RENCONTRE ÉTUDIANTS - PROFESSIONNELS

« L'EAU DOMESTIQUE AU LTP DE SAMBAVA
POMPAGE SOLAIRE, RÉSEAU PUBLIC ET PÉDAGOGIQUE,
ASSAINISSEMENT AUTONOME »

BERNARD CAUFAPÉ - PRÉSIDENT, EAUSOLEIL-PACA



16 OCTOBRE 2026 – ONG RAN'EAU, TSIMBAZAZA, ANTANANARIVO

PRÉSENTATION DU PROJET

M. Bernard Caufapé, Président de l'association EauSoleil-PACA, a d'abord présenté brièvement son parcours. Après 15 ans dans le BTP, en tant que Directeur Travaux en Génie Civil, dans les grands groupes comme Vinci, il a décidé de devenir enseignant formateur. Il enseigne aujourd'hui dans plusieurs filières, en Bac professionnel, BTS, Licence et Master en Génie Civil. Son objectif pour cette rencontre est avant tout d'échanger et de transmettre.

Le projet mené par EauSoleil-PACA au Lycée Technique et Professionnel (LTP) de Sambava a consisté en l'installation d'un réseau public d'eau par pompage solaire qui dessert le voisinage et d'un réseau pédagogique. Au total, les deux réseaux desservent 773 personnes (apprenants, directeurs et formateurs, voisinage). Il s'agit du quatrième projet de l'association dans la région Sava.

Deux zones de voisinage sont concernées par le projet. Auparavant, la population environnante utilisait le puits situé dans l'enceinte du lycée en période sèche pour s'approvisionner en eau ; le projet prévoyait la clôture du LTP, il a donc été décidé d'installer des bornes fontaines publiques à l'extérieur du lycée. Les bornes fontaines sont situées à moins de 100 mètres de chaque habitation desservie. La sécurisation des infrastructures, que ce soient les réseaux d'eau ou d'assainissement, est très importante ; elle permet notamment une meilleure maintenance et pérennisation des installations.

Le projet a décidé de répondre à la problématique de l'eau domestique, et non industrielle, c'est-à-dire l'eau pour boire, se laver les mains et aller aux toilettes, avec trois défis :

- Une ressource fragile : il existait un seul puits de 6 mètres de profondeur. Selon le voisinage, le puits n'était jamais à sec et il restait toujours un mètre d'eau. M. Caufapé a indiqué qu'il se rendait à Madagascar souvent en octobre car il s'agit de la période où le niveau des puits est le plus bas (période d'étiage).
- Un sanitaire à remplacer : un bloc sanitaire était situé à 5 mètres du puits existant, entraînant des maladies pour les usagers du point d'eau. Il a donc été démoli et le terrain dépollué.
- Des voisins sans réseau : les 44 familles vivant autour du lycée n'avaient pas accès à un réseau d'eau.

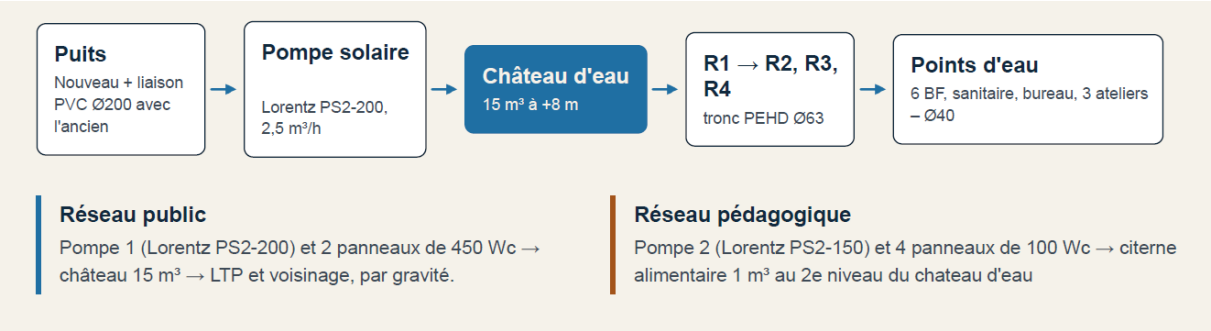
Il faut toujours partir d'une problématique, d'un constat local, pour proposer des solutions adaptées.

Les chiffres du projet :

- 2 kits de pompage solaire (public et pédagogique) ;
- Un château d'eau en béton armé de 15 m³ à 8 m de hauteur ;
- 10 bornes-fontaines : 7 au LTP, 3 pour les 44 familles du voisinage ;
- 4 regards de piquage R1 à R4, indispensables pour une bonne maintenance (évitent de fermer tout le réseau pour dépanner un seul robinet d'une borne fontaine) ;
- 2 fosses toutes eaux de 24 m³ au nouveau bloc sanitaire ;
- 745 mètres linéaires de PEHD (Ø63 et Ø40) ;
- 400 mètres linéaires de clôture du LTP et 40 mètres à l'intérieur ;
- 210 mètres linéaires de route d'accès pavée (car stagnation de l'eau) et caniveau pour collecter les eaux.

LES OUVRAGES RÉALISÉS

Du puits à la borne-fontaine en passant par le château d'eau et les regards de piquage, le schéma du réseau peut être représenté ainsi :



Il n'y a pas de batterie et le château d'eau a été dimensionné pour avoir un jour et demi de réserve. Pour le dimensionnement, il a été retenu la norme minimale de l'OMS pour l'usage domestique, à savoir 20 L d'eau/j/pers.

Ouvrage 1 - La ressource : Le puits existant avait une profondeur de 6 mètres, il a été décidé qu'il serait dédié au réseau pédagogique. Un nouveau puits a donc été construit à 10 mètres de profondeur pour augmenter la réserve d'eau en saison sèche. Les deux puits sont reliés entre eux et sont recouverts tous les deux avec une tête de forage, avec des trappes d'accès utilisées en cas de panne. La margelle d'un mètre permet de sécuriser l'eau, selon les recommandations de l'OMS, en évitant les contaminations (animaux, déchets, eaux de ruissellement).

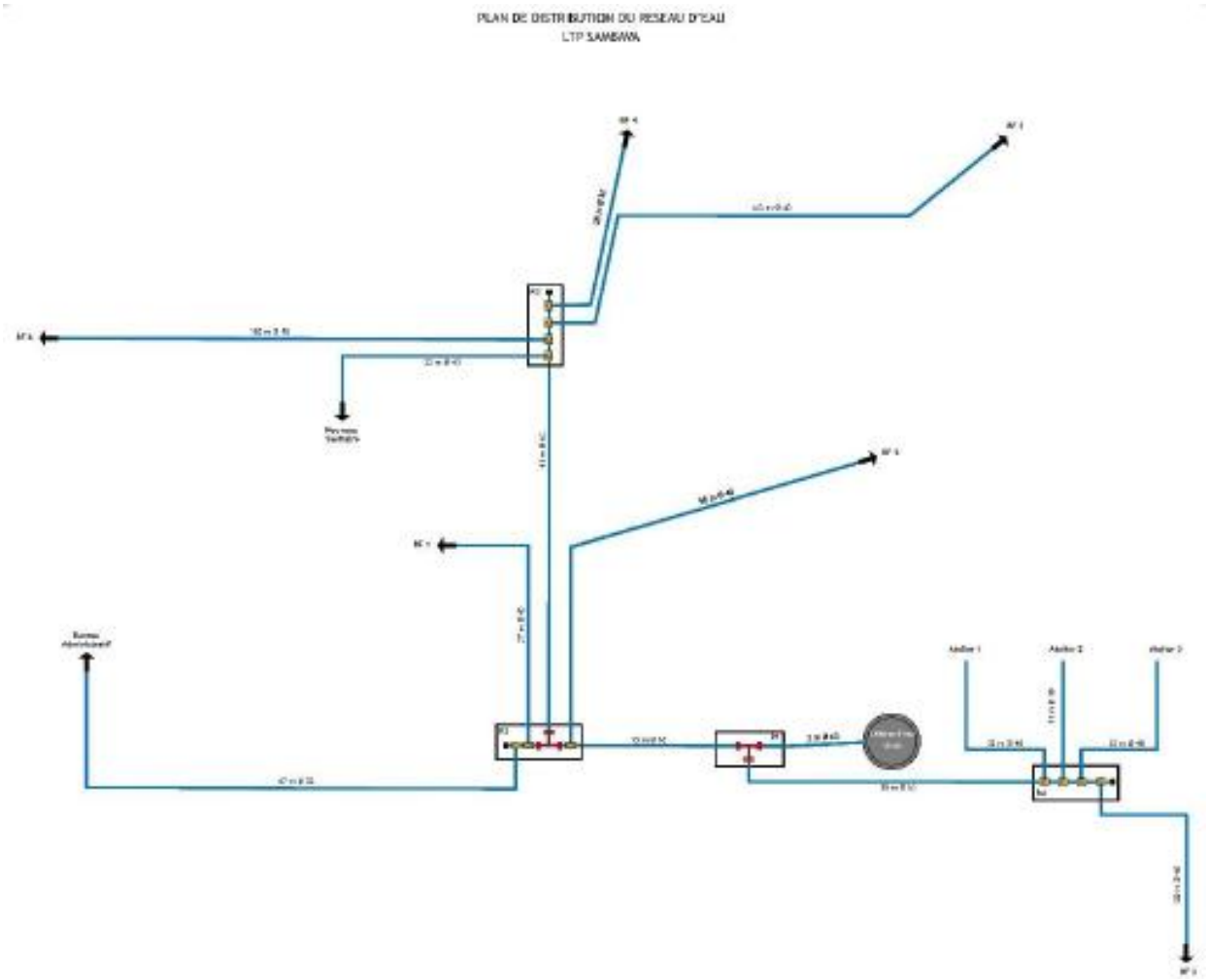
Ouvrage 2 - L'énergie : Deux kits de pompage solaire ont été installés sur chacun des puits (réseau public et réseau pédagogique), avec un champ de panneaux solaires clôturé (2 panneaux pour le réseau public et 4 panneaux pour le réseau pédagogique).

Ouvrage 3 - Génie civil : Le château d'eau de 15m³ a été réalisé en béton armé et une citerne en plastique dessert le réseau pédagogique. Le fonctionnement est simple : la pompe alimente le château d'eau grâce aux panneaux solaires ; lorsque le flotteur dans le château d'eau arrive à un niveau déterminé, l'arrivée d'eau est coupée et la pompe se met en circuit fermé. Il est primordial de sécuriser l'accès au château d'eau, du rez-de-chaussée jusqu'au dernier étage (avec garde-corps, crinoline), mais de nombreux projets ne prennent pas encore cela en compte.

Ouvrages 4 et 5 - Hydraulique : Toutes les bornes fontaines sont équipés d'un compteur. La ville de Marseille en France impose d'avoir un compteur pour chaque point d'eau. Leur utilité est fondamentale dans la recherche de fuites (par rapport au compteur général du château d'eau) car cela facilite la maintenance ; des vannes permettent d'arrêter l'arrivée d'eau. Les regards de piquage permettent également de couper l'eau des différentes bornes fontaines, ce sont des points de fermeture supplémentaires.

LE RÉSEAU EN EXPLOITATION

Les regards de piquage alimentent les bornes fontaines du lycée et du voisinage ainsi que le bloc sanitaire.



L'approche opérationnelle globale est pensée pour être exploitée sur place et pérennisée dans le temps :

- Sectoriser : une vanne par antenne dans R2 à R4 ; cela permet d'isoler une borne sans couper le reste.
- Compter : un compteur par borne-fontaine pour suivre les volumes par point d'eau et par zone.
- Protéger : armoires galva et trappes cadenassées, champ solaire clôturé, conduites sous fourreau.
- Automatiser : la pompe s'arrête lorsque le château est plein (flotteur) ou le niveau du puits est bas (sonde).
- Gouverner : protocole de gestion et de maintenance piloté par la direction du LTP avec un comité de gestion pour le réseau public. Il y a deux maîtres d'ouvrage : le Ministère de l'Enseignement Technique et de la Formation Professionnelle pour le réseau pédagogique et la Commune de Sambava pour le réseau public.
- Former : un enseignant formé à l'installation et à la maintenance du système.

LE DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES

Pour les besoins en eau, plusieurs calculs doivent être effectués :

- Besoins journaliers : 20L/j/pers * 773 personnes = 15.5 m³/j. Le besoin de 20L/j/pers a été retenu en raison du contexte (lycée) et il s'agit déjà d'une fourchette haute. Ce calcul explique la capacité du château d'eau.
- Débit de pointe : Le débit unitaire est de 0.2L/s et il a été retenu un coefficient de simultanéité de 8 robinets pour obtenir un débit de pointe de 1.6L/s. Les calculs peuvent également être réalisés via le logiciel Epanet.
- Pertes de charge et pression : une hauteur de 8 mètres est suffisante pour obtenir une pression de 0.66 bar au niveau le plus défavorable. Les pertes de charge ne sont pas significatives.
- Choix de la pompe en fonction de plusieurs paramètres, dont la HMT (Hauteur Manométrique Totale) et le débit.
- Contrôle qualité : il est important de faire vérifier les calculs et les caractéristiques de l'installation par les fournisseurs pour le choix de la pompe ; cela fait partie du contrôle qualité.

La modélisation 3D est particulièrement utile une fois les calculs de dimensionnement terminés.

L'ASSAINISSEMENT AUTONOME

Le bloc sanitaire a été conçu à la suite de recommandations fournies par Ran'Eau, en particulier sur la gestion de l'hygiène menstruelle. L'accent a notamment été mis sur :

- L'accessibilité, avec un accès PMR et un sanitaire adapté ;
- La sécurité, avec une source de lumière en continu grâce à une ouverture située en hauteur qui préserve les usagers des regards extérieurs, des sanitaires qui ferment à clé ;
- L'inclusivité, avec des robinets dans chaque WC, des poubelles et des tablettes pour que les élèves puissent poser leurs affaires ;
- L'hygiène, avec des lavabos et du savon pour le lavage des mains.

Le bloc sanitaire a été déplacé à 100 mètres du puits.

Le bloc sanitaire peut être fermé par des grilles, cela permet notamment d'en fermer l'accès aux usagers extérieurs pendant les vacances scolaires, toujours dans l'optique de faciliter la maintenance des ouvrages.

Les eaux évacuées par les bondes de sol, c'est-à-dire celles issues du nettoyage et contenant des détergents, sont dirigées vers un puits perdu, tandis que les eaux provenant des chasses d'eau sont acheminées directement vers la fosse septique. Cette séparation vise à limiter l'introduction de substances potentiellement inhibitrices de l'activité microbiologique au sein de la fosse septique, dont le fonctionnement repose sur les processus de dégradation de la matière organique.

Le vide sanitaire, couramment utilisé dans les maisons individuelles en France, consiste à aménager un espace sous la dalle, surélevée par rapport au niveau des fondations, afin de permettre l'accès aux équipements (tuyaux, arrivées d'eau) par une trappe, toujours dans une optique de faciliter les opérations de maintenance.

Le dispositif comprend deux fosses septiques de 24m³ chacune et deux vannes guillotine permettent un remplissage alterné et une continuité dans l'utilisation lors de la vidange de l'une des deux fosses ; c'est le principal avantage d'une double fosse. Le radier incliné (supérieur aux 2% recommandés) facilite la récupération des boues. Les évents évitent les remontées d'odeurs et participent au séchage des boues. Lorsqu'une fosse est pleine, les boues sont récupérées à l'aide de râteaux, puis elles

finissent de sécher avant leur valorisation dans les pépinières de brousse. Un point d'eau est situé à proximité pour faciliter le nettoyage. L'entreprise de construction avait placé les écrémeurs entre solides et liquides trop bas, ce qui implique un risque de colmatage par les boues, mais cela a été modifié dans des plans rectificatifs.

Pour le dimensionnement des fosses, plusieurs paramètres doivent être pris en compte :

- Le nombre d'usagers (élèves + enseignants) ;
- La quantité d'eaux usées utilisée pour le lavage des mains et la chasse d'eau (ce paramètre peut être réglé et ainsi permettre une économie d'eau) ;
- Le temps de rétention ;
- Les années entre deux vidanges (ici un an) ;
- Le facteur digestion ;
- L'accumulation des boues, en fonction du volume par selle, leur fréquence et les jours de présence.

Les calculs se sont basés sur une utilisation par 43 personnes par jour, mais la réalité démontre en réalité une utilisation par 25 personnes chaque jour.

L'objectif est d'infiltrer les eaux usées sans polluer la ressource :

- Au niveau de chaque borne-fontaine : l'eau évacuée du bac de chaque borne-fontaine est dirigée vers un puits perdu afin d'éviter la formation de flaques et de gîtes larvaires.
- Au niveau des sanitaires : les eaux évacuées par les bondes de sol sont dirigées vers des puits perdus.

Il faut tenir compte de certains points de vigilance :

- Respecter une distance verticale suffisante entre le fond du puits perdu et la nappe phréatique, comprise entre 0,5 et 4,30 m selon les conditions du site ;
- Maintenir une distance minimale de 50 m par rapport aux puits d'eau ;
- Remplir les puits perdus de pierres et de graviers pour faciliter l'infiltration de l'eau.

La capacité d'infiltration du sol peut être mesurée par des essais de percolation selon la méthode Porchet.

GESTION DU PROJET

Le budget total du projet s'élevait à 270 000 euros dont 90% ont été réalisés (240 000 euros). Des ajustements ont dû être faits car les enjeux sur l'assainissement (accessibilité, inclusivité) ont entraîné un coût plus important qui a été compensé par un changement de matériel pour la réalisation de la route d'accès.

L'ancrage local est primordial : il faut s'assurer que les solutions proposées correspondent aux besoins exprimés par les populations. Le plus important reste l'appropriation du projet par les usagers.

L'enjeu principal des projets EAH à Madagascar est la pérennité des infrastructures et des services.

L'installation d'un double réseau public et pédagogique a été pensée dès le début pour donner une suite à ce projet : la mise en place d'une formation de niveau BTS sur le dimensionnement, la maintenance et l'installation de réseaux d'eau par pompage solaire et de systèmes d'assainissement

domestique et autonome. Il s'agit d'un projet pilote national qui a vocation à être développé dans d'autres régions du pays, selon le Ministère de l'Enseignement Technique et de la Formation Professionnelle. L'objectif est de répondre à un besoin : le manque de techniciens et le manque d'entreprises spécialisées dans l'installation et la maintenance de ces réseaux domestiques.

La présentation d'EauSoleil-PACA est disponible ici.

Session de Questions - Réponses

Question : Concernant la qualité de l'eau, faites-vous des tests ?

Réponse : Non, pour l'instant il n'est pas possible de transporter les analyses jusqu'à Antananarivo dans des conditions optimales. Cependant, nous sommes conscients de l'importance de la qualité de la ressource et des discussions sont en cours avec l'Université de la Région SAVA qui possède notamment un laboratoire. L'idée serait de pouvoir réaliser à terme les tests sur la qualité de l'eau du LTP directement au laboratoire de l'Université.

Question : Pourquoi avez-vous choisi d'intervenir en région Sava, et à Sambava ? Est-ce lié à des caractéristiques particulières concernant l'ensoleillement ?

Réponse : Au départ, l'association EauSoleil-PACA a commencé à intervenir en région Sava en raison des activités déjà menées par un partenaire institutionnel, à savoir l'entreprise exportatrice de vanille, Promabio. Dans le cadre de la certification Rain Forest Alliance, l'entreprise prône le développement biologique, équitable et durable ; elle développe des projets qui contribuent à l'amélioration des conditions de vie des populations et qui aident au développement économique, notamment la gestion des déchets et la gestion de la ressource en eau. EauSoleil-PACA collabore avec Promabio sur ces enjeux. Il y a énormément de besoins dans cette région.

Question : Comment dimensionnez-vous un ouvrage d'accès à l'eau par pompage solaire en tenant compte des périodes de faible ensoleillement ?

Réponse : Il faut savoir que même avec des nuages, l'installation fonctionne (les panneaux solaires et la pompe fonctionnent) grâce à la lumière. Il est très rare qu'il y ait une pénurie de soleil, le risque de pénurie d'eau est plus important. L'installation a été dimensionnée avec l'hypothèse prudente de huit heures d'ensoleillement par jour, même si dans la réalité l'ensoleillement dure plus longtemps. Pour ce faire, l'équipe a réalisé une étude des masques solaires, en faisant attention à bien identifier les obstacles éventuels (les arbres et leur ombre). Par ailleurs, lors de la réalisation d'un forage, il faut absolument connaitre la ressource en eau, et donc faire des essais de pompage pour connaître le débit. Il arrive que la pompe soit surdimensionnée pour un faible débit, cela entraîne des courts-cycles qui endommagent la pompe.

Question : Concernant le mode de gestion, il existe un comité de gestion pour les bornes fontaines publiques mais le château d'eau est situé dans l'enceinte du LTP. Comment est réalisée la

maintenance du château d'eau ? La tarification retenue est forfaitaire, pourquoi ne pas avoir opté pour une tarification volumétrique ?

Réponse : Tous ces sujets sont régulièrement rediscutés et remis en cause. Tout dépend du contexte : payer l'eau au bidon ou via un abonnement périodique (mensuel, trimestriel ou annuel) dépend du contexte local et du choix du gestionnaire. EauSoleil-PACA n'intervient pas dans ces décisions mais appuie l'organisation en fonction du mode de gestion choisi.

Le voisinage doit gérer l'entretien des bornes fontaines (maintenance des robinets) ; le cas échéant, le réseau peut être coupé, notamment grâce aux regards de piquage. Le tarif a été fixé à 3 000 Ar/ménage/mois. En échange, le LTP s'engage à assurer la maintenance du réseau dans sa globalité. C'est très intéressant pour le LTP qui peut réaliser des travaux pratiques (changer un robinet, un compteur). Pour le réseau du LTP, la FRAM (Fikambanan'ny Ray Aman-Drenin'ny Mpianatra, ou association des parents d'élèves) reçoit chaque année des cotisations par élève et une partie sera dédiée à la maintenance du réseau. L'association EauSoleil-PACA ne fait que proposer des solutions et accompagner ; un tableau d'amortissement a été réalisé en déterminant le coût des matériaux et leur durée de vie. Ce tableau indique que presque 2 000 euros sont nécessaires chaque année pour, dans 10 ans, avoir la somme nécessaire au renouvellement des installations. Deux hypothèses ont été proposées (le voisinage cotise à 80% ou 100%) et la part de la FRAM affectée à la maintenance équivaut à 20% des cotisations reçues. La FRAM et les parents d'élèves sont d'accord pour cette utilisation des cotisations puisque la qualité de l'enseignement est améliorée grâce à l'accès à l'eau et au bloc sanitaire (moins d'absentéisme).

Question : Pourquoi ne pas avoir choisi l'option de réaliser un forage directement plutôt que deux puits ?

Réponse : Le coût du forage est beaucoup plus élevé et il y avait déjà un puits existant, c'est-à-dire une réserve d'eau, donc le forage n'était pas nécessaire.