



MINISTÈRE  
DE L'AGRICULTURE  
ET DE LA PÊCHERIE

Document technique

FNDAE n°23

Édition 1999

# Application

des énergies renouvelables

à la potabilisation

et à l'épuration des eaux



Fonds national pour le développement  
des adductions d'eau



**COSTIC**  
COMITÉ SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE  
DES INDUSTRIES CLIMATIQUES

# Travaux financés par le Fonds National pour le Développement des Adductions d'Eau

I.S.B.N. 2-11-091969-8

*Couverture :*

*Photo centrale : Aération de lagunage à Villeveyrac (Gard)*

*Photo de gauche : Picocentrale à Pellafol (Isère)*

# Ministère de l'Agriculture et de la Pêche

FNDAE n° 23

Document technique

## APPLICATION DES ENERGIES RENOUVELABLES A LA POTABILISATION ET A L'EPURATION DES EAUX



**COSTIC**

COMITE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE  
DES INDUSTRIES CLIMATIQUES

Rue A. Lavoisier – Z.I. Saint Christophe  
04000 DIGNE LES BAINS  
Tel. : 04 92 31 19 30 – Fax : 04 92 32 45 71  
<http://www.costic.com>  
Email : [costic.digne@costic.com](mailto:costic.digne@costic.com)

Document réalisé par Eric MICHEL et Arnaud DEVES

I.S.B.N. 2-11-091969-8

# SOMMAIRE

---

INTRODUCTION .....	5
RECENSEMENT D'INSTALLATIONS EXISTANTES .....	6
RÉGLEMENTATION .....	9
<i>La potabilisation de l'eau</i> .....	9
<i>L'assainissement des eaux usées</i> .....	10
ALIMENTATION EN ÉLECTRICITÉ DES SITES ISOLÉS .....	11
<i>Le raccordement au réseau</i> .....	11
<i>Les énergies renouvelables</i> .....	11
<i>Le stockage de l'énergie</i> .....	13
<i>Modules photovoltaïques</i> .....	15
<i>Aérogénérateurs</i> .....	13
<i>Picocentrales hydroélectriques</i> .....	14
LES SYSTÈMES DE TRAITEMENT D'EAU POTABLE .....	15
<i>Traitement par Chloration</i> .....	16
<i>Stérilisation par rayons Ultraviolets</i> .....	18
LES SYSTÈMES D'ASSAINISSEMENT .....	20
<i>Les cultures fixées sur support grossier</i> .....	21
<i>Les cultures fixées sur support fin</i> .....	21
<i>Les cultures libres</i> .....	22
<i>Poste de relevage</i> .....	23
<i>Dégrillage mécanique</i> .....	24
<i>Lits bactériens</i> .....	25
<i>Disques biologiques</i> .....	26
<i>Lagunage naturel</i> .....	27
<i>Agitateur</i> .....	28
<i>Alarme télémesure</i> .....	28
<i>Toilettes sèches</i> .....	29
<i>Récapitulatif</i> .....	30
FICHES « EXEMPLES » .....	31
<i>Station de chloration</i> .....	32
<i>Station de chloration</i> .....	33
<i>Station d'épuration</i> .....	34
<i>Télémesure</i> .....	35
PRINCIPAUX INTERVENANTS .....	36
CONCLUSION .....	38

# INTRODUCTION

---

Les réserves d'eau (nappes phréatiques, sources...) sont de plus en plus touchées par la pollution. Cela pose des problèmes pour l'approvisionnement en eau potable. Il devient difficile de trouver des eaux qui puissent être distribuées sans être traitées au préalable.

Ceci explique l'augmentation de la consommation d'eaux en bouteille : + 80 % entre 1970 et 1988. Cependant même ces eaux, pourtant relativement protégées, ont été parfois touchées par la pollution et ont dû suspendre leur commercialisation.

Pour résoudre le problème de l'alimentation en eau potable deux axes sont à développer simultanément. D'une part il faut traiter plus systématiquement les eaux destinées à la consommation humaine, et d'autre part, il faut trouver les moyens de traiter efficacement les eaux usées pour éviter qu'elles ne contaminent le milieu naturel, puis les réserves en eau.

En zone urbaine ce n'est souvent qu'un problème de moyens financiers. Par contre en zone rurale le problème est plus récent et présente plus d'obstacles. En effet, outre les moyens financiers, il faut tenir compte des spécificités des petites collectivités et trouver des techniques adaptées. Ainsi les systèmes mis en place doivent être techniquement adaptés (faible débit, effluents peu chargés dans le cas de l'assainissement) et avoir des contraintes d'exploitation et des coûts de fonctionnement réduits (maintenance limitée et pouvant être effectuée par un personnel peu qualifié).

Il vient parfois se greffer un problème supplémentaire : celui de l'alimentation électrique. En effet de nombreuses zones rurales sont éloignées du réseau électrique EDF. Le coût de raccordement à ce réseau pouvant être élevé (environ 180 000 F par km de ligne) la production d'électricité décentralisée à l'aide d'une énergie renouvelable peut s'avérer rentable ou même nécessaire.

Une étude réalisée au COSTIC sur « les applications de l'énergie photovoltaïque à l'alimentation en eau potable en zone rurale » et reprise dans la documentation technique FNDAE (Fonds National pour le Développement des Adductions d'Eau) apporte déjà des solutions en ce qui concerne l'eau potable.

Le COSTIC a prolongé cette étude afin de l'élargir à d'autres énergies renouvelables (éolien et hydroélectricité) et de s'intéresser aussi bien au traitement de l'eau potable qu'à l'assainissement.

Ce document synthétise ce travail de recherches. Son contenu, basé sur des fiches, présente:

- Les énergies renouvelables;
- Les systèmes de traitement d'eau potable;
- Les systèmes d'assainissement.

Ces fiches doivent aider les utilisateurs à connaître les possibilités offertes par les énergies renouvelables, les applications susceptibles d'être alimentées par ces systèmes et leur donner des éléments pour le dimensionnement d'une installation.

# RECENSEMENT D'INSTALLATIONS EXISTANTES

Plusieurs enquêtes menées en 1993, 1997 et 1999 auprès de différents organismes publics (DDASS, DDAF, ADEME), et de différentes sociétés privées (fabricants de matériels pour les énergies renouvelables, ensembliers, fabricants de matériels spécifiques au traitement de l'eau) ont permis de répertorier les installations suivantes :

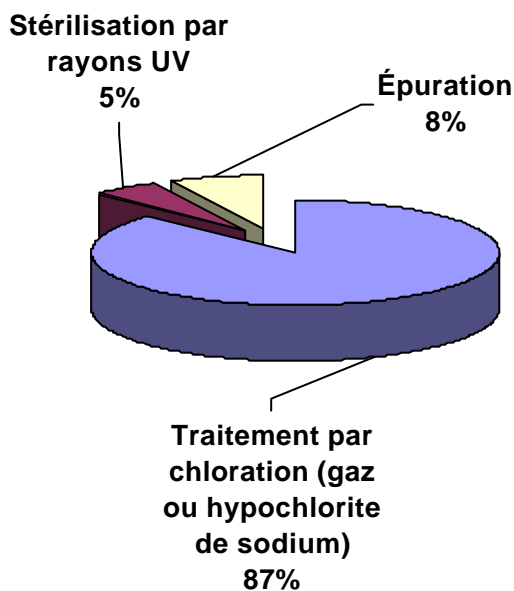
*Tableau 1 – Les installations recensées*

DÉPARTEMENT	COMMUNE	TYPE D'INSTALLATION ( ) Nb d'installations	TYPE D'ÉNERGIE
Ain	Vaux-en-Bugey	Chloration [gaz]	Photovoltaïque
Ardennes	Noyers Pont Maugis	Chloration [javel]	Photovoltaïque
Ariège	Refuge étang de Pinet	UV	Photovoltaïque
Aude	Syndicat Intercommunal du Sud Audois	Chloration [gaz]	Photovoltaïque
Cantal	St Etienne de Carlat	Chloration	Photovoltaïque
	St Martin Cantalès	Chloration	
Charente Maritime	Rochefort	Épuration [lagunage]	Méthane [digestion des boues]
	Bassignac	Chloration [javel]	Photovoltaïque
Corrèze	Chadirac	Chloration [javel]	Photovoltaïque
	Rouchamp	Chloration [javel]	Photovoltaïque
	Parc Naturel Régional	Chloration [javel] (6)	Photovoltaïque
Corse	Commune de Muro	Chloration [javel]	Photovoltaïque
	Commune de Corbara	Chloration [javel]	Photovoltaïque
	SE du Sud	Chloration [javel]	Photovoltaïque
Côte d'or	Saint-Mesmin	Chloration [javel]	Photovoltaïque
	Jailly le Moulin	Chloration [javel]	Photovoltaïque
	Blancey	Chloration [javel]	Hydroélectricité
	Beaulieu	Chloration [javel]	Photovoltaïque
Creuse	SIAEP de la Rozeille	Chloration (3)	Photovoltaïque
	SIAEP d'Evau les Bains	Chloration	Photovoltaïque
	SIAEP de la région d'Ahun	Chloration	Photovoltaïque
	SIAEP vallée de la Creuse	Chloration	Photovoltaïque
Drôme	Poët-Laval [source de Bridon]	Chloration [Javel]	Photovoltaïque

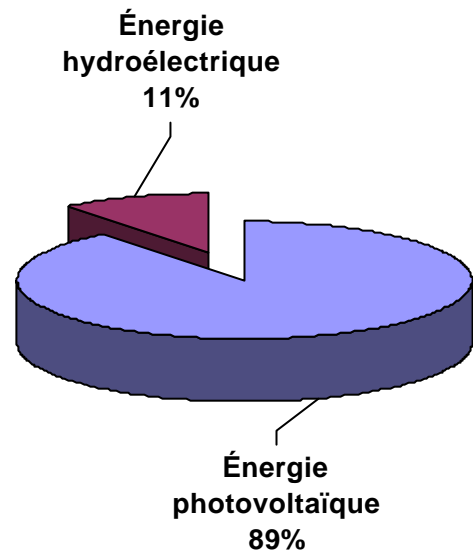
DÉPARTEMENT	COMMUNE	TYPE D'INSTALLATION ( ) Nb d'installations	TYPE D'ÉNERGIE
Hérault	Grane [source de Val Brian]	Chloration	Photovoltaïque
	Combovin	Chloration [Javel]	Photovoltaïque
	Meze	Aération lagune	Photovoltaïque
	Gigean	Aération lagune	Photovoltaïque
	Villeveyrac	Aération lagune	Photovoltaïque
Ille-et-Vilaine	Forêt de Paimpont	Chloration	Photovoltaïque
Indre	Saint Pierre de Jards	Chloration	Hydroélectricité
	Pellafol	UV	Hydroélectricité
Isère	Vif	UV	Hydroélectricité
	Monestier-de-Clermont	Chloration	Photovoltaïque
	Quai en Chartreuse	Chloration	Photovoltaïque
Jura	Valfin Sur Valouse	Chloration [javel]	Photovoltaïque
	SIE Montagne le Templier	Chloration [javel]	Photovoltaïque
	Cornod	Chloration [javel]	Photovoltaïque
	Crozets	Chloration [javel]	Photovoltaïque
Loir et Cher	Ozouer le Marche	Épuration [relevage des eaux]	Photovoltaïque
Loire	Commune de Cuinzier	Chloration [javel]	Photovoltaïque
	Ecotay	Chloration [gaz]	Photovoltaïque
Lot	Fons	Chloration	Photovoltaïque
Lozère	Causse de Sauveterre	Chloration [javel]	Photovoltaïque
Haute Marne	Saint Thiebault	Chloration	Photovoltaïque
	Vandeville	Chloration [javel]	Photovoltaïque
Meurthe et Moselle	SIE de Selaincourt	Chloration [javel]	Photovoltaïque
	SIE de Diarville	Chloration [javel]	Photovoltaïque
Nièvre	Vauclair	Chloration [gaz]	Photovoltaïque
	Saint Julien la Geneste	Chloration (2)	Photovoltaïque
Puy de dôme	Bussière près Pionsat	Chloration (1)	Photovoltaïque
	Saint Ferreol les Côtes	Chloration (3)	Photovoltaïque
	La Cellette	Chloration [javel]	Photovoltaïque
Bas Rhin	Wisches	Chloration	Photovoltaïque
Saone et Loire	Cuzy	Chloration	Photovoltaïque
	Roussillon en Morvan	Chloration	Photovoltaïque
Savoie	Beaufort sur Doron	Eau potable	Photovoltaïque
	Bonneval sur Arc (refuge des Evettes)	UV Épuration [toilettes sèches]	Photovoltaïque
	Bellecombe en Bauges	Eau potable	Photovoltaïque

DÉPARTEMENT	COMMUNE	TYPE D'INSTALLATION ( ) Nb d'installations	TYPE D'ÉNERGIE
Haute-Savoie	Syndicat des eaux des Moises	Chloration [javel + gaz]	Hydroélectricité
	Vrey en Sulloy	Chloration [javel]	Photovoltaïque
	Refuge du Parmelan	Épuration [toilettes sèches]	Photovoltaïque
	Morzine	UV	Hydroélectricité
Yonne	Chassignelles	Eau potable	Photovoltaïque
	Esnon	Eau potable	Photovoltaïque
	Serrigny	Chloration [javel]	Hydroélectricité
Nouvelle-Calédonie		Chloration [javel] (11)	Photovoltaïque
Guyanne		Chloration [javel] (15)	Photovoltaïque

A partir de ce tableau, les statistiques suivantes ont été déduites (figures 1 et 2).



*Figure 1 – Répartition des installations recensées suivant le type d'application*



*Figure 2 - Répartition des installations recensées suivant l'énergie utilisée*

L'alimentation à partir d'énergies renouvelables de système de potabilisation par chloration est la plus répandue. Peu d'applications dans le domaine de l'épuration d'eaux usées ont été recensées.

L'utilisation de l'énergie photovoltaïque est largement prédominante parmi les applications recensées. Aucune application utilisant l'énergie éolienne n'a été recensée.

En conclusion, il apparaît que :

- Peu d'applications existent dans le domaine de l'assainissement d'eaux usées ;
- Seule l'énergie photovoltaïque connaît une utilisation importante dans le secteur du traitement d'eau.

Le présent document a ainsi pour but de montrer les possibilités d'alimentation par énergie photovoltaïque dans le secteur du traitement d'eau potable et d'eaux usées. Il a aussi pour but de montrer les principales caractéristiques des autres énergies renouvelables : l'énergie hydroélectrique et l'énergie éolienne.

# REGLEMENTATION

---

Les principaux textes réglementaires pour l'assainissement et le traitement de l'eau potable sont rappelés ici afin de préciser les étapes conduisant à la création d'une nouvelle installation. De plus cette réglementation indique les domaines d'application préférentiels des filières à mettre en œuvre.

## **La potabilisation de l'eau**

Les principaux textes qui fixent la qualité des eaux distribuées et les moyens à mettre en place pour y parvenir sont les suivants :

- **Loi n°92 – 3** sur l'eau du 3 janvier 1992 ;
- **Code de la santé publique** relatif aux « eaux destinées à la consommation humaine » ;
- **Arrêté du 10 juillet 1990** relatif à l'interdiction des rejets de certaines substances dans les eaux souterraines en provenance d'installations classées ;
- **Décret 89-3 du 3 janvier 1989** modifié par les **décrets 90-330** et **91-257** relatif aux eaux destinées à la consommation humaine à l'exception des eaux minérales naturelles ;
- Diverses circulaires fixant des exigences complémentaires (plomb, nitrates, composés organochlorés volatils...)

Il n'y a pas d'échéances à respecter quant à la mise en place de traitements d'eau. En effet, tout distributeur d'eau est tenu de distribuer une eau de qualité conforme aux normes en vigueur : «...quiconque offre au public de l'eau en vue d'une alimentation humaine est tenu de s'assurer que cette eau est propre à la consommation» (article L.19 du Code de la Santé Publique). La DDASS effectue des analyses d'eau au niveau des captages, des stations de traitement et des unités de distribution. Suivant les résultats, elle préconise les mesures à prendre.

Ainsi, dans le cas d'une eau ayant une qualité bactériologique médiocre la mise en place d'un traitement de désinfection peut être imposée. La DDASS demande alors au Conseil Général et à l'Agence de l'Eau de financer prioritairement la mise en conformité de l'installation.

La DDASS a des moyens de pression sur les communes pour les forcer à distribuer une eau de bonne qualité et à mettre en place les traitements nécessaires. Elle peut déclarer une eau non potable, demander de geler toute nouvelle construction...

## L'assainissement des eaux usées

La réglementation dépend de la capacité des stations d'épuration. Les installations concernées par le présent document sont celles dont la capacité est inférieure à 2 000 EH.

La définition de l'équivalent habitant EH est : la charge organique biodégradable ayant une demande biochimique d'oxygène en cinq jours (DBO<sub>5</sub>) de 60 grammes d'oxygène par jour. Il correspond par convention à 90 g/hab./j de matières en suspension, 57 g/hab./j de matière organique, 15 g/hab./j d'azote et 4 g/hab./j de phosphore. En général 1 EH est équivalent à 150 litres d'eau utilisés par jour.

La base générale de tous les textes est la directive européenne du 21 mai 1991 (91/271/CEE) qui a conduit au vote de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 (n°92-3). D'autre part, les principaux décrets d'applications, arrêtés, circulaires relatifs à l'application de la loi pour les collectivités de moins de 2 000 habitants sont :

- **Le décret** d'application du 3 juin 1994 (**n°94-469**) relatif à la collecte et au traitement des eaux usées mentionnées aux articles L.2224-8 et L.2224-10 du code des communes.
- **L'arrêté du 21 juin 1996** fixant les prescriptions techniques minimales relatives aux ouvrages de collecte et de traitement des eaux usées mentionnées aux articles L.2224-8 et L.2224-10 du code général des collectivités territoriales, dispensés d'autorisation au titre du décret n°93-742 du 29 mars 1993 relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou déclaration, en application de l'article 10 de la loi n°92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau.
- **La circulaire du 17 février 1997** relative à l'assainissement collectif des communes - ouvrages de capacité inférieure à 120 kg DBO<sub>5</sub> par jour (2 000 EH).

Quatre étapes principales ressortent des textes :

1. Les collectivités doivent définir les zones d'assainissement collectif et les zones d'assainissement non collectif. Elles n'ont pas obligation de mettre en place une collecte, mais si elle est mise en place le traitement doit alors être approprié et réalisé avant le 31 décembre 2005 ;
2. La création d'une station d'épuration doit faire l'objet d'un Avant Projet Sommaire (APS) en vue de bien définir les besoins et de s'orienter vers les filières les mieux adaptées. La collectivité procède ensuite à un appel d'offre sur performances ;
3. La construction d'une station d'épuration doit faire l'objet d'une déclaration (ouvrages de capacité comprise entre 12 et 120 kg DBO<sub>5</sub> par jour soit entre 200 et 2 000 EH) et se conformer aux autres règles d'urbanisme en vigueur (POS, zones inondables...).
4. Pour les installations soumises à déclaration, les contraintes suivantes doivent être respectées en vue d'un rejet dans les eaux de surface :
  - Les effluents doivent au minimum être traités par voie physico-chimique ;
  - La concentration maximale en DBO<sub>5</sub> dans les eaux rejetées est de 35 mg/l ;
  - Un dégrillage est imposé en amont des dispositifs de traitement ;
  - Les collectivités doivent prévoir une auto surveillance de base (ASB). Pour les stations de moins de 1 000 EH elles doivent procéder à une analyse par an et pour celles comprises entre 1 000 et 2 000 EH à deux analyses. Ces dernières seront transmises à l'Agence de l'eau.

# ALIMENTATION EN ELECTRICITE DES SITES ISOLES

---

Trois énergies renouvelables sont susceptibles d'alimenter des systèmes de traitement d'eau potable et d'assainissement : l'énergie solaire photovoltaïque, l'énergie éolienne, l'énergie hydroélectrique. Ce chapitre présente ces différentes techniques et donne des éléments de choix entre une alimentation par le réseau public d'électricité et une alimentation par une énergie renouvelable.

## ***Le raccordement au réseau***

Dans le cas présent (alimentation d'installations rurales de capacités faibles ou moyennes), il s'agit du ticket bleu pour des puissances inférieures ou égales à 18 kW. Le coût du raccordement est alors :

- 4 900 FRF ht si la distance au réseau est inférieure à 30 mètres ;
- 99 FRF ht par mètre à rajouter jusqu'à 200 mètres ;
- 198 FRF ht par mètre à rajouter au-delà et jusqu'à 700 mètres.

Pour une distance supérieure à 700 mètres, le montant du ticket est comparé au coût réel des travaux de raccordement. Sur la base de ces coûts, le prix du raccordement au réseau EDF est d'environ 180 000 FRF ht par km. Ce coût peut être très variable suivant les zones à traverser (régions protégées, besoin d'enterrer les lignes,...).

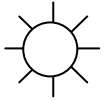


Le choix d'une alimentation par une énergie renouvelable doit se faire à l'issue de la comparaison entre le coût du raccordement au réseau et le coût de l'installation sans raccordement au réseau.

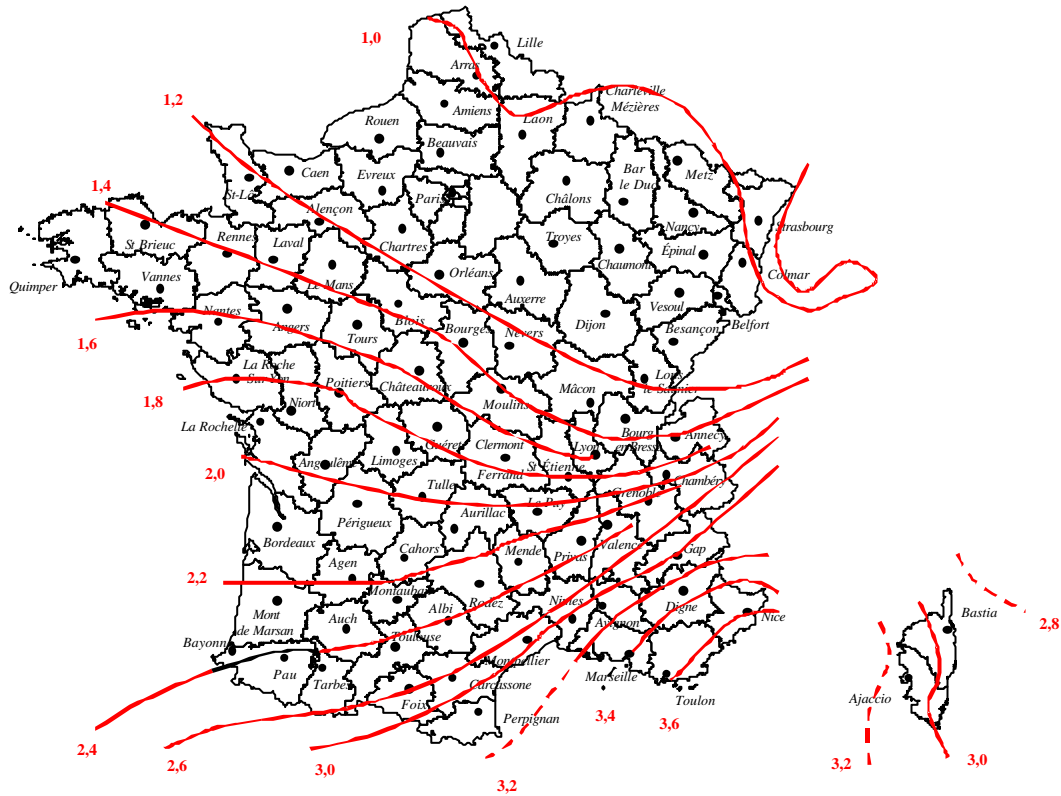
## ***Les énergies renouvelables***

Le tableau 2 permet une comparaison rapide des principales caractéristiques des trois énergies renouvelables étudiées dans ce document : énergie solaire (modules photovoltaïques), énergie éolienne (aérogénérateur), énergie hydroélectrique (picocentrale). Chacune est présentée de manière plus détaillée dans la suite du document.

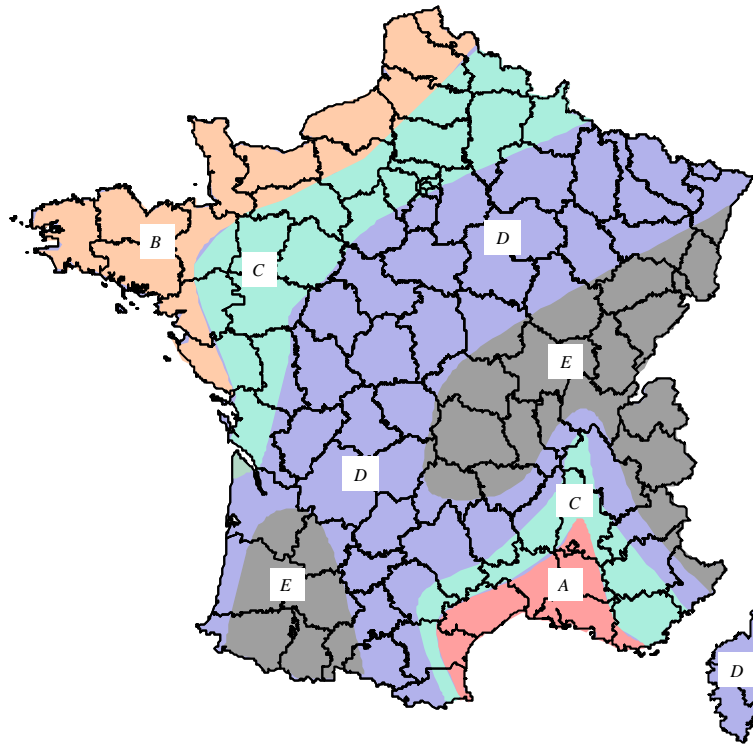
Les énergies renouvelables ont pour principales caractéristiques d'être diffuses et de ne pas être réparties de manière régulière sur l'ensemble d'un territoire. Dans le cas des énergies solaires et éoliennes des cartes ont été réalisées (figures 1 et 2) permettant de connaître rapidement le potentiel d'énergie récupérable dans chaque lieu. Cependant la lecture de ces cartes ne suffit pas à définir la position des générateurs et une étude sur site doit être réalisée. Dans le cas de l'énergie hydroélectrique, il est impossible de connaître a priori l'énergie disponible sur le site.

**Tableau 2 – Comparaison entre les énergies renouvelables**

	 MODULE PV	 AEROGENERATEUR	 PICOCENTRALE
Dépendance par rapport au lieu	Moyenne	Forte	Forte
Gamme de puissances	0 à 5 kWc	0 à 10 kW	0 à 5 kW
Puissance les plus utilisées	0 à 100 Wc	-	1 kW
Investissement (estimations)	170 FRF/Wc	120 FRF/W	75 à 150 FRF/W
Maintenance	Faible	Très faible	Très faible
Inconvénients	Risque de vol ou de vandalisme	Bruit et esthétique	-



**Figure 3 - Rayonnement solaire global reçu par un plan incliné de 60° sur l'horizontale orienté au sud  
Énergie moyenne quotidienne (kWh/m²/jour) - Mois de décembre  
D'après l'Atlas européen du rayonnement solaire**



*Figure 4 – Carte des vents  
D'après l'Atlas éolien européen*

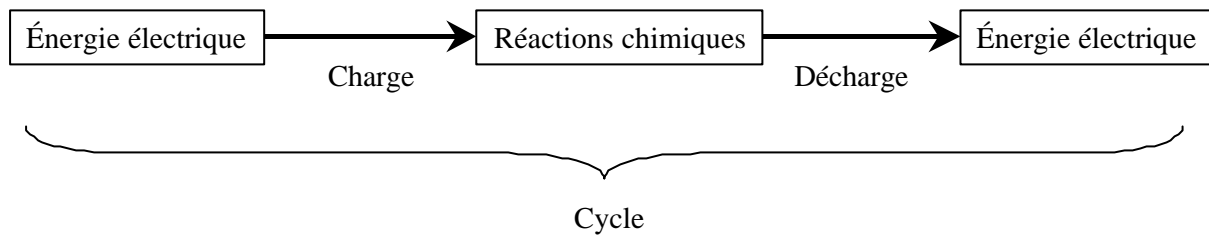
*Tableau 3 – Vitesse moyenne du vent à 50 mètres au-dessus du niveau du sol pour différentes positions topographiques*

	TERRAIN ABRITE		PLAINE		AU NIVEAU DE LA MER		SOMMET DE RELIEF	
	m/s	W/m <sup>2</sup>	m/s	W/m <sup>2</sup>	m/s	W/m <sup>2</sup>	m/s	W/m <sup>2</sup>
A	> 6	> 250	> 7,5	> 500	> 8,5	> 700	> 11,5	> 1 800
B	5 – 6	150 – 250	6,5 – 7,5	300 – 500	7 – 8,5	400 – 700	10 – 11,5	1200 – 1800
C	4,5 – 5	100 – 150	5,5 – 6,5	200 – 300	6 – 7	250 – 400	8,5 – 10	700 – 1200
D	3,5 – 4,5	50 – 100	4,5 – 5,5	100 – 200	5 – 6	150 – 250	7 – 8,5	400 – 700
E	< 3,5	< 50	< 4,5	< 100	< 5	< 150	< 7	< 400

## **Le stockage de l'énergie**

Le fait que l'énergie solaire et l'énergie éolienne ne soient pas disponibles sur l'ensemble d'une période de fonctionnement du système alimenté impose d'utiliser un organe de stockage de l'énergie électrique dans les installations autonomes. Ses fonctions sont les suivantes :

- Permettre un déphasage entre la production et la consommation ;
- Permettre une puissance élevée sur un temps court, compatible avec la production journalière, avec une puissance de production installée faible.



**Figure 5 – Principe du stockage d'énergie**

Pour les systèmes solaires et l'éolien, l'énergie est stockée sous la forme d'un courant continu. Deux types de batterie sont utilisés :

- Les accumulateurs plomb / acide ( $\text{Pb} / \text{Pb SO}_4$ ) : les plus utilisés, ils ont un bon rendement énergétique de charge / décharge d'environ 70 % ;
- Les accumulateurs cadmium / nickel : plus chers, ils peuvent fonctionner sans régulateur, résistent aux surcharges et aux décharges, ont une bonne aptitude au cyclage et résistent bien aux basses températures.

#### Caractéristiques de fonctionnement

- Décharge journalière : Cette décharge devra être de l'ordre de 10 à 20 % ;
- Décharge profonde : Il s'agit de la décharge maximale de l'accumulateur qui n'est tolérable que quelques jours par an (1 à 3 jours par an) ;
- Capacité d'un accumulateur : La capacité d'un élément d'accumulateur est la quantité d'électricité qu'un élément chargé peut fournir pendant la période de décharge, elle s'exprime en Ampère-heure [Ah]. La capacité d'un élément est fonction du régime de décharge. Plus un régime de décharge est élevé et plus la capacité diminue. En application photovoltaïque, le régime courant est C/100. Pour une batterie de capacité 100 Ah par exemple, la batterie pourra délivrer un courant de 1 A pendant 100 heures ;
- Aptitude au cyclage : C'est le nombre de cycles journaliers de charge / décharge que peut supporter la batterie avant une perte donnée de sa capacité. Les meilleures batteries ont un nombre de cycles garanti supérieur à 3 000 pour une profondeur de décharge journalière de 10 % et de 1 500 pour 20 % de décharge journalière. Les batteries moins bien adaptées ont des valeurs typiques de 1 200 et 600 cycles pour ces mêmes valeurs de décharge ;
- Tension nominale : La tension nominale aux bornes d'un élément d'accumulateur au plomb est de 2 V, elle est de 1,2 V pour des accumulateurs cadmium / nickel ;
- La durée de vie maximale des meilleures batteries est d'environ 10 ans.

#### Installation des batteries

- Maintenir toujours les batteries en position verticale ;
- Éviter, durant les manipulations, de renverser l'acide des batteries ;
- Ne jamais toucher les batteries avec des outils non isolés ;
- Le local où les batteries sont installées doit être ventilé, calorifugé et non accessible aux enfants.

#### La régulation

Elle est obligatoire dans le cas d'accumulateur Plomb / acide, et recommandée pour des accumulateurs cadmium / nickel. Elle permet de réguler la charge (la surcharge provoquant une perte en eau et un vieillissement prématuré des batteries) et la décharge de la batterie (la décharge profonde entraînant la sulfatation des plaques et un vieillissement prématuré des accumulateurs).

Aujourd'hui se développent des régulateurs de charge / décharge à microprocesseur, modulaires dont la maintenance est simplifiée par débrogage sans intervention sur le câblage du générateur. Il est aussi possible de surveiller le fonctionnement des installations à distance par télécommunication.

## MODULES PHOTOVOLTAÏQUES

C'est l'énergie renouvelable la plus utilisée en milieu rural.



*Photo 1 – Alimentation du poste de relevage d'une station d'épuration – Ouzouer le Marche (41) – Réalisation VERGNET*

### Principe

L'effet photovoltaïque permet la conversion directe du rayonnement solaire en électricité.

Le courant produit est un courant continu en 12, 24 ou 48 V suivant la taille de l'installation. Un onduleur peut être nécessaire pour l'alimentation d'appareils en 220 V alternatif.

### Caractéristiques techniques principales

Les cellules photovoltaïques ou photopiles sont réalisées à l'aide de matériaux semi-conducteurs. La technologie la plus employée est à base de silicium mono cristallin.

Les cellules photovoltaïques sont assemblées sous forme de module. 1 module de 0,5 m<sup>2</sup> produit sous un ensoleillement de 1 000 W/m<sup>2</sup> une puissance maximale de 50 W. C'est la puissance crête du module qui s'exprime en Watts crête [Wc].

Les modules présents sur le marché ont des puissances de 10, 50, 75 ou 120 Wc.

### Dimensionnement

Pour une utilisation toute l'année des équipements, le dimensionnement est réalisé sur la période la plus défavorable (hiver).

L'énergie journalière moyenne disponible  $E_j$  [Wh/j] est fonction de :

- L'énergie solaire incidente  $E_i$  [kWh/m<sup>2</sup>/j]. Cette énergie dépend du lieu, de l'inclinaison des panneaux solaires et de la date. En hiver, cette énergie est d'environ 3 Wh/Wc dans le sud de la France est de 1,5 Wh/Wc dans le Nord de la France [cf. figure 3] ;
- La puissance crête des modules installés  $P_c$  [Wc].

L'énergie disponible est alors donnée par la formule approchée :

$$E_j = 0,6 \times E_i \times P_c$$

### Stockage de l'énergie

Le stockage se fait dans des batteries d'accumulateurs en général plomb / acide. La capacité du parc d'accumulateurs se calcule en Ampères-Heures [Ah] à partir de :

- La décharge maximale admissible par les batteries : ces batteries ne doivent jamais être déchargées à plus de 70% avec une décharge maximale de 20% par jour ;
- Le nombre de jours d'autonomie ( $N_j$ ) nécessaires et de la tension (V) en Volts aux bornes de la batterie.  $N_j$  varie selon le lieu géographique et l'application. Il ne doit pas être inférieur à 4.

La capacité réelle de stockage  $C_r$  sera alors :

$$C_r = \frac{N_j \times E_j}{0,7 \times V} \text{ [Ah]}$$

Un régulateur de charge et de décharge permet de gérer le parc de batteries pour éviter les décharges profondes et les surcharges.

### Maintenance

Un générateur solaire photovoltaïque nécessite très peu d'entretien. Les seules actions à mener sont les suivantes :

- Contrôle de l'état général de l'installation (support, régulation, batterie, câblage,...) ;
- Nettoyage des modules à l'eau claire ;
- Entretien des abords ;
- Vérification de l'état de charge des batteries.

Pour des installations nécessitant une sécurité de fonctionnement, certains ensembliers proposent des systèmes de régulation permettant le contrôle à distance de l'installation.

### Coûts

Le coût d'une installation complète peut varier entre 100 FRF ht/Wc (pour une surface de 15 à 20 m<sup>2</sup> de capteurs) et 170 FRF ht/Wc pour une surface de 2 à 4 m<sup>2</sup> de capteurs.

## AEROGENERATEURS

Il s'agit d'aérogénérateurs ayant une puissance comprise entre 50 W et 12 kW (petites et moyennes puissances)



### Principe

L'énergie cinétique du vent est transformée en énergie électrique à travers un alternateur. L'aérogénérateur sert d'interface entre le vent et l'alternateur.

### Caractéristiques techniques principales

Un aérogénérateur produit un courant alternatif. La ressource en énergie éolienne étant très variable dans le temps, l'énergie produite doit pouvoir être stockée. Un redresseur permet d'obtenir un courant continu qui peut être stocké dans des batteries plomb / acide.

L'orientation et le maintien d'une vitesse constante sur l'hélice sont assurés par des moyens mécaniques (empennage, variation du profil des pales suivant la force centrifuge,...).

Le mât est en général un tube haubané qui permet un montage facile et offre aussi la possibilité de coucher l'aérogénérateur pour des raisons de sécurité en cas de grands vents.

### Dimensionnement [cf. figure 4]

En pratique, l'installation d'un aérogénérateur se justifie pour une vitesse moyenne du vent supérieure à 6 m/s sur l'année. La régularité de ce vent est aussi un critère important notamment pour le dimensionnement du parc d'accumulateurs.

Les stations météorologiques voisines permettent en extrapolant suivant la nature du site (vallon, crête...) ou en faisant une campagne de mesures sur site (pour des applications demandant un dimensionnement précis) de connaître ces caractéristiques.

La puissance théorique P récupérable est fonction de la surface S [m<sup>2</sup>] balayée par les pales du générateur, de la vitesse du vent V [m/s], du rendement des différents éléments de l'aérogénérateur (40 %), et d'un rendement aérodynamique (limite de Betz = 60%) :

$$P [W] = 0,15 \times V^3 \times S$$

### Stockage de l'énergie

Pour les applications envisagées, traitement d'eau potable et épuration, il n'est pas possible de fonctionner au fil du vent. Il faut donc prévoir un stockage de l'énergie produite. Le raisonnement est le même que pour les modules photovoltaïques. Le nombre de jours d'autonomie doit être calculé à partir des données météorologiques.

### Maintenance

La maintenance à effectuer est très réduite et les aérogénérateurs ont en général des durées de vie longues (10 à 20 ans).

### Coûts

L'ordre de grandeur du prix des aérogénérateurs est :

PUISSANCE	PRIX FRF ht
500 W	5 à 10 000
2 kW	39 000
10 kW	155 000

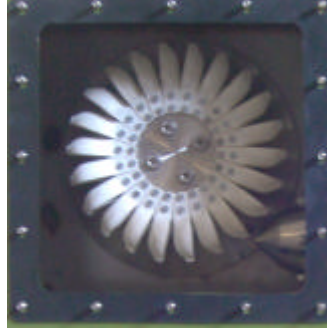
(ce prix ne correspond pas à l'investissement total fonction des applications)

### Réglementation

Sauf cas particuliers liés à la commune ou au voisinage, il n'y a pas de réglementations strictes à respecter, les aérogénérateurs n'étant pas à l'origine de nuisances sonores très importantes.

**PICOCENTRALES HYDROELECTRIQUES**

Il s'agit de centrales hydroélectriques ayant de très petites puissances (<5 kW)



*Photo 2 – Exemple de turbine PELTON - Réalisation ECOWATT*

**Principe**

Un point de puisage sur une source ou un ruisseau permet de soutirer l'eau nécessaire à l'entraînement d'une turbine et à la production d'électricité grâce à un alternateur.

**Caractéristiques techniques principales**

Contrairement aux deux systèmes précédents, l'énergie est ici disponible en permanence. Il est donc nécessaire de maintenir P absorbée = P produite.

Pour les faibles puissances la turbine marche en permanence et il n'y a pas stockage d'énergie (éventuellement une batterie est installée pour assurer le fonctionnement d'organes de sécurité en cas de panne). Des résistances électriques immergées dissipent l'énergie produite et non consommée.

Pour les puissances plus importantes le fonctionnement de la picocentrale est asservi au niveau de charge d'un parc d'accumulateurs.

L'électricité produite est sous la forme d'un courant alternatif qui devra être redressé pour le stockage.

**Types de turbines**

Différents types de turbines sont utilisés en fonction de la hauteur de chute disponible et du débit :

Turbines Pelton (roue à augets) : pour une hauteur de chute comprise entre 15 et 180 m. Elle peut accepter une grande variation de débit, sans que le rendement ne soit trop affecté. Pour les faibles puissances, ceux-ci sont de l'ordre de 82 à 85 % ;

Turbines Kaplan (hélice) : pour des sites de basse voire très basse chute (1 à 15 – 20 m). Le rendement est excellent depuis 20 % du débit nominal jusqu'à la pleine charge. Il peut atteindre 90 %.

**Dimensionnement**

La formule de base est la suivante :

$$P = 9,8 \times Q \times \Delta H \times \eta$$

Avec : P : puissance produite [kW] ;

Q : débit turbiné [m<sup>3</sup>/s] ;

$\Delta H$  : hauteur de chute [m] (distance entre le point de captage et le point de distribution le plus haut) ;

$\eta$  : rendement.

Le débit turbiné doit être déterminé avec soin. Dans le cas du captage d'une source ou d'une rivière, un débit minimal non turbiné doit être conservé en fonction du débit d'étiage.

**Maintenance**

Une picocentrale peut fonctionner sans interventions si des précautions sont prises à l'installation. Il faut notamment prévoir un filtre en amont de la turbine pour éviter l'encrassement par des feuilles et des gravillons.

**Coûts**

Le coût d'une picocentrale dépend de la puissance installée. Le tableau ci-après donne le prix de quelques turbines (turbines + alternateur) :

MARQUE	PUISSANCE	PRIX FRF ht
Ecowatt	1 kW	36 000 avec régulation
Hydropower	75 à 200 W	Environ 15 000

**Réglementation**

Le problème doit être étudié au cas par cas en contactant la D.D.A.F. du lieu d'implantation de la picocentrale.

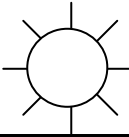
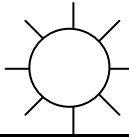
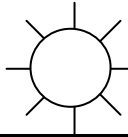
# LES SYSTEMES DE TRAITEMENT D'EAU POTABLE

Deux principaux modes de traitement existent :

- Chloration ;
- Stérilisation par rayons ultraviolets.

Le chlore peut être utilisé sous deux formes : soit sous forme gazeuse, soit sous forme liquide (hypochlorite de sodium (« eau de javel »)). Le tableau 4 permet une comparaison rapide de ces modes de traitement.

*Tableau 4 – Avantages relatifs des différents modes de potabilisation*

	Hypochlorite de sodium	Chlore gazeux	UV
Débits d'eau les plus adaptés	0 - 150 m <sup>3</sup> /j	150 - 500 m <sup>3</sup> /j	300 l/h à 40 m <sup>3</sup> /h
Consommation électrique	0,5 Wh/m <sup>3</sup>	quelques Wh/j	10 à 15 Wh/m <sup>3</sup>
Autonomie	15 jours (réactif)	6 mois à 2 ans (réactif)	7000 h (lampe)
Entretien	Important	Moyen	Faible
Coût investissement installation complète (FRF ht)	30 000 à 45 000	100 000	100 000
Énergies renouvelables les plus adaptées			

## TRAITEMENT PAR CHLORATION

C'est la méthode de désinfection la plus ancienne et la plus employée.



*Photo 3 – Pompe doseuse de chlore – Farinole (2A) – Réalisation SOLECO*

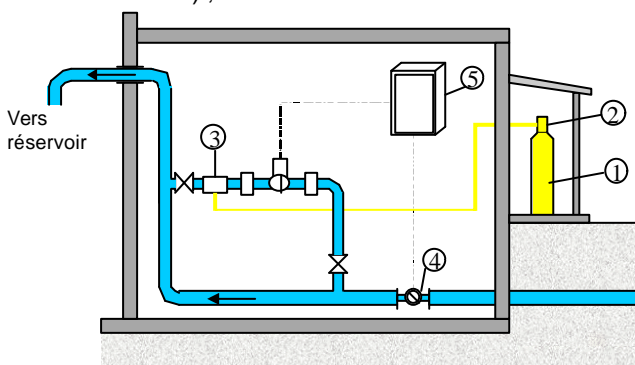
### Principe

Le chlore pénètre à l'intérieur des micro-organismes tels que bactéries, virus, protozoaires, et les détruit en inhibant certaines réactions vitales de synthèse.

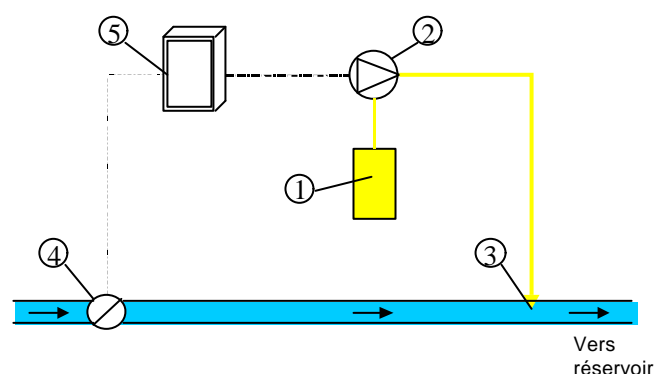
Le chlore gazeux et l'hypochlorite de sodium (« Eau de Javel ») sont les formes utilisées pour traiter les points d'eau de faible débit.

### Caractéristiques techniques principales

- Désinfection par chlore gazeux
  - ① Stockage de chlore sous forme partiellement liquéfiée en bouteille ;
  - ② Un chloromètre permet de soutirer le chlore en phase gazeuse. Les débits varient de 2 g/h à 4 kg/h ;
  - ③ Un hydroéjecteur installé sur une conduite d'eau de service (dérivation d'une canalisation plus importante). Le passage de l'eau dans l'hydroéjecteur crée une dépression qui permet l'aspiration du chlore gazeux et son mélange avec le liquide (des conditions minimales de débit et de pression d'eau sont nécessaires) ;



- Désinfection à l'hypochlorite de sodium
  - ① Un bac en polyéthylène pour le stockage de la solution désinfectante permettant une autonomie de 15 jours ;
  - ② Une pompe doseuse électromagnétique à membrane (débits disponibles : 0,15 à 250 l/h) qui prélève la solution désinfectante et la refoule dans un conduit ou un réservoir ;
  - ③ Une canne d'injection.



Un système d'asservissement du débit de chlore à injecter au débit d'eau à traiter est nécessaire. Dans le cas d'une alimentation gravitaire, cela se fait généralement à l'aide d'un compteur générateur d'impulsions ④ sur la conduite d'adduction : une impulsion déclenche le système de chloration par l'intermédiaire d'une électrovanne. L'ensemble est piloté par un dispositif électronique ⑤.

### Dimensionnement du système

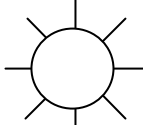
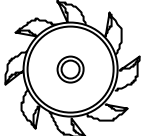
- Qualité de base de l'eau
  - Turbidité au moins inférieure à 1 unité NTU (Nephelometric Turbidity Unit) ;
  - PH compris entre 6,5 et 8 ;
  - Faible concentration en ammoniac, composés azotés et précurseurs organiques naturels (acides humiques) ou artificiels (pesticide), qui vont former des sous produits indésirables au contact du chlore ;
- Concentration de chlore à injecter : elle se détermine à partir du taux de chlore résiduel en fonction des paramètres suivants
  - A l'aval du traitement : 0,2 à 0,5 mg/l, après un temps de contact minimum de 15 min (l'injection se fera donc en amont d'un réservoir pour garantir ce temps de contact) ;

- Sur le réseau de distribution : taux inférieur à 0,1 mg/l ;
- Remarque : La concentration de l'hypochlorite de sodium diminue dans le temps. Il faut donc vérifier la concentration de la solution utilisée et préparer la solution désinfectante pour une durée maximale de 15 jours.

### Dimensionnement de l'installation énergétique

- Chloration gazeuse : une électrovanne consomme quelques Wh par jour ;
- Chloration par hypochlorite de sodium : les pompes doseuses ont des puissances allant de 50 à 150 W. Pour 120 impulsions de 15 secondes par jour, l'énergie nécessaire va de 25 à 75 Wh/j.

**Tableau 5 – Puissance à installer pour l'alimentation de systèmes de chloration**

	Débit traité		Consommation électrique				
	m <sup>3</sup> /jour		Wh/jour		Min	Max	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
Chloration par hypochlorite de sodium	0	150	25	75	40 Wc	90 Wc	
	1 000		500				100 W
Chloration gazeuse	150	500	75	250	90 Wc	300 Wc	
	2 000		1 000				200 W

### Maintenance

La mesure quotidienne des taux de chlore libre résiduel et de chlore total est indispensable en différents points du réseau. Des méthodes de mesure colorimétrique rapide et facilement réalisables existent. Celle utilisant le réactif « D.P.D. » est préconisée.

- Désinfection par chlore gazeux. Le chlore gazeux étant un gaz toxique, sa mise en œuvre et sa maintenance doivent respecter la législation en vigueur. La maintenance est peu contraignante et facilement réalisable.
  - Fréquemment : contrôle rapide du fonctionnement ;
  - A chaque changement de bouteille : renouvellement du joint d'étanchéité en plomb et du filtre à chlore, contrôle de l'étanchéité ;
  - Périodiquement : vérification poussée de l'état des différents composants :
    - Hydroéjecteur (clapet anti retour...) ;
    - Chloromètre (joints interne, débitmètre...) ;
    - Inverseur automatique de bouteille.

- Désinfection par hypochlorite de sodium. L'hypochlorite de sodium étant un produit irritant pour les tissus humains, il est recommandé d'utiliser des gants et lunettes de protection lors des manipulations
  - Une fois par jour : contrôle du fonctionnement (installation éventuelle d'une télétransmission) ;
  - Périodiquement : nettoyage de l'appareillage (crépine, tuyaux, clapets...). En cas d'entartrage, l'installation sera rincée avant puis après nettoyage à l'acide chlorhydrique dilué ;
  - Une fois par an : étalonnage de la pompe.

### Coûts

- Investissement principal :
  - Chloromètre et hydroéjecteur : 15 000 à 20 000 FRF ht ;
  - Pompe doseuse : 5 000 à 6 000 FRF ht ;
- Coût de fonctionnement : il peut varier de 0,3 à 3 centimes le mètre cube d'eau traitée (1990). En général le chlore gazeux est le plus économique.

STERILISATION PAR RAYONS ULTRAVIOLETS

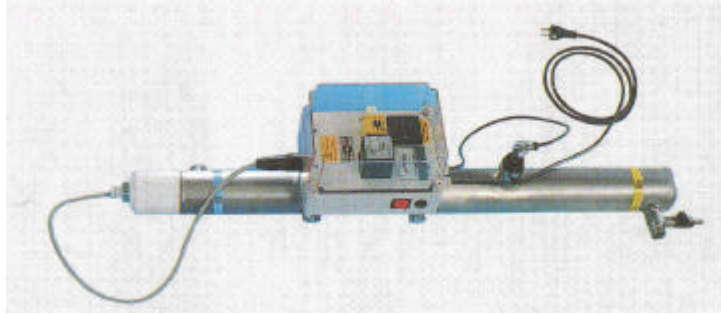


Photo 4 – Exemple de lampes ultraviolets – WEDECO KATADYN

### Principe

Connue depuis les années 1960, l'utilisation des rayons ultraviolets (UV) pour leur action germicide dans l'eau s'est largement développée ces dernières années. La destruction des germes par les rayons UV est maximale lorsque leur longueur d'onde se situe entre 250 et 260 nm. A ce niveau, les UV endommagent les composés cellulaires essentiels des micro-organismes. Le taux de mortalité dépend de la dose du rayonnement, fonction de l'intensité et du temps d'exposition des micro-organismes.

### Caractéristiques techniques principales

- Chambre d'irradiation : de forme cylindrique, souvent en acier inox ou en acier galvanisé. L'eau y circule en régime turbulent parallèlement aux lampes ;

- Les lampes : d'aspect de « tubes néons », contiennent un gaz chargé de vapeurs de mercure ;
- Cellule photoélectrique de contrôle : mesure en continu l'intensité lumineuse reçue sur les parois de la chambre d'irradiation. La réglementation (circulaire du 19/01/1987 du Ministère de la Santé) impose une dose d'exposition (produit de l'intensité du rayonnement par le temps d'exposition) devant être, en tout point de la chambre d'irradiation, supérieure à 250 J/m<sup>2</sup> ;
- Alarme : signale une dose d'exposition en deçà du seuil critique ;
- Compteur horaire : compteur de durée de vie des lampes ;
- Filtre : peut être placé en amont de l'installation pour éliminer les matières en suspension, donc réduire la turbidité de l'eau et ainsi optimiser le traitement.

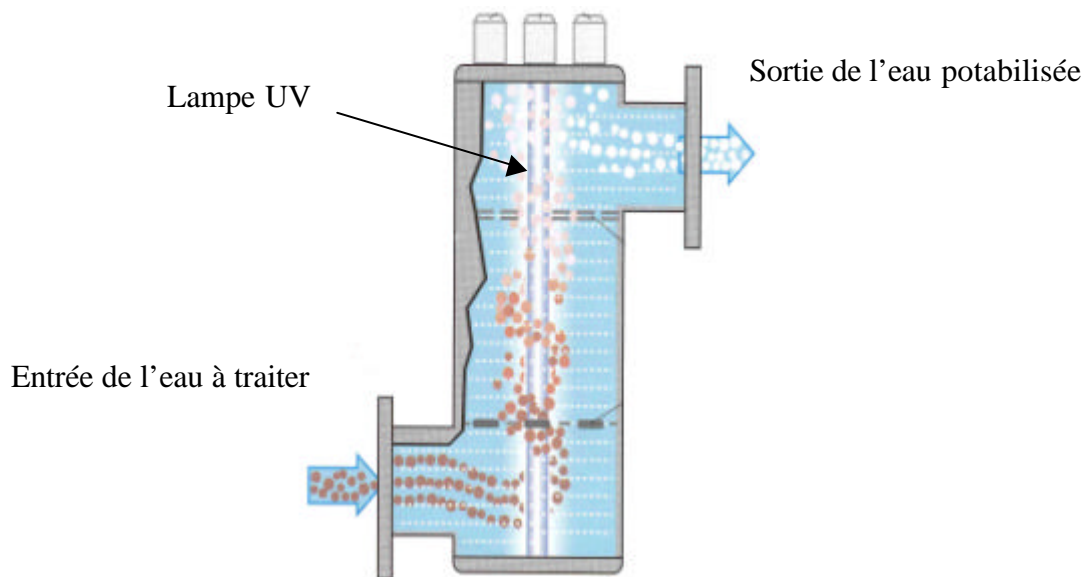


Figure 6 – Principe d'une lampe à rayons ultraviolets

## Dimensionnement du système

On trouve sur le marché de nombreux modèles dont les capacités de traitement varient de moins de 0,1 m<sup>3</sup>/h à plus de 500 m<sup>3</sup>/h.

- Qualité de base de l'eau : l'eau doit être perméable aux rayons UV, cette perméabilité se détermine en laboratoire. Différents paramètres interviennent :
  - La turbidité. Elle doit être au moins inférieure à 2 unités NTU (Nephelometric Turbidity Unit) ;
  - La concentration en certains ions dissous (Fer < 0,2 mg/l, Manganèse < 0,05 mg/l) ;
  - La couleur ;
  - La teneur en matière organique ;
- Caractéristiques du réseau : contrairement à la désinfection par le chlore et ses dérivés, une eau traitée par UV ne contient pas une dose résiduelle de produit désinfectant (absence d'effet rémanent). Le réseau doit donc être en bon état et le temps de séjour doit être faible pour que la qualité bactériologique de l'eau ne se dégrade pas en aval du traitement.

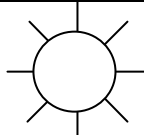
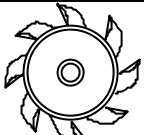
## Dimensionnement de l'installation énergétique

La consommation électrique des lampes dépend de la perméabilité de l'eau aux UV. Elle peut être de 10 à 15 Wh/m<sup>3</sup> pour une eau de bonne qualité.

Une alimentation à partir de panneaux photovoltaïques est réservée à de très petites installations.

Par contre l'alimentation à partir d'une picocentrale hydroélectrique permet de traiter des débits importants.

**Tableau 6 – Puissance à installer pour l'alimentation de stérilisateur ultraviolets**

	Débit traité		Consommation électrique				
	m <sup>3</sup> /jour		Wh/jour		Min	Max	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
Stérilisation par ultraviolets	2		350		150 Wc	300 Wc	
	75		1 425		800 Wc	1 250 Wc	
	200		2 200		1 200 Wc	1 800 Wc	500
	200	350	7 200				1 000 W

**Nota:** le traitement UV nécessite beaucoup plus d'énergie que la chloration. Cependant des programmes de recherche devraient permettre de déboucher à court terme sur des solutions alliant UV et ENR et économies en énergie.<sup>1</sup>

## Maintenance

Les opérations périodiques d'entretien sont :

- Nettoyage des lampes, gaines, hublot de contrôle et filtres ;
- Remplacement des lampes toutes les 7 000 heures ;
- Réglage de la cellule photoélectrique par un laboratoire spécialisé ;
- Suivi de la qualité de l'eau, avant et après traitement.

## Coûts

Le prix d'un petit stérilisateur (2 à 10 m<sup>3</sup>/h) varie de 4 000 F ht à 20 000 F ht. Certains fabricants proposent des systèmes déjà équipés de modules photovoltaïques.

<sup>1</sup> Programme européen JOULE-CRAFT coordonné par le COSTIC

# LES SYSTEMES D'ASSAINISSEMENT

---

Trois grands groupes de filières existent pour l'assainissement en milieu rural de collectivités inférieures à 2 000 EH :

- Les cultures fixées sur support grossier
  - Lits bactériens
  - Disques biologiques
- Les cultures fixées sur supports fins.
- Les cultures libres ;
  - Boues activées
  - Lagunage naturel
  - Lagunage aéré

La description approfondie de ces filières a fait l'objet d'un document technique FNDAE [n°22]. Les possibilités offertes par les énergies renouvelables pour l'alimentation de ces filières sont présentées dans le présent chapitre.

Dans chacune de ces filières, l'utilisation d'énergies renouvelables peut être étudiée dans les buts suivants :

- Soit pour alimenter la station complète et éviter le raccordement au réseau d'un site isolé ;
- Soit pour diminuer la facture d'électricité et la puissance totale installée en n'alimentant que certains équipements périphériques de la station d'épuration.
  - Poste de relevage
  - Dégrillage mécanique
  - Agitateur
  - Alarme-télémesure

En plus de ces de filières, une technique particulièrement adaptée à une alimentation par des énergies renouvelables mais ne faisant pas partie des systèmes d'assainissement collectif est présentée : les toilettes sèches.

## **Les cultures fixées sur support grossier**

Ce groupe est constitué de deux filières : les lits bactériens et les disques biologiques.

*Tableau 7 – Équipements susceptibles d'être alimentés par des énergies renouvelables*

	LITS BACTERIENS	DISQUES BIOLOGIQUES
Poste de relevage	Fonctionnement intermittent Quelques heures / jour	Fonctionnement intermittent Quelques heures / jour
Dégrillage	Fonctionnement intermittent Quelques minutes / heure	Fonctionnement intermittent Quelques minutes / heure
Décanteur - digesteur	Pas de consommation électrique	Pas de consommation électrique
Lits bactériens	Sprinkler motorisé Fonctionnement permanent Pompes de recyclage Environ 8 heures / jour	
Disques biologiques		Moteur d'entraînement Fonctionnement permanent
Clarificateur	Pompe de recirculation des boues Environ 8 heures / jour	Pompe de recirculation des boues Environ 8 heures / jour

## **Les cultures fixées sur support fin**

En général ces équipements ne nécessitent pas d'alimentation électrique sauf dans certains cas pour des équipements annexes tels que des postes de relevage.

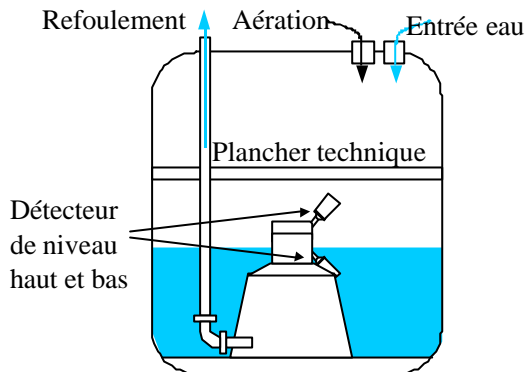
## Les cultures libres

Ce groupe est formé de trois filières : les boues activées en aération prolongée, le lagunage naturel, et le lagunage aéré.

*Tableau 8 – Équipements susceptibles d'être alimentés par des énergies renouvelables*

	BOUES ACTIVEES	LAGUNAGE NATUREL	LAGUNAGE AERE
Poste de relevage	Fonctionnement intermittent Quelques heures / jour	Fonctionnement intermittent Quelques heures / jour	Fonctionnement intermittent Quelques heures / jour
Dégrillage	Fonctionnement intermittent Quelques minutes / heure	Fonctionnement intermittent Quelques minutes / heure	Fonctionnement intermittent Quelques minutes / heure
Dégraisseur – Dessableur	Pas de consommation électrique		
Bassin d'aération	Consommation trop importante		
Clarificateur	Pompe de recirculation des boues Environ 8 heures / jour  Pont racleur Permanent		
Épaississeur	Pas de consommation électrique		
Agitateur de silos à boues	Fonctionnement intermittent 1 heure / jour		
Aérateur de lagunes		Fonctionnement intermittent	Consommation trop importante

**POSTE DE RELEVAGE**



*Photo 5 – Poste de relevage – Documentation commerciale SEBICO*

**Principe**

La cuve reçoit les eaux à relever. Une ou deux pompes placées à l'intérieur les refoulent. Des interrupteurs de niveau haut et bas mettent en route la pompe et l'arrêtent. Le nombre de démarrage par heure doit être limité (maximum 10 démarrages pour les petites installations). Ces postes sont souvent installés en tête des stations d'épuration pour relever les eaux du réseau qui arrivent plus bas que l'installation.

**Dimensionnement du système**

Le choix du poste de relevage est réalisé à partir du débit d'eau à relever et de la hauteur manométrique totale (HMT) de relevage (hauteur de relevage + pertes de charge dans la conduite). Le dimensionnement peut être effectué par le constructeur au cas par cas.

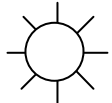


Pour le dimensionnement du système, on rappelle que 1 EH correspond à 150 litres d'eau à traiter par jour.

Les postes de relevage doivent être alimentés en 220 V alternatif ou 380 V triphasé. Il faut donc tenir compte du rendement d'un onduleur lors de l'estimation des consommations

**Dimensionnement de l'installation énergétique**

La puissance est très variable suivant le site et la capacité de l'installation et la qualité des effluents traités. Les résultats suivants sont donnés à titre indicatif.

*Tableau 9 - Puissance à installer pour l'alimentation d'un poste de relevage*

Capacité EH	Hauteur manométrique	Puissance du poste	Durée de fonctionnement	Consommation électrique			
400	2,5 m	800 W	4 heures par jour	4 kWh/jour	2 250 à 4 500 Wc	1 000 W	Suivant le site
1 000	2,5 m	1 600 W	4 heures par jour	8 kWh/jour		2 000 W	

**Maintenance**

- Tous les 6 mois environ (suivant le nombre d'heures) : vérification du niveau ou vidange de l'huile de la pompe.
- Tous les quatre mois environ : vérification des automatismes, nettoyage des interrupteurs à flotteur.

- Régulièrement : nettoyage du panier de dégrillage et vérification que l'orifice de la pompe n'est pas bouché.

**Coûts**

A partir de 40 000 FRF ht.

**DEGRILLAGE MECANIQUE**

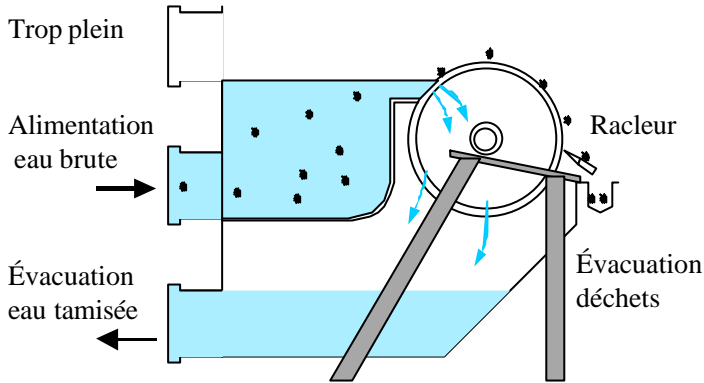


Figure 7 – Schéma de principe d'un dégrillage rotatif

Photo 6 – Dégrillage mécanique – Documentation commerciale FB PROCÉDÉS

**Principe**

Une grille placée dans le circuit des eaux usées retient les particules grossières afin de protéger les systèmes d'épuration. Un peigne ou un râteau animé d'un mouvement circulaire de même trajectoire que la grille vient les retirer. Un éjecteur solidaire du châssis permet l'évacuation dans une goulotte ou un panier perforé.

**Applications envisagées**

Un dégrillage est présent à l'amont de toutes les stations d'épuration. En général, il est automatique dans les stations avec lits bactériens, disques biologiques ou boues activées. Pour les autres installations il est souvent manuel ce qui peut entraîner des incidents s'il n'est pas réalisé correctement.

**Dimensionnement du système**

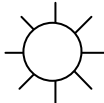


Il faut déterminer :

- L'espacement des barreaux qui doit correspondre au passage le plus étroit des appareils mécaniques (en pratique de 2 à 4 cm)
- La largeur et la hauteur immergée du dégrillage à partir d'abaques propres à chaque constructeur.

**Dimensionnement de l'installation énergétique**

La puissance d'un dégrillage automatique est de l'ordre de 200 W. Suivant la capacité de la station d'épuration, le dégrillage sera utilisé pendant des durées plus ou moins longues. En général, l'installation devra aussi alimenter le poste de relevage.

Tableau 10 – Puissance à installer pour l'alimentation d'un dégrillage automatique

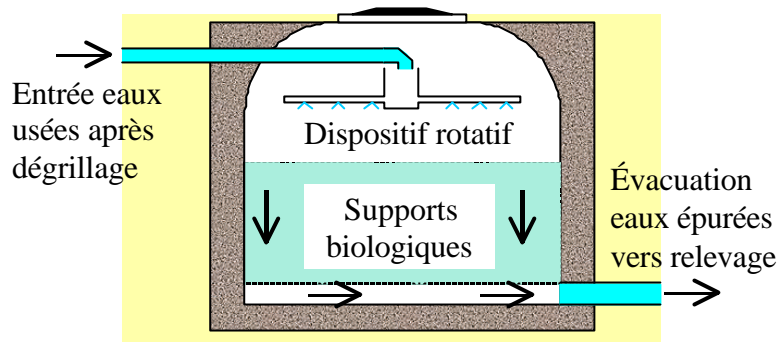
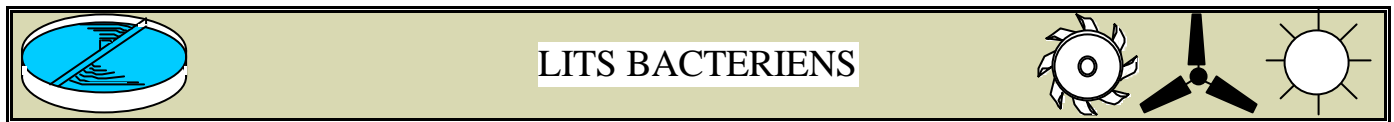
Capacité	Puissance du dégrillage	Durée de fonctionnement	Consommation électrique			
400 EH	200 W	2 min./h	160 Wh/jour	200 à 400 Wc	300 W	Suivant le site
1 000 EH	200 W	5 min./h	400 Wh/jour	250 à 500 Wc	300 W	

**Maintenance**

L'entretien à réaliser est peu important. Il s'agit de s'assurer régulièrement du bon fonctionnement du dégrillage. Pour plus de sûreté il existe des téléalarmes qui se déclenchent lorsque la consommation électrique devient trop importante, signe que la grille est en train de se colmater.

**Coûts**

A partir de 40 000 FRF ht.



*Figure 8 – Schéma de principe d'un lit bactérien avec sortie basse*

### Principe

Il consiste à faire ruisseler l'eau à traiter sur une masse de matériau dont la surface spécifique est de 50 à 200 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> et servant de support aux micro-organismes épurateurs.

### Caractéristiques techniques principales

- Situé après un dégrillage limitant la taille des particules et évitant le colmatage du lit bactérien ;
- Traitement :
  - La dispersion de l'eau à traiter en surface du lit est réalisée par un dispositif tournant en contre-réaction des jets d'eau ;
  - L'aération se fait par ventilation naturelle à travers la masse filtrante, le transfert d'oxygène se réalise à travers le film liquide en ruissellement ;
  - Clarificateur : permet l'extraction des boues produites ;
  - Une recirculation de l'eau en sortie du lit bactérien et des boues en sortie du clarificateur est en général installée.

### Dimensionnement du système

Pour une station de 1000 EH (charge hydraulique de 150 m<sup>3</sup>/j, charge organique de 50 kg DBO<sub>5</sub>).

- Décanteur – digesteur : S rectangulaire = 36 m<sup>2</sup>, V = 180 m<sup>3</sup> ;
- Lit bactérien : V garnissage = 55 m<sup>3</sup> - H<sub>mini</sub> = 2,5 m avec un taux de recyclage minimal égal à 2 ;
- Clarificateur : S = 16 m<sup>2</sup>.

### Dimensionnement de l'installation énergétique

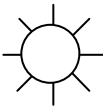


Le lit bactérien en tant que tel consomme peu d'énergie. Les consommations électriques proviennent essentiellement de deux postes :

- Du dégrillage et du poste de relevage ;
- Des pompes de recirculation.

Au total ces consommations électriques sont estimées à :

- 2 300 kWh/an pour 400 EH ;
- 6 400 kWh/an pour 1000 EH.

*Tableau 11 – Puissance à installer pour l'alimentation d'un lit bactérien*

Capacité	Consommation électrique				
		Min	Max		
400 EH	6 kWh/jour	3 300 Wc	6 600 Wc	500 W	Suivant le site
1 000 EH	17 kWh/jour			1 000 W	

### Maintenance

Passage fréquent (2 fois par semaine) pour entretenir le tourniquet, et relever les compteurs.

### Coûts

Un lit bactérien coûte environ 65 000 FRF pour une capacité traitée de 400 EH.



## DISQUES BIOLOGIQUES







*Figure 9 – Disques biologiques – Documentation commerciale S&P*

### Principe

Il s'agit de la rotation d'une biomasse fixée sur des disques tournant autour d'un axe horizontal et baignant en partie dans l'eau à traiter, de manière à se trouver alternativement en contact avec cette eau et l'oxygène de l'air.

### Caractéristiques techniques principales

Elles sont spécifiques à chaque produit. D'une manière générale, le dispositif est constitué de :

- Disques ;
- Motoréducteur ;
- Paliers ;
- Dispositif de régulation du débit ;
- Cuves semi-cylindriques évitant les dépôts ;
- Déflecteurs placés entre chaque biodisque, produisant un brassage efficace et une oxygénation importante.

### Dimensionnement du système

Le dimensionnement (nombre de disques, capacité des cuves...) est effectué par le constructeur. Les données à fournir sont : la charge hydraulique, la charge biologique, la température extérieure, la température de l'effluent, la nature du prétraitement s'il existe, la qualité de l'effluent désirée à la sortie.

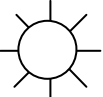


### Dimensionnement de l'installation énergétique

La consommation électrique provient de deux postes (hors poste de relevage et dégrillage) :

- Du motoréducteur pour l'entraînement des disques ;
- Des pompes de recirculation des boues.

Le tableau ci-après donne les consommations électriques, en fonction de la surface des disques disposés sur un même arbre, pour un produit donné. Les disques tournent 24h/24h et la pompe fonctionne une heure par jour.

*Tableau 12 – Puissance à installer pour l'alimentation de disques biologiques*

Capacité	Puissance du moto-réducteur	Puissance de la pompe	Consommation électrique				
	kW	kW	KWh/jour	Min	Max		
100 EH	0,25	0,75	6,75	3 750 Wc	7 500 Wc	1 500 W	Suivant le site
200 EH	0,5	0,75	12,75			1 500 W	
350 EH	0,75	0,75	18,75			2 000 W	

### Maintenance

Des visites périodiques permettent de :

- Nettoyer le décanteur ;
- Entretien du dispositif électromécanique ;

- Vérifier le bon fonctionnement de l'ensemble.

### Coûts

Le coût de ce système pour une capacité de 200 EH est d'environ 70 000 FRF TTC.



## LAGUNAGE NATUREL







*Photo 7 – Aération de lagunage à Meze (34)*

### Principe

Le lagunage naturel est un procédé extensif très employé (environ 15% du nombre total de stations en France). Il a l'avantage d'avoir de faibles coûts d'investissement (800 FRF/EH au lieu de 2 000 FRF/EH pour des installations classiques) et de fonctionnement, et d'avoir un entretien simple.

Le lagunage naturel s'effectue en trois étapes :

- 1<sup>ère</sup> lagune : abattement de la charge polluante carbonée ;
- 2<sup>ème</sup> lagune : abattement de l'azote et du phosphore et réduction de la concentration en algues ;
- 3<sup>ème</sup> lagune : parfait le travail réalisé dans la 2<sup>ème</sup> lagune.

Pour réduire le développement bactérien dans la première lagune, lié notamment à un effet de stratification thermique, on peut envisager l'installation d'une petite aération.

### Dimensionnement de l'installation

La première lagune dans le cas du lagunage naturel doit avoir pour capacité 6 m<sup>3</sup> par EH. La profondeur du bassin est d'environ 1 m. Soit pour une installation de 400 EH une lagune de 2 400 m<sup>2</sup>.

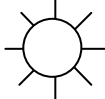


### Dimensionnement de l'installation énergétique

Contrairement au lagunage aéré, où il s'agit d'apporter la quantité d'oxygène nécessaire à l'épuration, l'aération d'un lagunage naturel doit surtout permettre un brassage des boues en surface.

Ainsi, pour un lagunage aéré, la puissance d'aération nécessaire serait de 18 W/EH (soit 7,2 kW pour 400 EH). Dans le cas du lagunage naturel, on peut estimer la puissance nécessaire à 3 W/EH (soit 1,2 kW pour 400 EH).

De plus, cette aération n'est pas nécessaire sur de longues périodes ce qui permet un fonctionnement au fil du soleil ou du vent.

*Tableau 13 – Puissance à installer pour l'alimentation d'une aération de lagunage*

Capacité	Aération				
	P	Min	Max		
200 EH	600 W	1 000 Wc	2 000 Wc	1 000 W	Suivant le site
400 EH	1 200 W	2 000 Wc	4 000 Wc	1 500 W	
1 000 EH	3 000 W			4 000 W	



## AGITATEUR

Il s'agit de brasser les boues liquides en attente d'épandage

### Principe

Les stations d'épuration produisent des boues dont le traitement final peut être varié : incinération après séchage, épandage agricole... Dans le cas de l'épandage agricole les boues sont assez liquides (siccité < 10%) et sont stockées dans des cuves ou silos qui sont vidés tous les six ou sept mois. Durant ce laps de temps il faut éviter la fermentation et la décantation des boues en les brassant régulièrement à l'aide d'un agitateur submersible. Il doit être prévu à partir d'un volume du silo supérieur à 100 m<sup>3</sup>.

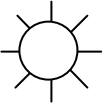

### Dimensionnement

On peut considérer qu'1 EH produit 1 litre par jour de boues. Le silo est vidé tous les 6 mois. Donc pour une installation de 400 EH, le silo aura un volume d'environ 80 m<sup>3</sup>. On peut alors se passer d'un agitateur. Pour une station de 1 000 EH, le silo aura un volume d'environ 200 m<sup>3</sup>.

### Dimensionnement de l'installation énergétique

L'ordre de grandeur pour la puissance de l'agitateur à installer est de 20 W/m<sup>3</sup>. La durée de fonctionnement est d'environ 1 heure par jour.

**Tableau 14 – Puissance à installer pour l'alimentation d'un agitateur de silos à boues**

Capacité	Puissance d'aération	Consommation		
1 000 EH	4 kW	4 kWh/jour	De 2 000 Wc à 4 000 Wc	Suivant le site



## ALARME TELEMESURE

### Présentation

Les installations de potabilisation et celles d'épuration, situées en site isolé, peuvent avoir besoin d'être équipés de systèmes de mesure et de sécurité.

La télétransmission peut concerner diverses mesures :

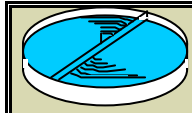
- Niveau d'eau potable ou d'eaux usées ;
- Pressions ;
- Débits d'eau potable ou d'eaux usées ;
- Fonctionnement du dégrillage ;
- Fonctionnement des appareils ;
- Mesure des caractéristiques des eaux usées.

Cela peut permettre une télégestion de l'installation ou de plusieurs installations et la télécommande

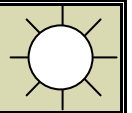
d'appareillage, notamment surveillance et asservissement de réservoirs d'eau potable et de station de pompage ou de reprise, surveillance de postes de relevage et de stations d'épuration.

### Dimensionnement de l'installation énergétique

Le besoin en énergie d'une installation de télétransmission est de l'ordre de 80 Wh/jour. Le besoin en énergie de l'installation de mesure est en général très faible. Ces consommations sont parfaitement adaptées à l'alimentation par modules photovoltaïques. 1 module de 50 Wc serait le plus souvent suffisant.



## TOILETTES SECHES



C'est la solution la mieux adaptée à l'assainissement en haute montagne.



*Photo 8 – Toilettes sèches – Salernes (83) – Réalisation ÉCOSPHÈRE TECHNOLOGIES*

### Principe

Il s'agit d'un dispositif à chute directe des excréments, sans eau. Les toilettes sèches permettent la collecte, le stockage et l'assèchement des matières fécales. Le principe est le suivant :

- Séparation des matières fécales et des urines, de façon à limiter très fortement les odeurs et à faciliter leur traitement et leur évacuation ;
- Stockage et ventilation des matières fécales : ceci permet l'oxydation de la fraction la plus fermentescible ("pré-compostage") donc une désodorisation partielle et un accroissement de la capacité de stockage ;
- Infiltration des urines dans le sol, s'il le permet, ou stockage et vidange ;
- Évacuation des matières solides en fin de saison. Ces matières peuvent être soit séchées en caquettes dans la fosse puis incinérées à proximité (le résidu sec étant combustible), soit mises en sacs et évacuées vers un site adapté.

### Dimensionnement du système

Un W.C. permet 10 000 utilisations avant évacuation des matières solides.

Il faut prévoir une ventilation mécanique efficace, assurant en permanence le passage de l'air depuis la cabine vers la fosse de rétention des matières fécales. Cela garantit l'absence totale d'odeur dans la cabine, même pendant l'utilisation.

### Dimensionnement de l'installation énergétique

La ventilation est réalisée par un ou deux ventilateurs de 1,2 W (24 V). Au total, la

consommation électrique ne dépasse pas 60 Wh/j. Le plus souvent, un module photovoltaïque d'environ 50 Wc suffit.

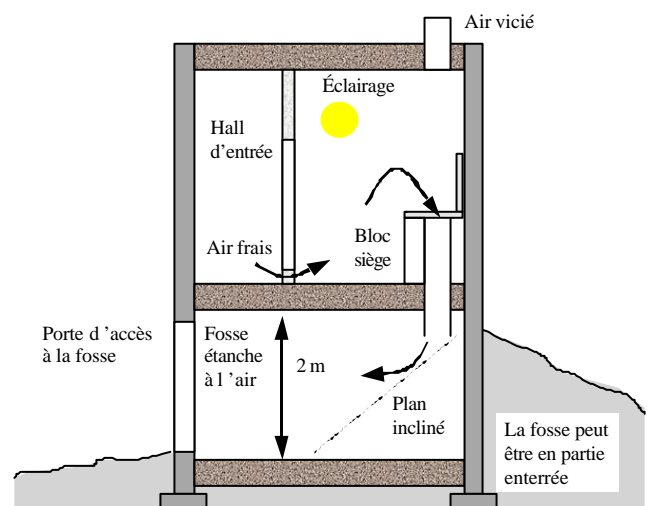
### Maintenance

- Nettoyage journalier de la cuvette ;
- Évacuation des matières solides en fin de saison ;
- Évacuation des urines si le traitement in situ est impossible.

### Coûts

Une toilette coûte au maximum 19 000 F ht. L'installation d'un système complet (matériels + installation + cabine) revient entre 70 000 et 100 000 F ht.

### Schéma d'implantation


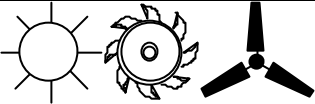
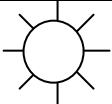


*Figure 10 – Vue générale du bâtiment*

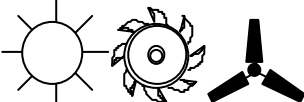
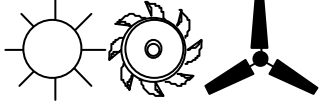
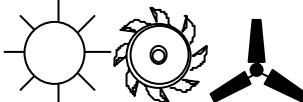
## Récapitulatif

Les tableaux suivants récapitulent les principales caractéristiques des différents systèmes présentés. Pour les systèmes à cultures fixées sur supports fins, certains équipements annexes (relevage, dégrillage) sont susceptibles d'être alimentés par des énergies renouvelables.

**Tableau 15 – Toilettes sèches et cultures fixées**

		LITS BACTERIENS	DISQUES BIOLOGIQUES	TOILETTES SECHES
Capacité	EH	300 – 2 000	400 – 1 000	100 000 utilisations
Investissement pour 400 EH	FRF/EH	1 675	2 300	70 à 100 000 FRF
Coût d'exploitation	FRF/EH/an	75	75	-
Emprise au sol pour 400 EH	m <sup>2</sup>	550	550	10 m <sup>2</sup> pour 2 toilettes
Énergie consommée	Wh/EH/jour	10	30 à 60	30 Wh/jour
Alimentation à partir d'énergies renouvelables				

**Tableau 16 – Cultures libres**

		BOUES ACTIVEES	LAGUNAGE NATUREL	LAGUNAGE AERE
Capacité	EH	1 000 – 2 000	100 – 1 500	400 – 2 000
Investissement pour 400 EH	FRF/EH	2 650	1 400	1 330
Coût d'exploitation	FRF/EH/an	120	50	65
Emprise au sol pour 400 EH	m <sup>2</sup>	500	6 000	2 000
Alimentation à partir d'énergies renouvelables		Certains équipements annexes 		Certains équipements annexes 

# **FICHES**

## **« EXEMPLES »**

---

A travers les enquêtes réalisées plusieurs installations ont été sélectionnées et sont présentées dans les fiches suivantes :

- Station de chloration alimentée par énergie photovoltaïque ;
- Station de chloration alimentée par énergie hydroélectrique ;
- Station d'épuration par lagunage aéré ;
- Station de mesures de niveau.

Ces fiches présentent le site alimenté, les charges, le dimensionnement et quelques éléments de coûts.

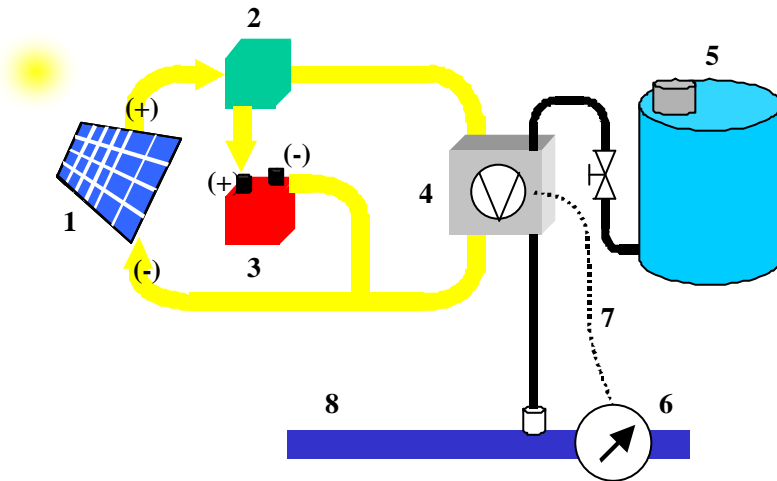
 **STATION DE CHLORATION** 

**PRÉSENTATION**

- **Installation Photovoltaïque de :** Ville de St Ferréol des Côtes
- **Date de mise en service :** juin 97
- **Objet de cette installation :** Alimentation d'une pompe doseuse afin de traiter l'eau par chloration de 2 réservoirs.
- **Besoins exprimés :** 120 Wh/j
- **Période d'utilisation :** Annuelle
- **Puissance crête installée :** 100 Wc
- **Conception de l'installation :** TOTAL ÉNERGIE
- **Maître d'ouvrage :** Ville de St Ferréol des Côtes
- **Installateur :** TOTAL ÉNERGIE



**DESCRIPTIF DE L'INSTALLATION**



1. 2 modules 50 Wc PHOTOWATT
2. Régulateur charge / décharge
3. Accumulateurs 140 Ah en C100 - Tension nominale : 24V
4. Pompe doseuse PROMINENT
5. Réservoir 30 litres
6. Compteur à impulsion
7. Asservissement de la pompe doseuse
8. Canalisation

**ASPECTS ÉCONOMIQUES**

- **Coût total de l'opération:** 90.000 FRF TTC
- **Arguments qui ont motivé le choix pour les photopiles :** Le site étant isolé, l'alimentation par énergie photovoltaïque était la plus économique.

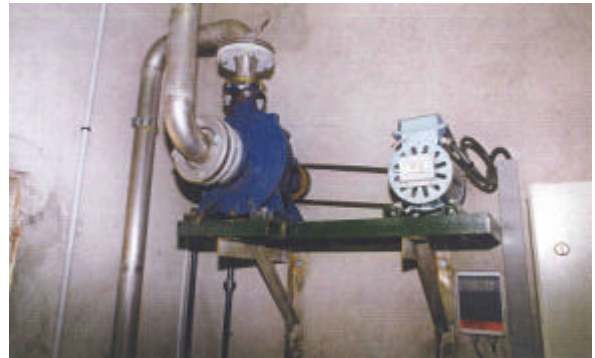


## STATION DE CHLORATION



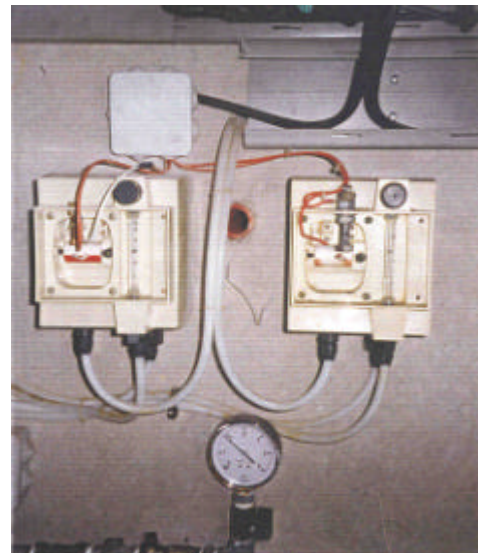
### PRÉSENTATION

- **Installation de :** Col du Cou (Haute Savoie)
- **Objet de cette installation :** Alimentation d'une pompe doseuse de chlore
- **Besoins exprimés :** Traitement de 2 000 m<sup>3</sup>/j – 3 000 EH
- **Période d'utilisation :** Annuelle
- **Puissance de la turbine :** 400 W (220 V)
- **Conception de l'installation :** PAVELEC
- **Maître d'ouvrage :** Syndicat Intercommunal des Eaux des Moises
- **Installateur :** PAVELEC



### DESCRIPTIF DE L'INSTALLATION

- **Picocentrale :** Pompe turbine KSB Etanorme
- **Régulateur :** charge / décharge
- **Accumulateurs :** 105 Ah
- **Tension nominale :** 12 V
- **Charges alimentées :**
  - Une pompe doseuse Prominent
  - 2 chloromètres
  - Régulation
  - Prise électrique 220 V



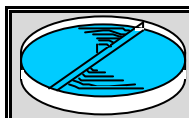
*Chloromètres*

### ASPECTS ÉCONOMIQUES

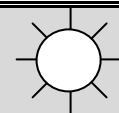
- **Coûts :**
  - Pompe doseuse + chloromètres : 64 000 FRF ht
  - Turbine : 22 000 FRF ht
  - Régulateur : 7 500 FRF ht
  - Convertisseur : 7 000 FRF ht
  - Main d'œuvre : 25 000 FRF ht
- **Arguments qui ont motivé le choix pour la picocentrale :** site isolé, ressources adaptées (débit turbiné : 80 m<sup>3</sup>/jour – hauteur : 60 m)
- **Remarques :** la picocentrale est sur dimensionnée par rapport aux besoins



*Pompe doseuse de chlore*



## STATION D'ÉPURATION



### PRÉSENTATION

- **Installation photovoltaïque de :** Villeveyrac (34)
- **Date de mise en service :** 1999
- **Objet de cette installation :** fourniture d'électricité à des aérateurs de lagune
- **Besoins exprimés :** 4 032 Wh/j
- **Capacité de la station :** 800 EH
- **Période d'utilisation :** Annuelle
- **Puissance crête installée :** 4080 Wc
- **Conception de l'installation :** APEX - BP SOLAREX
- **Maître d'Ouvrage :** CEREMHER
- **Installateur :** APEX - BP SOLAREX



*Les modules photovoltaï ques*

### DESCRIPTIF DE L'INSTALLATION

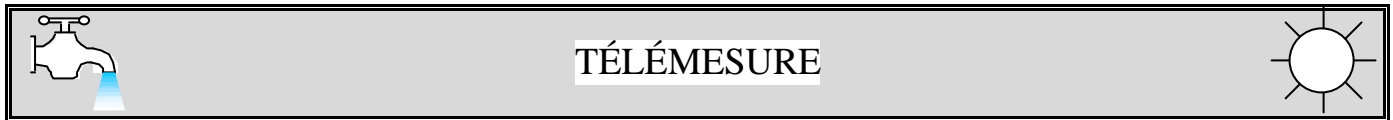
- **Modules :** 48 modules 85Wc type BP585
- **Système au fil du soleil**
- **Tension nominale :** 192V courant continu
- **Onduleur :** 3 x 3 000W
- **Charges alimentées :** 3 aérateurs de 550W – 230V triphasés

### ASPECTS ÉCONOMIQUES

- **Coût total :** 240 000 FRF
- **Arguments qui ont motivé le choix pour les photopiles :** éloignement du réseau (supérieur à 6 kms)
- **Renseignements concernant l'exploitation de l'installation :** suivi durant 2 ans par APEX et maintenance réalisée par les services techniques de la CEREMHER après formation par APEX
- **Avis de l'utilisateur :** très grande satisfaction du fait du service rendu et du coût de l'opération



*Système d'aération*



### **PRÉSENTATION**

- **Installation Photovoltaïque du :** département de la Loire
- **Date de mise en service :** 1996
- **Objet de cette installation :** Alimentation d'un système de chloration et de mesure de niveau d'un château d'eau.
- **Besoins exprimés :** 112 Wh/j
- **Période d'utilisation :** Annuelle
- **Puissance crête installée :** 150 Wc
- **Conception de l'installation :** TRANSENERGIE
- **Maître d'ouvrage :** Syndicat Intercommunal d'Électricité du département de la Loire (SIEL)
- **Installateur :** Société D'aménagement Urbain et Rural (SAUR)



*Emplacement des modules*

### **DESCRIPTIF DE L'INSTALLATION**

- **Modules :** 3 modules 50 Wc (PWX 500 PHOTOWATT)
- **Régulateur :** 1 régulation charge / décharge TOTAL ÉNERGIE avec voyants de visualisation et diode anti-retour
- **Accumulateurs :** 240 Ah en C100
- **Tension nominale :** 12 V
- **Charges alimentées :** Les équipements alimentés sur ce site permettent d'assurer les fonctions suivantes :
  - La surveillance permanente de niveau d'eau ;
  - La transmission permanente des messages d'alarme par transmetteur de type SOFREL (puissance 0,48 W) ;
  - La chloration de l'eau en utilisant un système de chloration de type HITEC (puissance 24 W).

### **ASPECTS ÉCONOMIQUES**

- **Arguments qui ont motivé le choix pour les photopiles :** L'alimentation de l'installation par énergie photovoltaïque était plus économique
- **Renseignements concernant l'exploitation de l'installation :** Le transmetteur d'alarme permet la transmission par réseau téléphonique commuté (RCT) du fonctionnement de l'installation technique. Très utile en cas de dysfonctionnement, il peut déclencher l'intervention du service chargé de la maintenance. Le système de chloration traite 500 m<sup>3</sup> d'eau par jour, par injection de gaz. Pour chaque m<sup>3</sup> d'eau, la pompe doseuse émet une impulsion qui entraînera l'ouverture ou la fermeture de l'électrovanne.

# PRINCIPAUX INTERVENANTS

## Énergies renouvelables

### Associations :

Comité International des Énergies Nouvelles	Tarbes (65)	05 62 93 93 13
Comité de Liaison des Énergies Renouvelables	Paris	01 46 59 04 44
ENERPLAN	Le Castellet (83)	04 94 32 70 08
Syndicat des Energies Renouvelables	Neuilly sur Seine (92)	04 41 49 55 01

### ADEME :

Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie	Paris	01 41 09 70 59
Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie	Sophia Antipolis (06)	04 93 95 80 02
Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie	Délégations régionales	

### Photovoltaïque – Fabricants et Assembleurs :

APEX – BP SOLAREX	Lavérune (34)	04 67 07 02 02
FORTUM AES (ex NAPS France)	Marne la Vallée (77)	01 60 97 95 60
PHOTOWATT	Bourgoin Jallieu (38)	04 74 93 80 20
SOLEMS	Palaiseau (91)	01 60 97 95 60
TOTAL ÉNERGIE	La Tour de Salvagny (69)	04 78 48 88 50
VERGNET	Ingré (45)	02 38 22 75 00

### Photovoltaïque – Bureau d'études :

JURA ÉNERGIE SOLAIRE	Colonne (39)	03 84 37 57 00
SERT	Écullly (69)	04 72 18 02 03
SIBILLE ÉLECTRONIQUE	Lyon (69)	04 78 83 31 73
TECSOL	Perpignan (66)	04 68 68 16 40
TENDANCIEL	St Michel / Orge (91)	01 69 46 22 00
TRANSÉNERGIE	Écullly (69)	04 72 86 04 04

### Éolien – Assembleurs :

ECOLAB	Plancy (10)	03 25 37 40 15
France Inéole	neufchâteau (88)	03 29 06 19 33
VERGNET	Ingré (45)	02 38 22 75 00

### Picocentrales hydroélectriques – Assembleurs :

CISMAL	Bièvres (91)	01 69 41 18 31
ECOWATT	Clamensane (04)	04 92 68 34 54
SOGECO HYDROENERGIE	Die (26)	04 75 22 12 15

### Energies Renouvelables – Recherches appliquées:

COSTIC	Digne (04)	04 92 31 19 30
Ecole Des Mines De Paris	Sophia Antipolis (06)	04 93 95 75 75
GENEC	St-Paul les Durance (13)	04 42 25 20 46

## **Potabilisation**

### Chloration – Fabricants de produits :

ADY	Chassieux (69)	04 72 47 74 84
CIFEC	Neuilly (92)	01 46 40 49 49

### Stérilisation Ultra Violet – Fabricants de produits :

HYDRO SYSTÈMES	Roquefort la Bédoule (13)	04 42 73 03 92
SIBILLE ÉLECTRONIQUE	Lyon (69)	04 78 83 31 73
WEDECO KATADYN	Roissy en Brie (77)	01 60 34 50 90

## **Épuration**

### Toilettes sèches :

ÉCOSPHÈRE TECHNOLOGIES	Nyons (26)	04 75 26 10 44
------------------------	------------	----------------

### Lits bactériens :

BIOTYS	Seclin (59)	03 20 32 91 46
ELOY & FILS	Belgique	(+32) 4 382 34 44
SIMOP	Saint Sauveur (50)	02 33 95 88 00
UDATI	Sartrouville	01 30 86 86 03

### Disques biologiques :

ERI DELUZET	Chatillon (36)	02 54 38 74 90
PLASTIQUE MÉTAL TECHNOLOGIE	Barby (73)	04 79 71 09 71

### Boues activées :

FLOM	Couzon (69)	04 78 22 62 61
HYDROTEC	La Garenne Colombes (92)	01 47 82 36 00
VOR ENVIRONNEMENT	Saint Genies (31)	05 61 74 31 71

### Lagunage aéré

CERSEE	Douai (59)	03 27 99 89 90
--------	------------	----------------

## **Alarmes télétransmissions :**

HITEC	Champlan (91)	01 69 74 10 90
MOTOROLA	Antony (92)	01 30 43 17 17
VEGA	Nordhouse (67)	03 88 59 01 50

# CONCLUSION

---

L'application des énergies renouvelables à l'alimentation électrique de systèmes de traitement d'eau est déjà une réalité. Elle devrait encore se développer dans les années à venir car les besoins sont importants.

Le développement a commencé par le traitement de l'eau potable car les sites sont très souvent éloignés du réseau électrique. De plus les besoins énergétiques sont assez faibles. Ces deux remarques (éloignement du réseau et puissance à fournir faible) sont autant de facteurs de développement des énergies renouvelables et expliquent leur succès dans ce domaine. Dans le cadre du traitement d'eau potable, les deux traitements possibles sont la désinfection par chloration ou par rayons ultraviolets. Ils peuvent être alimentés par des panneaux photovoltaïques ou par une picocentrale hydroélectrique (si le site le permet).

Une enquête, non exhaustive, nous a permis de répertorier environ 80 installations de potabilisation par chloration et seulement une petite dizaine d'installations de potabilisation par rayons UV.

Comme on peut le constater, les énergies renouvelables concernent le plus souvent les installations de chloration, peu consommatrices d'énergie. Le traitement UV nécessite lui beaucoup plus d'énergie. Néanmoins les communes préfèrent souvent s'équiper de stérilisateur UV qui présentent l'avantage de ne pas altérer le goût de l'eau et de ne pas ajouter de produits chimiques à cette eau. Des recherches menées actuellement devraient déboucher très rapidement sur des solutions alliant UV, énergies renouvelables et économies en électricité.

Nous n'avons rencontré que 7 installations de traitement d'eaux usées où intervenait une énergie renouvelable. Les stations d'épuration sont en effet souvent peu éloignées des habitations donc du réseau électrique. De plus, suivant les filières de traitement choisies, les besoins énergétiques peuvent être soit inexistant, soit très élevés. Pendant longtemps, l'assainissement n'a pas été une priorité pour les communes. Avec l'obligation d'installer les traitements nécessaires d'ici le 31 décembre 2005, le nombre d'installations devrait se multiplier.

Dans ce cadre, les applications envisageables sont :

- L'alimentation électrique de systèmes d'épuration tels que les lits bactériens, les toilettes sèches ou les disques biologiques ;
- L'alimentation d'appareils annexes aux stations d'épuration : dégrillage mécanique, poste de relevage, aération de lagunes, agitateur de silos à boues, alarmes.

Ces applications peuvent être alimentées à partir de panneaux photovoltaïques, de pico centrales hydroélectriques ou d'aérogénérateurs en fonction de la taille des installations.

Si l'installation de panneaux photovoltaïques et de picocentrales est bien maîtrisée, l'utilisation d'aérogénérateurs pour ce type d'installation est encore très peu fréquente malgré les possibilités offertes par l'énergie éolienne.

Les énergies renouvelables ont donc un potentiel certain de développement dans le domaine du traitement de l'eau pour les communes rurales. Ce document devrait permettre d'informer les décideurs sur ces possibilités et les aider dans leur choix d'une filière de potabilisation ou de traitement d'eaux usées.