n°65 - avril 2008

# Un investissement en pompage solaire dans le Sahel Malien

Les leçons de l'expérience du village de Tinkaré

Mots clés associés : innovation, sciences et techniques | climat et énergie | eau potable | energie | energie primaire | energies renouvelables

## Résumé

**Début février 2007 à Tinkaré**, (Commune de Diéma, Région de Kayes, Mali) : c'est le soleil qui actionne désormais les pompes immergées des anciens forages F4 et F5 du village, rendant inutiles les deux groupes électrogènes usés par six années de fonctionnement.

Le Président de l'AGET, responsable de la structure associative qui pilote sur place depuis sept ans le système d'exhaure de Tinkaré, table sur la production moyenne de 34 m3 d'eau par jour promise par l'installateur. L'investissement réalisé doit permettre le retour à l'équilibre financier du système de production et de distribution d'eau potable du village.

**Fin mars 2008 à Paris** : le rapport de gestion de l'AGET pour l'année 2007 parvient par porteur au Président de l'ODHT . Il vient confirmer l'effet bénéfique attendu de l'équipement en pompage photovoltaïque qui se traduit, en assurant 30 % de la production totale d'eau de l'année avec la baisse de consommation de gas oil qui en résulte, par un résultat positif de 3 Millions de FCFA soit 4522 €, contre une perte attendue de 2744 € si le pompage de l'eau était resté en « tout thermique ».

---

*Télécharger l'article en format pdf :*

**EDD65Leonhardt**

*Mise en garde : Cette version imprimable fait référence à l'ancien plan de classement de l'encyclopédie.*

*La nouvelle classification de cet article est :*

- 5.4- Ressources minérales et énergétiques
- 7.1- Energies

# Auteurs

**Léonhardt Gilbert**

Gilbert Léonhardt est un ancien directeur de société d'économie mixte d'aménagement. Il a successivement travaillé dans un BET d'urbanisme, des sociétés d'économie mixte (SEM) de construction de logements sociaux et dans la gestion du patrimoine d'une SEM de la ville de Paris. Il est trésorier de l'association 4D et de l'Atelier Local d'Urbanisme du 3e arrondissement de Paris (ALU3). Il est également conseil de l'Organisation pour le Développement Hydraulique de Tinkaré (ODHT).

# Texte

Le Président : [1].- L'ODHT : [2]

Le village agricole de Tinkaré dont la population de près de 6000 habitants en 2008 comporte une diaspora de quelque 8OO ressortissants en France « encadrés » dans une association de la loi de 1901 de droit français : l'Organisation pour le Développement Hydraulique de Tinkaré (ODHT). L'ODHT joue le rôle de bailleur de fonds et d'investisseur principal au profit du village d'origine grâce aux « cotisations-impôts » collectés auprès de ses adhérents.
Dans une première partie on exposera le processus du passage du pompage « tout thermique » initial (2001-2006) à la mise service début 2007 de deux groupes de panneaux solaires conduisant à un système de pompage « mixte solaire-thermique ».

Dans une deuxième partie les résultats d'exploitation détaillés de la gestion de l'eau en 2007 seront présentés afin de mesurer l'effet « pompage solaire » sur le prix de revient du m3 d'eau par rapport aux exercices antérieurs.

# Du « tout thermique » au « mixte solaire-thermique »

Les ressortissants de Tinkaré en Région Parisienne, regroupés dans l'ODHT, ont financé seuls, entre 2000 et 2007, l'essentiel des investissements pour la réalisation et le développement du système d'adduction d'eau du village. Au cours des dix dernières années ces transferts financiers se sont élevés à plus de 400 000 €.

Tinkaré est l'un des villages les plus importants de la commune rurale de Diéma par le nombre de sa population, près de 6000 habitants. Il est situé a la limite de la zone sahélienne à environ 4 km au Sud-Est de Diéma, à 280 km à l'Est de Kayes et à 353 km au Nord de Bamako. Il subit la forte influence du climat sahélien caractérisée par 3 saisons distinctes : saison froide de novembre à février, saison sèche de mars à juin et saison pluvieuse de juillet à octobre Son accès se fait exclusivement par la route récemment rénovée. Les principales activités économiques sont agropastorales, le commerce y est peu développé.

De tout temps, le village a assuré son alimentation en eau grâce à une douzaine de puits à grand

diamètre, financés progressivement par les ressortissants du village. Toutefois, ces puits, dont la profondeur moyenne était d'environs 15 mètres, s'asséchaient progressivement à la période chaude.

Tinkaré a réalisé en 2001 une adduction d'eau qui a permis à toute la population du village de bénéficier d'une eau de bonne qualité.
La maîtrise d'ouvrage du système a été assurée par l' O.D.H.T avec l'assistance technique de la SAGEP -Sté des Eaux de Paris.

Le système d'approvisionnement en eau de TINKARÉ, mis en service en avril 2001, comprenait quatre forages réalisés en 1999-2000 équipés de pompes électriques alimentées par deux groupes électrogènes de 16 KVA (diesel) et reliés au château d'eau situé à la périphérie du village. Le château d'eau, construit pendant l'année 2000 comporte un réservoir d'une capacité de 100 m3 qui s'élève à 10 mètres au-dessus du sol. Le réseau de distribution est dimensionné pour une consommation journalière maximale admise de 230 m3/jour soit un débit moyen sur 18 heures de 4,12 litre/seconde avec un débit de pointe de 12,5 l/s.

Le système de pompage, le château d'eau et le réseau de distribution d'eau potable ont représenté un investissement de plus de 470 000 € financé à hauteur de 325 000 € par l'ODHT, Une subvention de 75 000 € avait été obtenue de l'Agence de l'Eau Seine Normandie et l'apport de la SAGEP-Eau de Paris s'était élevée à 12 450 €.

Dés 2003 les capacités des forages existants apparaissent insuffisantes : l'ODHT décide de réaliser une campagne de forage, confiée à une société spécialisée de Bamako, Foraco Sahel. Sur les trois forages réalisés, un seul, situé à 4,6 km du village, répond aux conditions du contrat avec l'ODHT. Résultat inespéré, son débit théorique de 30 m3/heure permet de doubler la ressource en eau potable. Cette opération a représenté une dépense de 28 500 € intégralement financée sur les fonds propres de l'ODHT.

L’équipement de ce nouveau forage, dit F3, profond de 80 m, fait l’objet en janvier 2004 d’une étude de la SAGEP encore basée sur la solution du pompage thermique avec une electropompe immergée (coût : 1654 €) alimentée par un groupe électrogène de 16 KVA (coût : 9493 €). Le coût prévisionnel du projet est estimé par la SAGEP à 56 600 € hors études préalables et réalisation des forages, ce chiffre ne comprenant pas non plus la contribution en nature des villageois pour réaliser la tranchée de 4,6 km.

L’ODHT va alors se poser la question du pompage solaire : la SAGEP excluait jusqu’ici la solution solaire en raison du surcoût financier initial et du plafonnement quantitatif du débit de pompage journalier. Toutefois en septembre 2004 la SAGEP confirme son accord pour accompagner l’ODHT dans un projet de pompage solaire, dés lors qu’il s’agit d’un complément au système thermique de base.

La réponse négative en décembre 2004 de la Fondation Veolia à la demande de soutien financier présentée par l’ODHT pour un montant de 60 000 €, correspondant au surcoût de l’équipement solaire du forage F3, conduit l’ODHT à opter pour la solution thermique afin de ne pas retarder plus longtemps le renforcement devenu urgent des ressources en eau du village.

Cet échec provisoire et probablement salutaire pour la sécurité immédiate de l’alimentation en eau du village permet de tirer les enseignements suivants :
- Pour un système collectif d’alimentation en eau le pompage solaire doit venir en complément du pompage thermique seul capable d’assurer la production de base en cas de besoin la nuit et en

saison des pluies.
- La dépense d'investissement initiale en photovoltaïque est 4 à 5 fois supérieure à celle d'un équipement en thermique.
- L'étude de rentabilité financière de l'investissement « solaire » dans le cas du forage F3 montrait en 2004 que le prix de revient en « coût global direct » (hors amortissement) avec le système « tout thermique » est de 206 Fcfa le m3 contre 159 Fcfa en solaire : l'économie de 47 Fcfa par m3 d'eau produit génère une économie de 2 252 000 Fcfa (3443 €) avec et un temps de retour de 8,2 ans. (voir revue POUR n°185 mars 2005)

## L'effet « pompage solaire » en 2007

L'impact de la mise en service au début de 2007 des panneaux solaires pour le pompage des forages F4 et F5 implique d'examiner tout d'abord les comptes des années 2002-2006, période du « tout thermique » à Tinkaré.

**Le point de départ : les données financières de l'exploitation en « tout thermique »**

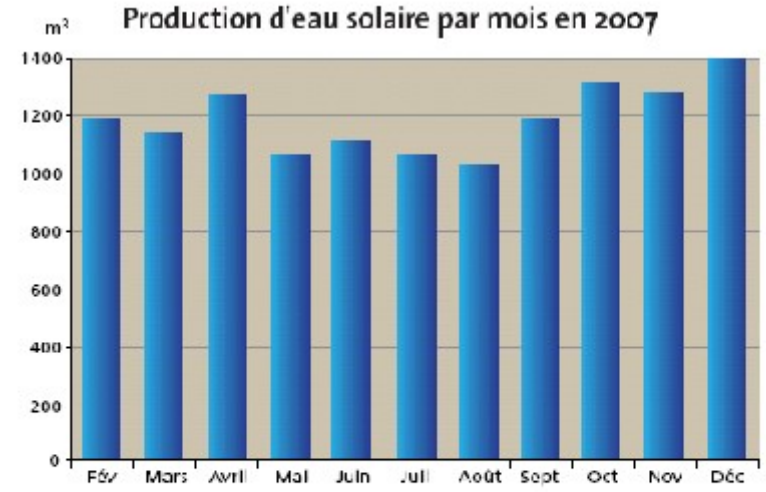
Les graphiques résument les principaux aspects de la gestion de l'eau pour les trois années 2002, 2005 et 2006.

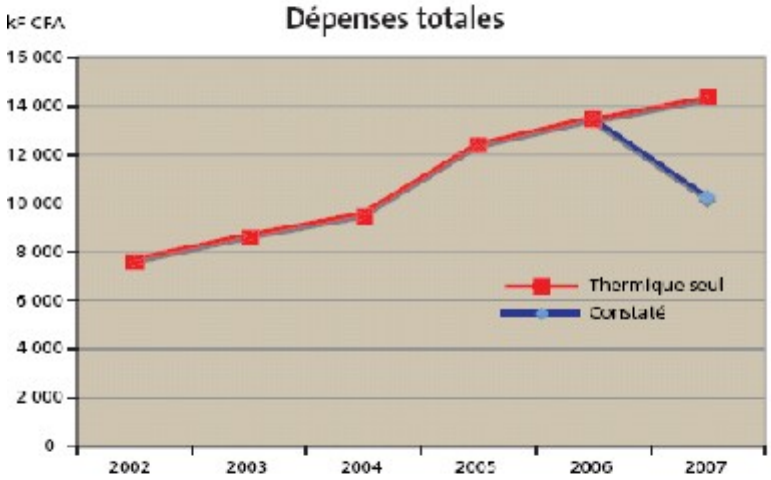
La production totale d'eau est passée de 41 180 m3 en 2002 à 46 877 m3 en 2006 soit une moyenne de 20 litres par jour et par habitants compte tenu d'une estimation de la population du village à 5500 en 2002 passant à 6000 en 2006-2008.

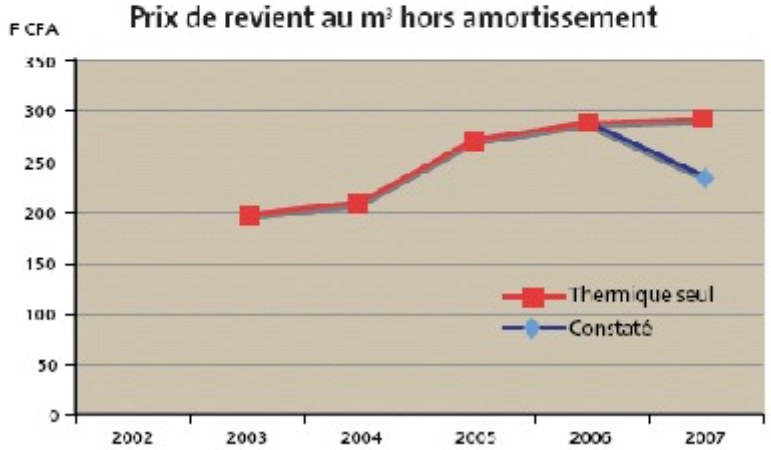
Le prix de revient du m3 hors amortissement passe de 185 à 287 Fcfa en 2006 pour un prix de vente qui, bien que réévalué en 2005, reste au niveau trop faible de 300 Fcfa.. En 2006 le prix de revient du m3 d'eau « amortissement compris » est de 366 Fcfa, très supérieur au prix de vente.

L'augmentation considérable du prix de revient s'explique par l'évolution du poste « gas oil & entretien » des groupes électrogènes qui passe de 4 124 096 à 9 947 635 Fcfa. Au cours de ces 5 années la consommation de gas oil par m3 d'eau produit a été multipliée par 1,6 et le prix moyen du litre de gas oil est passé de 382 à 536 Fcfa.

Au total la situation financière n'a cessé de se dégrader. Le solde positif « Recettes – Dépenses » est passé de 2,5 Millions de Fcfa en 2002 à 0,55 MFcfa en 2006. Encore plus préoccupant, le résultat après amortissement, déficitaire dés la première année, est passé de – 0,9 MFcfa en 2002 à – 2,9 MFcfa en 2006 et la prévision pour 2007, en cas de maintien du pompage « tout thermique » conduisait pour la première fois vers un solde négatif du poste « Recettes – Dépenses », de l'ordre de -1,8 MFcfa.


Production d'eau solaire par mois en 2007
m³
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
Fév
Mars
Avril
Mai
Juin
Juil
Août
Sept
Oct
Nov
Déc


Dépenses totales
k F CFA
15 000
14 000
12 000
10 000
8 000
6 000
4 000
2 000
0
2002
2003
2004
2005
2006
2007
Thermique seul
Constaté


Prix de revient au m³ hors amortissement
F CFA
350
300
250
200
150
100
50
0
2002
2003
2004
2005
2006
2007
Thermique seul
Constaté

*La production d'eau par pompage solaire a débuté effectivement en février 2007, réduisant le coût total des dépenses et le prix de reveints au mètre cube (hors amortissement).*

**Coût et financement de l'investissement « photovoltaïque » mis en service au début de 2007**

Le marché passé par l'ODHT avec la Société SEEBA de Bamako pour l'équipement complet des forages F4 et F5 avec deux groupes de panneaux solaires (générateurs photovoltaïques de 24 modules d'une puissance unitaire de 24 Wc) a représenté un dépense totale de 28 MFcfa soit 43 712 € . En l'absence de l'aide financière espérée l'ODHT a assuré seule cette dépense sur les fonds propres collectés en 2006 auprès de ses adhérents (une cotisation spécifique de 100 € a été appelée ! ).

Ce « sacrifice » des ressortissants de Tinkaré en Région Parisienne a été consenti avec la conscience que l'introduction du pompage solaire devait permettre de rétablir la situation financière.

**En 2007 le pompage solaire a assuré 30 % de la production totale d'eau de Tinkaré**

L'installateur des panneaux solaires s'était engagé sur un débit journalier « entre 31 et 38 m3/jour pour un ensoleillement entre 5 et 6 KWh/m2/jour ».
La production d'eau « solaire » en 2007 a été de 12 853 m3 soit une moyenne sur 11 mois de 39m3/jour. Grâce à l'équipement photovoltaïque et aussi au meilleur rendement du groupe électrogène du forage F3 la consommation de gas oil a été réduite de près de moitié passant de 17 048 litres en 2006 à 9 515 litres en 2007.

La part des dépenses « gas oil & entretien » dans les dépenses totales passe de 74 % en 2006 à 56 % en 2007 pour une production totale de 43 601 m3, en légère diminution.

Le solde « Recettes – Dépenses » en 2007, grâce au solaire, est de + 3 MFcfa contre une perte prévue de - 1,8 MFcfa en cas de poursuite du « tout thermique ».

Avec le système mixte « Solaire-Thermique » le prix de revient moyen du m3 d'eau, hors amortissement, est de 235 Fcfa en 2007 contre 287 en 2006 soit une baisse de 18 %. En réalité le prix de revient prévisionnel de 2007 en « tout thermique » étant de 297 Fcfa la diminution obtenue est de : 297 – 235 = 62 Fcfa/m3.

Si, comme il est prévu, le prix de vente de l'eau est porté à 350 Fcfa au cours de l'année 2008 les recettes permettront enfin de couvrir le prix de revient amortissement compris.

**L'équipement solaire permet de rétablir en 2007 une situation financière qui était compromise. Le temps de retour sur investissement**

Ainsi les économies dues à l'investissement de 43 712 € en « solaire » ont permis de réduire en 2007 de 62 Fcfa le prix de revient moyen du m3 d'eau.
Cette économie représente, pour une production annuelle de 43 601 m3, un « produit » de 2,7 MFcfa soit 4 108 € . Le temps de retour qui en résulte est de 11 ans.

Le retour à l'équilibre financier obtenu dés la première année sans augmentation du prix de l'eau ouvre des perspectives très positives pour l'avenir : l'AGET, structure locale de gestion, devrait pouvoir progressivement se substituer à l'ODHT pour le financement des achats de remplacement des pompes et groupes électrogène dont l'usure est rapide.

Une augmentation du prix de vente de l'eau doit, de plus, permettre d'accentuer la croissance du bénéfice d'exploitation permettant au village de développer une politique autonome d'investissement dans les domaines de l'assainissement voir de l'éclairage public et autres applications de l'énergie solaire.

## Conclusion

L'investissement « pompage solaire » dans le Sahel constitue un facteur de développement local puissant à la double condition qu'il vienne en complément d'un pompage thermique de base bien rôdé et que la structure locale applique les règles fondamentales de bonne gestion du système d'exhaure.

L'investissement photovoltaïque entraîne un surcoût immédiat important et justifie de ce fait qu'une certaine priorité soit donné à ce secteur dans les flux financiers venus du Nord car il permet de générer sur place des recettes supplémentaires permettant de créer un cercle vertueux du développement local.

## Notes

[1] Sérinté Konté, Président-fondateur de l'ODHT, est né à Tinkaré en 1954. Il vient en France en 1980 : "sans-papiers", il ne peut que suivre des cours du soir. Il s'initie à l'aide aux migrants auprès du Groupe de recherche et de développement rural dans le tiers monde (GRDR). Régularisé en 1981, il s'implique alors dans les projets de développement de Tinkaré où il se marie en 1983. De retour à Paris il est aujourd'hui salarié d'une entreprise de nettoyage et consacre son temps disponible à la poursuite du programme d'adduction d'eau potable.

[2] L'ODHT est une association loi 1901 créée le 11 mars 1997 qui regroupe les ressortissants du village résidant en France. Son objet : intervenir pour toute action de développement du village et de son environnement ; étude et réalisation d'un réseau d'adduction d'eau à Tinkaré ; construction d'un château d'eau. Siège social : 43, rue des Terres au Curé, 75013 Paris. Les contributions de ses adhérents (plus de 800) se sont élevées en 2004 à 44 378 euros.

## Bibliographie

### À lire

*Tinkaré : quelle énergie pour le pompage de l'eau ?*, Gilbert Léonhardt
Revue POUR/ mars 20O5/n° 185 p.165

*Le coût et la rentabilité de l'eau solaire. L'exemple du Mali.* Bernard Gay, (programme Solidarité Eau_ pS-Eau), coll. « Études et Travaux », éd. du Gret, Ministère des Affaires Etrangères.

Cette étude est datée de mars 1999 et la comparaison entre pompes solaires et diesel repose sur des données dont les plus récentes figurent dans un rapport de 1995. Les conclusions de l'étude de B. Gay sont cohérentes avec les données de l'étude sur le cas de Tinkaré, mais elles n'abordent pas la

problématique de mixité solaire-thermique, résultat de la démarche menée par l’ODHT avec la Sagep.