

GREEN  
CLIMATE  
FUND



**PROJET DE RENFORCEMENT DE LA RESILIENCE DES  
COMMUNAUTES LOCALES FACE AUX IMPACTS DES**

# **RAPPORT DE 3 ATELIERS NATIONAUX DE FORMATION SUR LES TECHNIQUES DE POMPAGE SOLAIRE POUR LES CLUBS ECOLOGIQUES REGROUPES DANS TROIS ETABLISSEMENTS DE N'DJAMENA**

**CHANGEMENTS CLIMATIQUES (PRRCL)**

---

---



**N'DJAMENA, le 28, 29 et 30 JUIN 2023**

## TABLE DES MATIERES

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>4</b>
<b>2. CONTEXTE ET JUSTIFICATION .....</b>	<b>4</b>
<b>3. OBJECTIFS DE L'ATELIER .....</b>	<b>5</b>
<b>4. RESULTATS ATTENDUS.....</b>	<b>5</b>
<b>5. DEROULEMENT DES ACTIVITES.....</b>	<b>5</b>
<b>6. ANNEXES .....</b>	<b>9</b>

## 1. INTRODUCTION

Il s'est tenu à N'djamena le 26,27 et 30 Juin 2023, un **Atelier de formation pratique sur le pompage solaire à l'attention des clubs écologiques.**

Cet atelier qui s'inscrit dans le cadre de la collaboration entre le Gouvernement du Tchad et le Fonds Vert pour le Climat (FVC) à travers le Projet de Renforcement de la Résilience des Communautés Locales face aux impacts des changements climatiques (PRRCL) marque un pas décisif pour la pérennisation de la collaboration avec l'ONG Espaces Verts Sahel dans le cadre des clubs écologiques préalablement mis en place afin d'informer et de préparer les générations futures à la lutte contre les changements climatiques.

## 2. CONTEXTE ET JUSTIFICATION

Le Gouvernement du Tchad a reçu un don du Fonds Vert pour le Climat (FVC) pour la mise en œuvre du Projet de Renforcement de la Résilience des Communautés Locales face aux impacts des changements climatiques (PRRCL) . Ce projet, mis en œuvre par le Fonds National de l'Eau (FNE) conformément à la convention de subvention N° TCD-RS-002 du 10 février 2020, a pour objectif principal d'améliorer la résilience des communautés à travers des actions structurantes de renforcement des capacités, la création d'une base de données climatiques et socioéconomiques, la sensibilisation, l'information et la formation.

Le PRRCL s'articule autour des 3 composantes suivantes:

- ☐ La création d'un système d'information comprenant une base de données climatiques et socioéconomiques fiables pour soutenir l'intégration de l'adaptation dans le processus de prise de décision ;
- ☐ Le renforcement des capacités institutionnelles au niveau sectoriel et dans les zones bioclimatiques clés pour faciliter l'intégration et le suivi et évaluation de l'adaptation au changement climatique dans la planification et la budgétisation ;
- ☐ La sensibilisation, l'information et la formation des acteurs du secteur privé, des associations des femmes, des jeunes, des populations autochtones et de la société civile à l'intégration de l'adaptation au changement climatique dans leur planification.

A ce titre, il est prévu, dans le cadre du volet 1.5 de la composante 3 du projet, l'organisation d'atelier de formation pratique sur les techniques d'utilisation des pompes solaires dans les clubs écologiques EVS des établissements scolaires. Les élèves membres des clubs écologiques recevront cette formation au cours d'un atelier dont ils auront l'opportunité d'apprendre, de s'approprier et de mettre en pratique les meilleures méthodes d'utilisation des

pompes solaires. De ce fait un expert en la matière dispensera cette formation aux élèves des clubs écologiques installés dans les phases précédentes.

Dans la première étape de cet atelier formation, trois clubs écologiques des trois établissements de N'djamena sont retenus.

### **3. OBJECTIFS DE L'ATELIER**

L'atelier de formation a pour objectif de former les élèves membres des clubs écologiques installés sur les meilleures méthodes d'utilisation des pompes solaires.

De manière spécifique, il s'agira :

- ☐ Donner l'opportunité aux élèves membres des clubs écologiques d'apprendre et de comprendre l'utilisation des pompes solaires ;
- ☐ Amener les plus jeunes à s'approprier de l'utilité des pompes solaires ;
- ☐ Promouvoir l'utilisation des pompes solaires dans les écoles afin de contribuer à la lutte contre les réchauffements climatiques ;

### **4. RESULTATS ATTENDUS**

Les résultats attendus à la fin de la mission sont :

- ☐ Les élèves membres des clubs écologiques ont appris et comprennent l'utilisation des pompes solaires ;
- ☐ Les élèves s'approprient de l'utilisation des pompes solaires ;
- ☐ Les pompes solaires sont utilisées dans les clubs écologiques afin de contribuer efficacement à la lutte contre les changements climatiques ;

### **5. DEROULEMENT DES ACTIVITES**

Quarante cinq clubs écologiques ayant été choisis pour la formation, les activités se sont déroulées sur trois jours dans les établissements hébergeant les clubs écologiques. Dans chaque école, la formation s'est déroulée autour de trois points forts : la cérémonie d'ouverture, la formation théorique et la formation pratique.

#### ☐ **Cérémonie d'ouverture :**

La cérémonie d'ouverture de l'atelier a été rythmée par quatre temps forts.

D'abord, le représentant de chaque établissement a accueilli les participants par un mot de bienvenue et de remerciements à l'endroit du FNE, du PRCCCL et de l'ONG EVS. Rappelant la disponibilité de l'établissement pour toute autre activité future, chaque représentant à

réitérer la volonté de collaborer pour une meilleure diffusion des techniques de lutte contre les changements climatiques.

Ensuite, s'en est suivi le discours du représentant de l'ONG EVS, partenaire du PRCCCL pour cette activité. Dans son discours, le représentant d'EVS, **M. Fadela** rappelé la genèse de la collaboration entre son ONG et le PRCCCL dans la mise en place de quatre-vingt-trois clubs écologiques sur toute l'étendue du territoire dont six à N'Djamena. Ces clubs, qui sont actifs et organisent une multitude d'activités notamment des rencontres, des journées de salubrité, ont déjà reçu une formation de la part du projet. Pour lui, la formation sur les techniques de pompage solaire n'est qu'une suite logique à la collaboration entre son institution et le PRCCCL.

S'en est ensuite suivi le discours du Coordonnateur du Projet, **M. Ismail Hamdan**. Dans son discours, il a fait une brève présentation du Projet de Renforcement de la Résilience des Communautés Locales face aux impacts des changements climatiques et de ses composantes. Il s'est ensuite attelé à expliquer la pertinence de la composante 3 du projet qui consiste à sensibiliser, informer et former les acteurs du secteur privé, les associations des femmes, les jeunes, les populations autochtones et la société civile à l'intégration de l'adaptation au changement climatique dans leur planification. Ainsi, la formation en technique de pompage solaire dont bénéficieront les trois clubs écologiques choisis s'inscrit dans la composante 3 du projet et va permettre aux jeunes membres d'assimiler théoriquement et pratiquement l'utilité de l'énergie solaire et sa nécessité pour une transition vers des énergies moins polluantes. Il a aussi exhorté les participants à être attentifs afin de bien assimiler cette formation qui leur sera utile dans le futur.

Le troisième point fort de la cérémonie d'ouverture dans les trois lycées était le discours de lancement du **Dr Massing Oursingbe**, Directeur par intérim du Fonds National de l'Eau. Il a d'abord commencé par remercier les responsables des trois lycées pour l'accueil chaleureux dont ils font preuve à chaque fois que le PRCCCL organise des activités dans leur locaux. Ensuite, il a rappelé que le FNE à travers le PRCCCL est un acteur majeur de lutte contre les effets pervers des changements climatiques. En effet, le Tchad étant l'un des pays le plus vulnérable face à ces changements, il est du devoir de chacun de s'instruire et de se former afin de contribuer à la lutte contre ces changements. Mettant l'accent sur les effets néfastes des changements climatiques observés à travers le pays comme les inondations, les fortes chaleurs, la sécheresse, l'ensablement etc il a souligné l'importance de préparer les

générations futures à faire face à travers ce genre de formation. Aux participants, il a conseillé une écoute attentive et une participation proactive à la formation afin d'en tirer le maximum. Aux responsables des établissements, il a demandé un bon entretien des matériels offerts dans le cadre de cette formation afin que ça puisse permettre, dans les années à venir, à d'autres élèves de se former sur les techniques de pompage solaire. Enfin, le **Dr Massing** a déclaré ouverte la formation aux techniques de pompage solaire à l'attention des clubs écologiques de la ville de N'Djamena.

La clôture de la cérémonie d'ouverture a été rythmée par la remise du matériel aux responsables des établissements concernés.



Photo : Cérémonie de lancement et remise de matériel

#### ❑ Formation théorique :

Après la cérémonie d'ouverture, le formateur, **M. DjaksonDjaoutouina** a commencé avec la formation théorique. Il a d'abord expliqué aux participants l'importance pour un pays comme le Tchad d'abandonner les sources d'énergie polluantes utilisées présentement au profit de l'énergie solaire, moins coûteuse et plus écologique. Aussi, il a poursuivi en expliquant comment concevoir et réaliser l'installation d'une pompe solaire. Pour lui, avant tout, il faut au préalable connaître le volume d'eau nécessaire, les caractéristiques du forage, l'ensoleillement du site et la hauteur du château à alimenter.

Pour finir avec la partie théorique, des exercices de calcul de l'énergie électrique, de calcul de l'ensoleillement nécessaire et de dimensionnement des panneaux solaires ont été faits avec les participants.





Photos : Participants des trois lycées

### ❑ Formation pratique:

A la fin de la formation théorique, **M. DjaksonDjaoutouina** a procédé à une formation pratique en montant, en collaboration avec les participants, le dispositif de pompage solaire de chaque établissement. Dans cette partie, il a montré aux participants comment installer les panneaux solaires de manière à profiter au maximum de l'ensoleillement ; comment préparer la pompe et l'immerger avant de la connecter aux panneaux pour la faire fonctionner. Ainsi, les participants ont pu assister au processus complet et ont vu l'eau jaillir grâce à l'installation qu'ils ont faite.



Photos : formation pratique au Lycée Féminin



## 6. ANNEXES



# ATELIER DE FORMATION PRATIQUE SUR LES POMPES SOLAIRES AVEC LES CLUBS ECOLOGIQUES

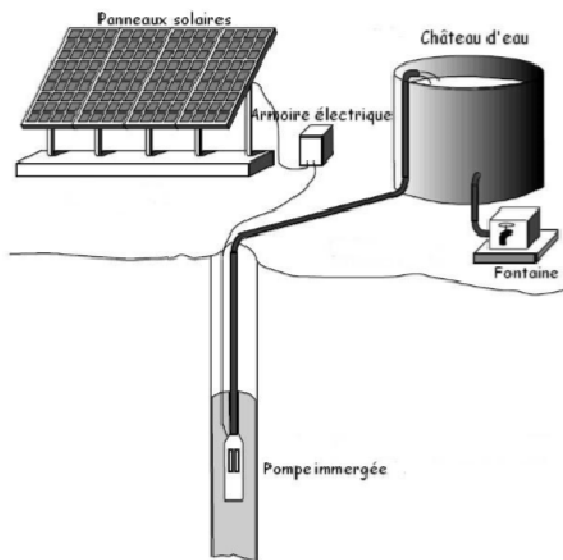
## TUTORIEL PRATIQUE

## Concevoir et réaliser une installation de pompage solaire au fil du soleil

Le pompage au fil du soleil permet d'utiliser un système photovoltaïque plus simple, plus fiable et moins coûteux qu'un système avec batterie. Le stockage de l'eau se fait dans un château d'eau, l'eau est ensuite distribuée par gravité aux fontaines.

### A - PREALABLES :

Avant toute étude il est nécessaire de connaître :



- La **quantité d'eau** requise en m<sup>3</sup> par jour
- Les **caractéristiques du forage** et les disponibilités en eau :
  - a) la profondeur
  - b) le niveau statique et dynamique
  - c) le débit maximal
- L'**ensoleillement** du site durant l'année en kWh/m<sup>2</sup>.
- La hauteur du **château d'eau**, les caractéristiques des différentes **canalisations** hydrauliques (longueur, diamètre, débit, raccordement) et des **fontaines**....

#### 1) Volume d'eau nécessaire.

*Tout projet nécessite une concertation avec les bénéficiaires concernés afin d'évaluer les besoins présents et futurs.*

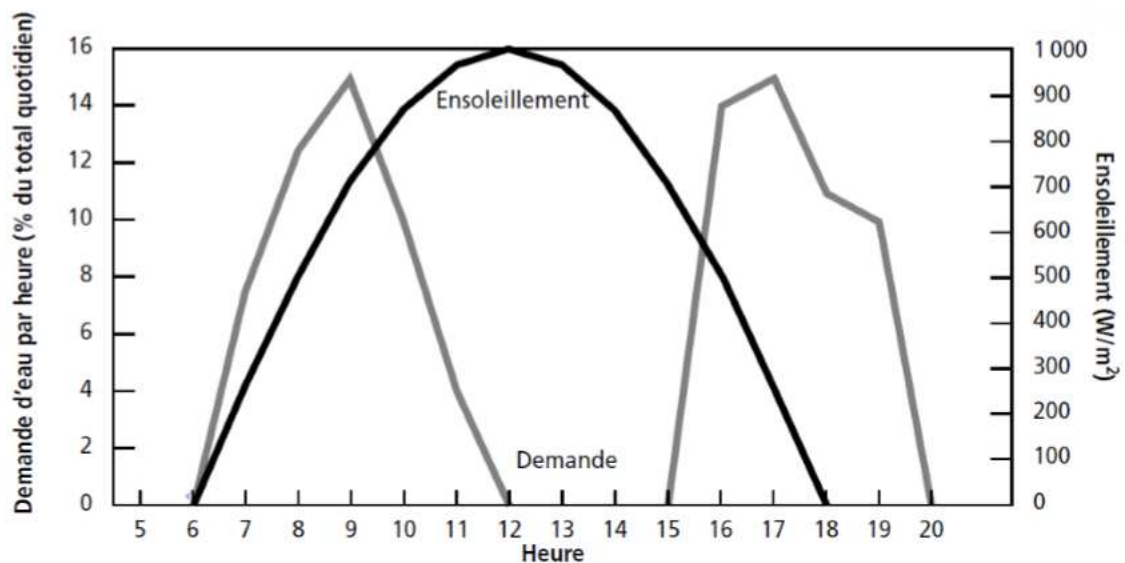
Notre expérience, dans le cas d'une AEPA (Adduction d'eau potable et assainissement) nous permet d'évaluer les besoins en eau sur la base de 20 l par jour et par personne soit 10m<sup>3</sup> pour un village de 500 personnes.

#### Besoins en eau communément retenus

<b>Humains</b>	Survie
5l/jour	Minimum admissible
10l/jour	Conditions de vie normales en Afrique
30l/jour	
<b>Animaux</b>	
Bœuf	40l/jour
Mouton, chèvre	5l/jour
Cheval	40l/jour
Âne	20l/jour
Chameau	20l/jour (réserve de 8 jours)

1/16

Les châteaux d'eau à destination d'environ 500 bénéficiaires sont généralement de 5 à 10 m<sup>3</sup>. Si, par exemple, les besoins en eau sont de 25 m<sup>3</sup> par jour il sera nécessaire d'organiser la distribution de l'eau afin de ne pas vider le château d'eau, par conséquent peut-être changer les habitudes des bénéficiaires en consommant l'eau durant les périodes les plus favorables, c'est-à-dire les plus ensoleillées. Une répartition de la distribution d'eau **sur toute la journée** permettra de garder une réserve d'eau après 20 h. Cette organisation devra être gérée par le Comité de Gestion responsable du point d'eau.



## 2) Caractéristiques du forage.

Avant de transformer un pompage manuel (ici pompe Volanta) en pompage solaire, il est nécessaire de connaître les caractéristiques suivantes :



- Profondeur et diamètre du forage

-  $N_s$  : Le niveau statique d'un puits ou d'un forage, soit la distance du sol à la surface de l'eau avant pompage (pompe à l'arrêt).

-  $N_d$  : Le niveau dynamique d'un puits ou d'un forage, soit la distance du sol à la surface de l'eau lorsque la pompe fonctionne à un débit donné.

$R_m$  : La différence entre le niveau dynamique et le niveau statique est appelée le **rabattement**

$Q_m$  : C'est le débit maximal ( $m^3/h$ ) que peut fournir le forage pour respecter la capacité de recharge de la nappe phréatique. **En aucun cas le débit pompé ne devra atteindre  $Q_m$**

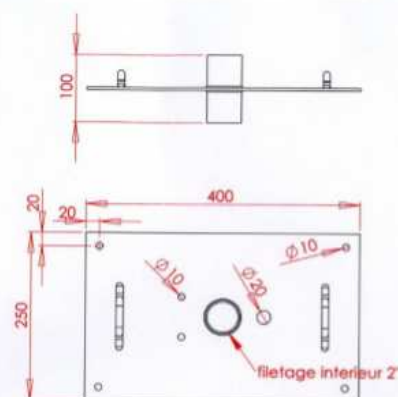
Si le point d'eau est ancien, il est conseillé de faire réaliser un **soufflage du forage** afin de retrouver les conditions d'origine.

- **Qualité de l'eau** : Il est important de s'assurer de la qualité de l'eau si elle est destinée à la consommation humaine. Les eaux de surface et les eaux souterraines doivent être vérifiées afin d'éliminer les problèmes liés aux micro-organismes pathogènes, aux minéraux dissous, aux sédiments en suspension. Des analyses simples doivent être réalisées: température, conductivité, pH. La tête de forage devra être étanche et protégée des chocs extérieurs par un capot en tôle par exemple.



Tête de forage et compteur

Dimensions d'une tête de forage en acier inoxydable



### 3) Ensoleillement du site :

Définir les conditions du site : village de : .....

Latitude : .....

Saison d'exploitation : toute l'année

Température moyenne de fonctionnement : 25 - 40 °C

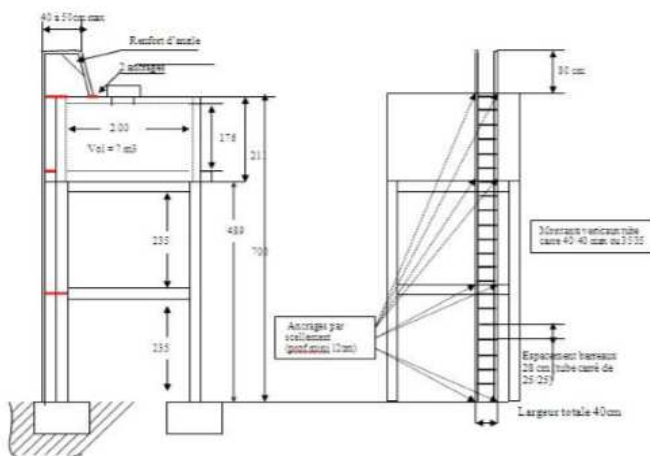
Consulter la carte d'ensoleillement de la région où est installé l'équipement. Toujours choisir la période de l'année la moins ensoleillée.

L'ensoleillement est habituellement exprimé en kWh/m<sup>2</sup>/j.

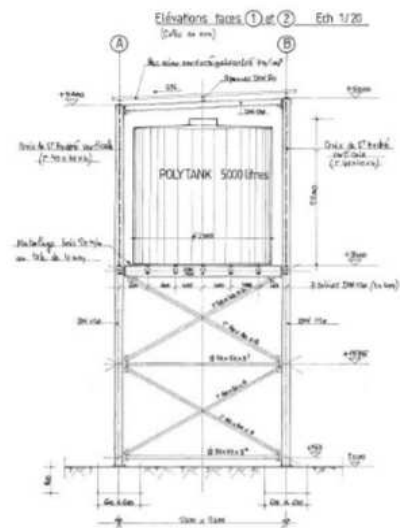
Février : 6,7 kWh/m<sup>2</sup>/j      Mai : 6,2 kWh/m<sup>2</sup>/j      Aout : 5,7 kWh/m<sup>2</sup>/j  
Octobre : 6,4 kWh/m<sup>2</sup>/j

Equivalent à l'énergie d'ensoleillement sur une journée ; **EI** : durée en h/j d'un éclairage de puissance constante 1000 W/m<sup>2</sup>. (Les constructeurs de panneaux solaires définissent la Puissance crête Pc pour un éclairage de 1000 W/m<sup>2</sup>).

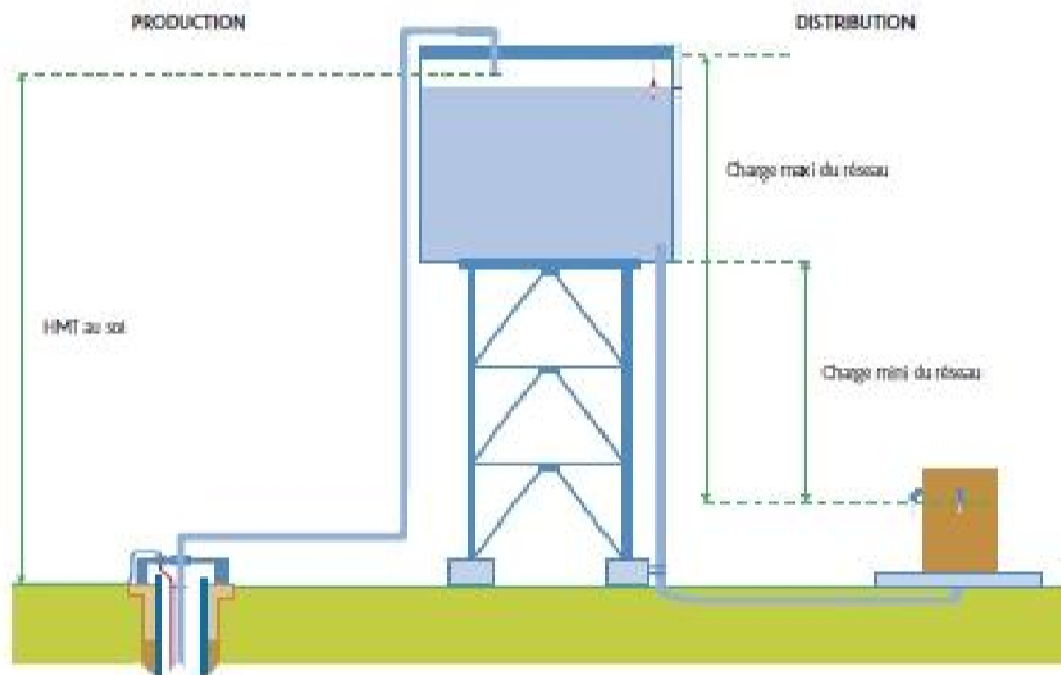
**4) Le château d'eau :** Le stockage de l'eau est fait dans un château d'eau d'une hauteur suffisante pour pouvoir alimenter les fontaines avec assez de pression. Il est donc nécessaire de bien connaître la topographie du terrain. Le château d'eau pourra être en béton armé, en acier, en plastique alimentaire. Une trappe d'accès est à prévoir en haut pour le montage et l'entretien (nettoyage 2 fois par an). Un capteur (électrique ou mécanique) de niveau haut de l'eau est à prévoir pour l'arrêt du remplissage. Après construction, bien assurer l'étanchéité de la trappe pour éviter tout problème de pollution de l'eau.



Château d'eau béton armé de 7 m3



Polytank de 5m3 sur structure métallique



**Attention !** La hauteur du château d'eau sera un des critères importants à prendre en compte pour le choix de la pompe et des panneaux solaires. La distance entre le château d'eau et le forage doit être la plus courte possible afin d'éviter les pertes de charge dues à une longueur excessive de canalisation.

Un indicateur mécanique externe pour visualiser la hauteur d'eau dans le château est recommandé afin de mieux gérer la distribution d'eau : on peut ainsi fixer l'heure d'arrêt de la distribution le soir pour réserver de l'eau pour les besoins du matin.

1) Calcul de l'énergie électrique nécessaire par jour:  $E_{elec}$  pour transférer à une certaine hauteur d'élévation (en m) une certaine quantité d'eau  $Q$  en (m<sup>3</sup>/jour) avec une pompe électrique de rendement  $R$  se calcule ainsi:

$$E_{elec} = \frac{\text{constante hydraulique} \times \text{Quantité d'eau} \times \text{Hauteur d'élévation (HMT)}}{\text{Rendement du groupe de pompage}}$$

**Constante hydraulique = 2,725** (Cette constante hydraulique dépend de la gravité et de la densité de l'eau)

**Rendement du groupe de pompage** :  $R = \text{rendement moteur} \times \text{rendement pompe}$

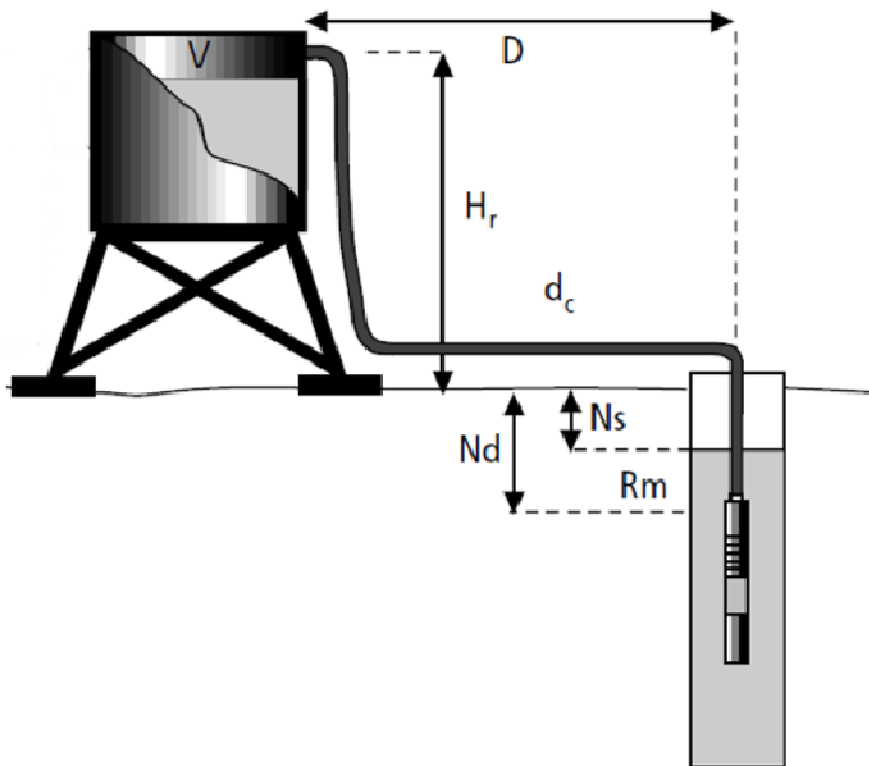
Rendement moteur de 75% à 85% on prendra 80%

Rendement pompe de 45% à 65% on prendra 55%

$$\text{Soit } R = 0,8 \times 0,55 = 0,44 \quad \text{soit } 44\%$$

**Quantité d'eau** : Définie par le comité de gestion du village : en m<sup>3</sup>/jour

**Hauteur d'élévation** : C'est la HMT totale du système (Hauteur Manométrique Totale)





$$HMT = H_r + N_d + P_c \quad (\text{en m})$$

$H_r$  : hauteur du château d'eau(m)       $N_d$  : niveau dynamique du forage(m)

$P_c$  = pertes de charge produites par le frottement de l'eau sur les parois des conduites. Ces pertes sont fonction de la longueur des conduites, de leur diamètre, du débit de la pompe et du nombre d'appareils sur la canalisation (vannes, compteur, clapet anti-retour, coudes.....). Ces renseignements se trouvent dans tous les catalogues constructeurs. Les  $P_c$  s'expriment en mètres. Le diamètre des conduites doit être calculé afin que ces pertes de charge correspondent au maximum à 10 % de la hauteur géométrique totale.

$$E_{elec} = \frac{2,725 \times Q \times HMT}{R}$$

Exemple : Château d'eau :  $H_r = 7\text{m}$

Niveau dynamique :  $N_d = 25\text{ m}$

Pertes en charge :  $P_c = 3\text{ m}$

$HMT := 7+25+3 = 35\text{ m}$

Rendement :  $R = 0,44$  (44%)

Quantité d'eau :  $Q = 15\text{ m}^3/\text{jour}$

$$E_{elec} = \frac{2,725 \times 15 \times 35}{0,44} = 3250\text{ Wh par jour}$$

## 2) Estimation de l'ensoleillement :

Consulter la carte d'ensoleillement de la région où est installé l'équipement. Toujours choisir la période de l'année la moins ensoleillée. L'ensoleillement est habituellement exprimé en  $\text{kWh}/\text{m}^2/\text{j}$ .

Février :  $6,7\text{ kWh}/\text{m}^2/\text{j}$

Mai :  $6,2\text{ kWh}/\text{m}^2/\text{j}$

Aout :  $5,7\text{ kWh}/\text{m}^2/\text{j}$

Octobre :  $6,4\text{ kWh}/\text{m}^2/\text{j}$

Equivalent à l'énergie d'ensoleillement sur une journée : durée **EI en h/j** d'un éclairage de puissance constante  **$1000\text{ W}/\text{m}^2$** .

(Les constructeurs de panneaux définissent la Puissance crête  $P_c$  pour un éclairage de  $1000\text{ W}/\text{m}^2$ )

## 3) Dimensionnement des panneaux solaires : Calcul de la puissance crête $P_c$

L'énergie fournie par les panneaux solaires en une journée doit être égale à l'énergie journalière consommée par la pompe

$$E_{elec} = P_c \times EI \times K$$

$\text{Wh/j} \quad \text{W} \quad \text{h/j}$

$K$  : Rendement du système d'alimentation (panneaux solaires, chaleur, poussière, chute de tension en ligne....) de 0,7 à 0,9.

On prendra  $K = 0,8$

$$P_c = \frac{E_{elec}}{EI \times K}$$

$$P_c = 500 / (6,7 \times 0,8)$$

a - Choix des panneaux solaires : Il est obligatoire de connaître la tension de fonctionnement de la pompe avant de définir le type et le nombre de panneaux solaires ainsi que leur couplage

Exemple : - Pour une pompe 12 V : 8 panneaux de 90 W en parallèle

- Pour une pompe 24 V : 4 groupes en parallèle de 2 panneaux montés en série

- Pour une pompe  $U > 120V$  : 8 panneaux montés en série

Toujours utiliser ensemble des panneaux solaires de même marque, de même puissance

Montage en série des panneaux : On augmente la puissance et la tension, on garde le même courant

Montage en parallèle des panneaux : On augmente la puissance et le courant, on garde la même tension

b - Installation des panneaux solaires :

Orientation plein sud dans l'hémisphère nord

Inclinaison par rapport à l'horizontale :

- Inclinaison = latitude. Pour les latitudes inférieures à  $20^\circ$  (minimum  $15^\circ$  pour assurer l'auto-nettoyage)
- Inclinaison = latitude +  $10^\circ$  pour les latitudes de  $20^\circ$  à  $35^\circ$
- Inclinaison = latitude +  $15^\circ$  pour les latitudes de  $35^\circ$  à  $40^\circ$

Assurer un nettoyage régulier en l'absence de soleil

Relier la structure de montage des panneaux solaires à la terre

#### 4) Choix de la pompe :

- Pour un niveau dynamique :  $N_d < 6$  m (puits) , utilisation d'une pompe de surface  
 $N_d$  de 10 m à 100 m, utilisation d'une pompe immergée centrifuge  
 $N_d > 100$  m, utilisation d'une pompe immergée volumétrique.
- **Pour une pompe centrifuge :** Son diamètre est soit de 4" (95 mm), soit de 6" (142 mm). Le corps de pompe est en acier inoxydable, les roues et les diffuseurs étant soit en acier inoxydable, soit en matériau synthétique. Ces matériaux présentent une très bonne résistance à l'abrasion. Le corps d'aspiration est protégé par une crépine contre les grosses impuretés  $> 3$  mm. Un clapet anti-retour est intégré à la tête de pompe, qui est taraudée pour le raccordement au tuyau d'exhaure/de refoulement. La lubrification est assurée par l'eau pompée. Le nombre d'étages est lié à la hauteur manométrique totale de refoulement. Le type d'aubage de chaque étage est lié à la puissance hydraulique à fournir pour la HMT