



SOUTENIR L'APPRENTISSAGE ET LES FORMATIONS SUR L'EAU À MADAGASCAR

RAPPORT D'ACTIVITÉS 2025

SAFE-M est un projet dont l'objectif est le renforcement matériel et pédagogique des formations supérieures malgaches dans le domaine de l'eau. Créé par des universitaires français et malgaches, SAFE-M vise en particulier les formations de techniciens, de chargés d'études et de chefs de projets ayant une expertise pratique et capables d'amener Madagascar à réaliser l'objectif 6 du développement durable des Nations Unies :

« garantir l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement et assurer une gestion durable des ressources en eau ».

Note

Le projet [SAFE-M](#) est, à l'origine, une collaboration entre un groupe d'universitaires français et malgaches visant à renforcer des formations de l'enseignement supérieur malgache dans les différents domaines de l'EAH¹ et de la GIRE². Il vise en particulier les formations de techniciens, de chargés d'études et de chefs de projets ayant une expertise pratique terrain et laboratoire).

Les partenaires académiques du projet sont

- à Madagascar : les universités d'Antananarivo, de Fianarantsoa, d'Itasy et de To-liara, l'Institut et Observatoire de Géophysique d'Antananarivo, l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo ;
- en France : l'université Paris Cité, l'Institut de Physique du Globe de Paris et Sorbonne Université.

Les domaines concernés sont, à terme, la prospection géophysique ou géochimique des ressources et des pollutions, la gestion des ressources en eau, l'hydrogéologie et l'hydrologie, la chimie des eaux, l'assainissement et la gestion des déchets, l'écologie et la microbiologie des eaux, la gestion des risques et des crises liées à l'eau (d'origines sociétale, technologique ou naturelle).

SAFE-M se concentre sur des actions qui visent à renforcer des formations existantes en se concentrant sur les aspects suivants :

1. équiper les collègues malgaches du matériel nécessaires à la formation de professionnels compétents et adaptés au niveau et aux besoins actuels des étudiants, des administrations et des entreprises ;
2. former les vacataires et les enseignants appelés à faire usage de ce matériel dans leurs cours ;
3. accompagner les collègues malgaches dans l'évolution et la professionnalisation de leur formation ;
4. intégrer progressivement les acteurs professionnels, notamment les ONG partenaires, dans les formations ;
5. mettre en place des conditions de pérennisation du fonctionnement par la création de ressources.

Le document qui suit dresse un bilan synthétique de l'année écoulée. Il complète les informations disponibles sur le site web, le blog, les post de nos sites LinkedIn et Facebook et les films du compte youtube.

1. Eau-Assainissement-Hygiène ou WASH en anglais.

2. Gestion Intégrée des Ressources en Eaux.

Table des matières

1	Réalisations 2025	4
1.1	Équipement des laboratoires	4
1.2	Formation des enseignants, vacataires et étudiants	5
1.3	Gestion et valorisation des données	5
1.4	Salles informatiques	6
1.5	Antenne Centipède	6
1.6	Engagement étudiant	9
1.7	Impacts	10
2	Budget	12
2.1	2025	12
2.2	Prévisions 2026	13

1

Réalisations 2025

1.1 Équipement des laboratoires

Les laboratoires des formations universitaires, Parcours Sciences et Techniques de l'Eau (Université d'Itasy) – Parcours Pro Chimie Synergie Eco-Industrielle et TICs et Parcours Chimie de l'Environnement, ont été dotés d'équipements de mesure, notamment :

- des conductimètres capables de mesurer la conductivité de l'eau dans les plages 0–10 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 10 000–100 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$;
- des pH-mètres destinés à la détermination de l'alcalinité de l'eau.
- Des solutions tampon permettant de calibrer les matériels

L'exploitation de ces équipements a été accompagnée par l'utilisation de programmes Python dédiés à l'acquisition, au traitement et à l'analyse des données.



FIGURE 1.1 – Installation et formation à l'usage des conductimètres et des pH-mètres SAFE-M

1.2 Formation des enseignants, vacataires et étudiants

Des sessions de formation ont été organisées à l'attention des enseignants vacataires et des étudiants des parcours concernés, dans le but de renforcer leurs compétences pratiques et opérationnelles. Ces sessions se sont déroulées à la fois au sein de l'Université de l'Itasy et sur des sites de terrain situés dans les bassins versants de Tana 2 et Tana 4. En juillet 2025, Thomas Gauthier-Brouard, Adja Condé et Nina Rubin, de l'Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP), ont effectué une mission à Madagascar afin de former les étudiants et enseignants des universités d'Antananarivo et d'Itasy à l'utilisation des équipements récemment acquis dans le cadre du projet SAFE-M :

- le moulinet hydrométrique, pour la mesure du débit des cours d'eau ;
- les kits d'analyse chimique de l'eau, comprenant conductimètre, pH-mètre, oxymètre et ORP-mètre ;
- le GPS cinématique avec WSMMap, pour le relevé des coordonnées géographiques et des altitudes ;
- la sonde piézométrique, pour la mesure de la profondeur de l'eau dans les puits ;
- l'infiltromètre, pour la détermination de la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol et l'évaluation de la texture du sol.

Des formations en analyse chimique de l'eau étaient prévues au cours de l'année en faveur des étudiants de niveau Master, au sein du laboratoire nouvellement rénové. Toutefois, en raison de contraintes techniques et institutionnelles, notamment des coupures d'électricité prolongées sur une période de trois mois liées à un dysfonctionnement du transformateur, ainsi que des mouvements de grève survenus aux mois de septembre et octobre 2025 à Madagascar, ces activités n'ont pas pu être mises en œuvre durant la période considérée.

Néanmoins, ces formations demeurent programmées et devraient être réalisées en 2026, permettant ainsi aux étudiants des sites d'Antananarivo et de l'Itasy, membres du consortium du projet SAFE-M, de bénéficier de conditions optimales pour les travaux pratiques et le renforcement de leurs compétences en analyse chimique de l'eau.

1.3 Gestion et valorisation des données

Les données collectées lors des travaux de terrain et des analyses en laboratoire ont été organisées, structurées. Cette démarche vise à améliorer la gestion, la traçabilité, le partage et la valorisation des données scientifiques produites dans le cadre du projet SAFE-M.

Un article scientifique a été publié dans une revue à comité de lecture : N.G. Rakoto, R.J.-B. Herinandrasana, T.L.C. Ratsimbason (2025). Évaluation de l'alcalinité des eaux souterraines à Antananarivo, Madagascar : application de la méthode de Gran. *Astee - TSM Techniques Sciences et Méthodes* : numero 12. pp 97 – 108.

<https://doi.org/10.36904/tsm/20251297>

Trois étudiants en M2 (2 en formation professionnalisante Chimie Synergie Ecologie Industrielle et TICs et un en chimie de l'Environnement) ont réalisés leurs analyses au sein du Laboratoire de Biogéochimie de l'Environnement et ont pu bénéficier des matériels et techniques d'analyses acquis dans le cadre du projet SAFE M. Leurs mémoire de fin

d'étude sont en phase de correction et ils vont bientôt le soutenir à l'Université d'Antananarivo.

Enfin, le projet SAFE-M a apporté une contribution déterminante à la réalisation du mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches (HDR) de Mme RAKOTO Nelly Ghislaine, soutenu le 18 décembre 2025. Les activités menées dans le cadre du projet ont permis de mobiliser des données scientifiques originales, des équipements analytiques spécialisés ainsi que des méthodologies de terrain et de laboratoire directement intégrées aux travaux de recherche présentés dans ce mémoire. Le jury de soutenance était composé de personnalités scientifiques de renom, dont le Professeur Gérard Sarazin, de l'Institut de Physique du Globe de Paris, et le Professeur Jean Donné Rasolofoniana, ex-coordonateur Sud du projet SAFE-M, dont la participation témoigne de la reconnaissance académique et institutionnelle des travaux réalisés.

1.4 Salles informatiques

Nous avons finalisé la reconfiguration et la préparation de 41 ordinateurs donnés par le département de la formation et différents laboratoires de l'IPGP. Ceux-ci ont quitté l'IPGP le 18 décembre pour prendre le bateau à destination de Madagascar. Ils iront équiper trois salles informatiques à Tuléar, en SAVA et sur le campus d'Ankatso à Antananarivo

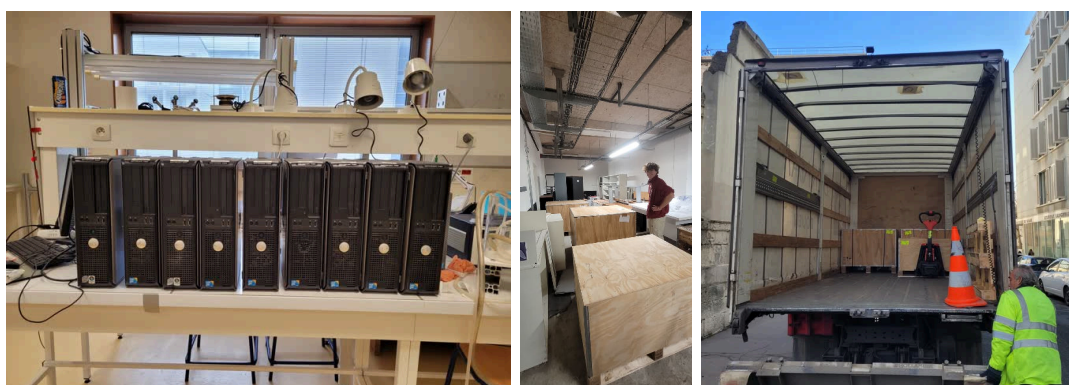


FIGURE 1.2 – Préparation et envoi de matériel informatique.

L'entretien et l'amélioration de la salle de l'IOGA financé par SLB se poursuit. Les problèmes récurrents d'électricité ont conduit à la détérioration d'une partie du matériel électrique de protection, sans préjudice pour les ordinateurs. Le remplacement d'un disjoncteur est en cours. Le groupe électrogène quand à lui fonctionne bien et a été fort sollicité en 2025. La salle est en effet utilisée tous les jours par les étudiants et enseignants !

1.5 Antenne Centipède

La localisation des sites de mesure et le positionnement altitudinal des mesures des niveau d'eau est un enjeu pour qui souhaite étudier les ressources en eau souterraines ou de surface. Dans une ville comme Antananarivo parcourues de collines élevées et de bas-fond l'utilisation de techniques visuelles (théodolites), ou de techniques GPS avec deux

antennes (base et rover) représente un défi. Afin d'aider nos collègues malgaches dans le géoréférencement de leur points de mesures nous avons équipé le IOGA d'une antenne GPS fixe raccordée au réseau **Centipede** grâce à la connexion de la salle informatique équipée en 2024.

Cette antenne permet d'obtenir par l'intermédiaire d'une connexion 4G et d'un rover (antenne mobile utilisée par les scientifiques lors de leurs mesures) des positions avec une précision centimétrique ou décimétrique, et ce dans un rayon de 20 km autour du IOGA c'est à dire sur la majeure partie du territoire de la capitale.

Ainsi, grâce au partenariat SLB-Fondation UPC nous continuons l'entretien et l'équipement de la salle informatique de l'IOGA. La mise en place d'une antenne GPS fixe sur le toit de la salle informatique permet aux étudiants et à leurs enseignants de réaliser des positionnements précis, en particulier des puits et du réseau hydrographique.



FIGURE 1.3 – Antenne centipede et antenne Starlink posées sur le toit de la salle informatique de l'IOGA.

1.6 Engagement étudiant



FIGURE 1.4 – Test de conductimètres par les L3 durant l’UE de mesures physiques automatisées en environnement.

Initié en 2023 avec le soutien du Département de la formation et des études doctorales de l’IPGP et de SIWA¹, l’implication des étudiants français a fait la preuve de son utilité depuis trois ans. Outre qu’elle valorise l’engagement étudiant dans des actions de solidarité. Elle permet en outre aux étudiants français de mettre immédiatement en application le savoir acquis et de le transmettre à des camarades malgaches. Côté malgache les rapports entre étudiants étant beaucoup plus simples qu’entre étudiants et enseignants, la transmission de savoirs, réciproque, fonctionne très bien et les retours sont directs et francs.

En 2024 l’implication des étudiants a pris une nouvelle dimension puisque, une UE de L3 (Mesures automatisées en physiques et chimie de l’environnement) a été dédiée à la fabrication d’instruments de faible coûts basés sur des Arduino². En 2025 les étudiants de licence ont réalisé et testé des conductimètres et écrit un programme de contrôle en langage python, qui permet de faire fonctionner les appareils et de réaliser des TP. Étaient concernés les étudiant.e.s de CPES (Cycle Pluridisciplinaire d’Études Supérieures commun à l’IPGP et au lycée Janson de Sailly), du parcours Environnement de la licence de sciences de la terre et du double diplôme ASTER.

À l’issue de cette UE, deux étudiants de L3 du CPES, Adja Condé et Nina Rubin, accompagnée de Thomas Gauthier-Brouard (aujourd’hui étudiant à l’ENS) sont partis 10 jours en juillet à Antananarivo et en Itasy afin d’installer les instruments, d’effectuer des démonstrations de leur utilisation en travaux pratiques.

Ils ont en outre effectué un certain nombre de rappels sur l’utilisation du matériel de terrain lors de sorties avec les étudiants de différents cursus (figure 1.5).

1. Sustainable Initiatives for Water - Fond Guillaume Tavernier pour l’eau

2. Les Arduino sont des plateformes de prototypage open source qui permettent de réaliser des montages électroniques. Leur apparition a considérablement popularisé la réalisation d’objets électroniques et de systèmes de mesures en même temps qu’elle en a diminué les coûts de fabrication.

1.7 Impacts

Les activités menées dans le cadre du projet SAFE-M ont généré des impacts significatifs à plusieurs niveaux. Sur le plan matériel et pédagogique, les laboratoires ont été équipés d'instruments spécialisés, facilitant la réalisation de travaux pratiques de qualité. Les enseignants vacataires ont vu leurs compétences techniques renforcées, améliorant ainsi l'encadrement des étudiants. Pour ces derniers, la formation pratique en analyse chimique de l'eau a été optimisée, favorisant l'acquisition de compétences opérationnelles et scientifiques.

Le projet a également contribué à la production et à la valorisation de données scientifiques fiables, publiées dans une revue à comité de lecture et intégrées dans des bases de données structurées, garantissant leur gestion durable et leur partage. Enfin, SAFE-M a soutenu la recherche académique nationale, notamment à travers l'accompagnement d'étudiants de Master et la réalisation du HDR renforçant les collaborations scientifiques internationales et la reconnaissance institutionnelle des universités partenaires. Collectivement, ces impacts contribuent à une meilleure connaissance des ressources en eau à Madagascar et soutiennent leur gestion durable pour les générations présentes et futures.



FIGURE 1.5 – Mission d'étudiants de l'IPGP et d'UPC à Antananarivo et en Itasy.

2 Budget

2.1 2025

En 2025 nous avons pu réaliser nos actions grace aux subventions de la région Ile de France, de l'IPGP, du fond SIWA et de la dotation SLB France à la Fondation UPC. Merci à tous qui nous faites confiance. Nos ressources se sont élevées à un peu plus de 50,000€¹ (table 2.1).

Origine	Montant
Reports IPGP	4000
Reports Association	9474
IDF	3610
IPGP	5630
SIWA	10000
SLB	18000
CEPF	272
Total	50986

TABLE 2.1 – Recettes 2025

Les dépenses sont d'un peu moins de 20,000€. Elles ont été limitées en particulier à cause des mouvements de contestations étudiantes qui ont conduit à la chute du gouvernement.

Destination	Dépenses
Fonctionnement	6318
Matériel	7054
Mission	6370
Total	19742

TABLE 2.2 – Dépenses 2025

Les dépenses de fonctionnement portent essentiellement sur l'entretien de la salle informatique du IOGA et le coût du gazoil pour le groupe électrogène qui permet à la salle

1. Le budget du projet SAFE-M est géré par deux entités distinctes : l'IPGP et l'association éponyme SAFE-M. Nous présentons ici un budget globalisé dans lesquels les deux comptabilités ne sont pas distinguées.

de fonctionner en toute circonstance. Durant la saison des pluies la foudre a endommagé un des switch il a donc fallu le remplacer.

2.2 Prévisions 2026

les Prévisions pour 2026 sont reportées table 2.3, elles incluent le report de l'année 2025 et les dotations SLB et IPGP.

Origine	Montant
Reports	31244
SLB	18000
IPGP	5000
Total	54244

TABLE 2.3 – Recettes prévisionnelles pour 2026

Nous prévoyons de continuer l'équipement de la salle informatique de l'IOGA notamment afin de faciliter les visioconférences, de stabiliser la connexion internet et la base GPS, d'envoyer des sondes ORP fabriquées par les étudiant.e.s de l'IPGP et de sécuriser l'électricité du laboratoire de chimie. Enfin, nous prévoyons de reprendre les formations à destination des collègues malgaches et des vacataires.

SAFE-M est soutenu par

