissent varier quasi progressivement, est interposée en parallèle avec la charge pour consommer l'énergie en surplus débitée par la génératrice.
- Régulation mixte : unit les avantages des deux modes de régulation. Ceci est possible dans la mesure où les niveaux de déclenchement d'une ou de l'autre régulation, seront fixés. Deux avantages :
  - Limitation de l'usure du système de la régulation mécanique;
  - L'économie d'énergie sans de pertes énormes d'énergie dans le dissipateur surtout en cas de faible appel d'électricité.