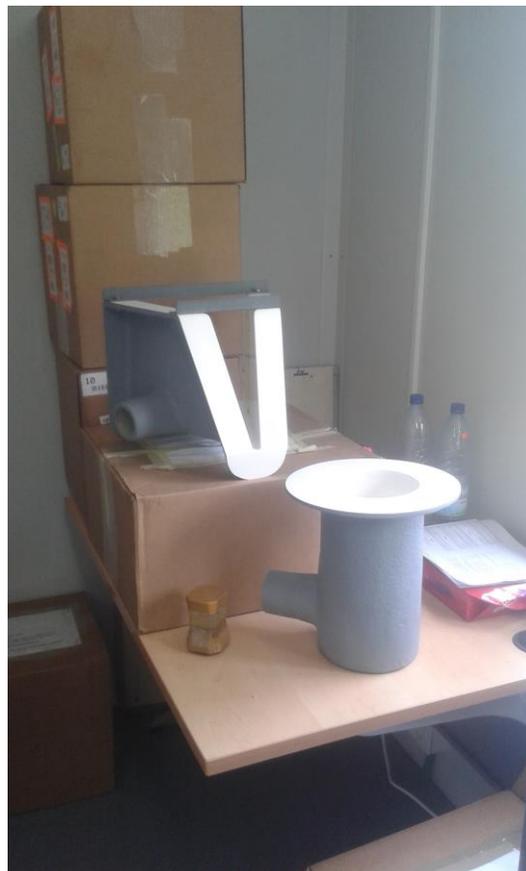




Pacific
Community
Communauté
du Pacifique

RESCCUE

L3.1 : RAPPORT D'AVANCEMENT DE LA MISE EN PLACE DU DISPOSITIF DE SUIVI HYDROLOGIQUE, METEOROLOGIQUE ET DE L'EROSION ET PROTOCOLES DE FONCTIONNEMENT DU DISPOSITIF



L'opérateur RESCCUE en province Nord consiste en un groupement de 4 entreprises partenaires :

ASCONIT Consultants (chef de file)

Eric Baye, Directeur de projet

eric.baye@asconit.com

Gaëlle Grattard

gaelle.grattard@asconit.com

Nicolas Bargier

Nicolas.bargier@asconit.com



ONFI

Quentin Delvienne, coordinateur local

Quention.delvienne@onfinternational.org



Bioeko Consultants

Yannick Dominique

ydominique@bioeko.nc

Vertigo Lab

Thomas Binet

thomas.binet@vertigolab.eu

Version	Date d'envoi	Rédacteur Principal/Contributeur
Version 1	30/11/2016	Yann Quefféléan, Etienne Ebrard Quentin Delvienne / Gaëlle Grattard
Version 1 commentée par la CPS et la PN	14/12/2016	Jean-Baptiste Marre / Martin Brinkert
Version 2	27/01/2017	Yann Quefféléan, Etienne Ebrard Quentin Delvienne / Nicolas Bargier
Version finale		

Rappel des objectifs et composantes du projet

Le projet RESCCUE (Résilience des Ecosystèmes et des Sociétés face au Changement Climatique) vise à contribuer à accroître la résilience des pays et territoires insulaires du Pacifique face aux changements globaux par la mise en œuvre de la gestion intégrée des zones côtières (GIZC). Il prévoit notamment de développer des mécanismes de financement innovants pour assurer la pérennité économique et financière des activités entreprises. Ce projet régional opère sur un à deux sites pilotes dans chacun des pays et territoires suivants : Fidji, Nouvelle-Calédonie, Polynésie française et Vanuatu.

RESCCUE est financé principalement par l'Agence française de développement (AFD) et le Fonds français pour l'environnement mondial (FFEM), pour une durée de cinq ans (01/01/2014 - 31/12/2018). Le montant global du projet est estimé à 13 millions d'Euros. La CPS bénéficie d'un financement total de 6,5 millions d'euros : une subvention de l'AFD octroyée en deux tranches (2013 et 2016 à hauteur de 2 et 2,5 millions d'Euros respectivement), et une subvention du FFEM de 2 millions d'Euros. Le projet RESCCUE fait en complément l'objet de cofinancements. Sa maîtrise d'ouvrage est assurée par la CPS, assistée par les gouvernements et administrations des pays et territoires concernés.

Le site pilote de la « Zone Côtière Nord Est » est un des deux sites pilotes retenus pour ce projet en Nouvelle-Calédonie. Le montant global du budget qui sera dédié à la déclinaison locale du projet sur ce site est de 443 k€ soit 52,8639 millions de F CFP. La maîtrise d'ouvrage est assurée par la Communauté du Pacifique (CPS), assistée de la province Nord. La maîtrise d'œuvre est quant à elle assurée par le consortium Asconit Consultants, Bio eKo Consultants, Vertigo Lab et ONF international.

RESCCUE est structuré en cinq composantes :

Composante 1 - Gestion intégrée des zones côtières : Il s'agit de soutenir la mise en œuvre de la GIZC « de la crête au tombant » à travers l'élaboration de plans de GIZC, la mise en place de comités ad hoc, le déploiement d'activités concrètes de terrain tant dans les domaines terrestres que marins, le renforcement des capacités et le développement d'activités alternatives génératrices de revenus.

Composante 2 - Analyses économiques : Cette composante soutient l'utilisation d'une large variété d'analyses économiques visant d'une part à quantifier les coûts et bénéfices économiques liés aux activités de GIZC, d'autre part à appuyer diverses mesures de gestion, politiques publiques et mises en place de mécanismes économiques et financiers.

Composante 3 - Mécanismes économiques et financiers : Il s'agit de soutenir la mise en place de mécanismes économiques et financiers pérennes et additionnels pour la mise en œuvre de la GIZC : identification des options possibles (paiements pour services écosystémiques, redevances, taxes, fonds fiduciaires, marchés de quotas, compensation, certification...) ; études de faisabilité ; mise en place ; suivi.

Composante 4 - Communication, capitalisation et dissémination des résultats du projet dans le Pacifique : Cette composante permet de dépasser le cadre des sites pilotes pour avoir des impacts aux niveaux national et régional, en favorisant les échanges d'expérience entre sites du projet, les expertises transversales, la dissémination des résultats en particulier au cours d'événements à destination des décideurs régionaux, etc.

Composante 5 - Gestion du projet : Cette composante fournit les moyens d'assurer la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre du projet, l'organisation des réunions des comités de pilotage, des évaluations et audits, etc.

Le présent rapport constitue un élément de la composante 1 de mise en œuvre du projet RESCCUE en province Nord. L'objectif de ce livrable est conformément à la planification opérationnelle (Livrable 2.1) de rapporter l'avancement de la mise en œuvre du dispositif (phase 1), d'ébaucher les protocoles de fonctionnement du dispositif et de préciser les matériels nécessaires à la mise en œuvre de la phase 2.

Table des matières

RESUME EXECUTIF	7
CHAPITRE 1 : CONTEXTE DU LIVRABLE	9
CHAPITRE 2 : PROBLEME MAJEUR RENCONTRE DANS LA MISE EN ŒUVRE DE LA PHASE 1 ET ADAPTATION	10
CHAPITRE 3 : ETAT DE LA MISE EN ŒUVRE	11
1 COMMANDE DU MATERIEL ET CONSTRUCTION DES EQUIPEMENTS	11
2 MATERIALISATION DES PARCELLES ET ADAPTATIONS TECHNIQUES NECESSAIRES	13
2.1 DELIMITATION ET PIQUETAGE DES PARCELLES D'EROSION	13
2.2 POSITIONNEMENT ET PIQUETAGE DES CANAUX DE MESURE.....	14
2.3 ADAPTATIONS TECHNIQUES DU DISPOSITIF DE MESURE	15
2.4 RECOMMANDATIONS POUR LA MISE EN PLACE DES BORDURES DE LA PARCELLE D'EROSION	17
2.5 RECOMMANDATIONS POUR L'IMPLANTATION DES PLUVIOMETRES	18
3 ACCEPTATION ET APPROPRIATION LOCALE	18
4 CONSEQUENCE POUR LES PHASES 2 ET 3.....	18
CHAPITRE 4 : DETAIL DES EQUIPEMENTS DE MESURE A METTRE EN PLACE	19
1 MESURES DE PLUIES	19
1.1 PLUVIOMETRE A AUGETS BASCULEURS DE TYPE CS701.....	20
1.2 CENTRALE D'ACQUISITION CR200X	20
2 MESURE DU DEBIT.....	21
2.1 CANAL JUGEUR DE TYPE "Hs-FLUME"	21
2.2 SONDE DE PRESSION TRUBLUE 555 LEVEL	22
3 MESURE DE TRANSPORT SOLIDE ET DES MATIERES EN SUSPENSION	22
3.1 RAPPEL SUR LA MESURE DIRECTE DE LA TURBIDITE	23
3.2 SONDE AQUA TROLL 600 AVEC CAPTEUR DE TURBIDITE.....	23
CHAPITRE 5 : PROTOCOLES DE MESURE ET D'ENTRETIEN.....	26
1 PROTOCOLE DE MESURE ET DE CONTROLE	26
1.1 TEMPS DE SCRUTATION	26
1.2 CONTROLE DES DONNEES	26
1.3 MESURE DES MES - LIEN ENTRE LA TURBIDITE, LES MES ET LA CONCENTRATION SOLIDE	27
1.4 ESTIMATION DU VOLUME DE MATERIAU GLOBAL TRANSPORTE	27
2 PROTOCOLE D'ENTRETIEN ES DISPOSITIFS	28
2.1 DISPOSITIONS GENERALES.....	28
2.2 ENTRETIEN GENERAL DU DISPOSITIF	28
2.3 SPECIFICATIONS CONCERNANT LA MAINTENANCE ET LA CALIBRATION EVENTUELLE DES EQUIPEMENTS	28
2.4 DUREE DE VIE ET D'UTILISATION DES EQUIPEMENTS	30
3 PROTOCOLE DE RECOLTE DES DONNEES.....	31

3.1	DISPOSITIONS GENERALES.....	31
3.2	FREQUENCE DES RELEVES.....	31
3.3	STOCKAGE ET ARCHIVAGE DES DONNEES.....	31
3.4	LOGICIELS D'ACQUISITION ET FORMAT DES DONNEES.....	31
4	PROTOCOLE D'ANALYSE LABORATOIRE ET LE MATERIEL NECESSAIRE	33
5	PROTOCOLES DE TRAITEMENT, D'ARCHIVAGE ET D'ANALYSE DES DONNEES	34
5.1	PREPARATION DES DONNEES	34
5.2	ANALYSE DES DONNEES.....	34
CHAPITRE 6 : CONCLUSION.....		35
BIBLIOGRAPHIE.....		36
ANNEXES		36

Liste des figures

FIGURE 1: CARTE DE LOCALISATION DES PARCELLES	13
FIGURE 2: MAQUETTE DES CANAUX DE MESURE (DESIGN L2.1)	14
FIGURE 3: VUE SUR LA PARCELLE D'EROSION N°1 (FDH DEGRADEE)	14
FIGURE 4: PIQUETAGE DU CANAL DE MESURE	14
FIGURE 5: "VUE" SUR LA PARCELLE D'EROSION N°2 (FDH NON DEGRADEE)	15
FIGURE 6: PIQUETAGE DU CANAL DE MESURE	15
FIGURE 7: VUE SUR LA PARCELLE D'EROSION N°3 (SAVANE HERBACEE)	15
FIGURE 8: PIQUETAGE DU CANAL DE MESURE	15
FIGURE 9: MODELE REDUIT DU DESIGN DU NOUVEAU COLLECTEUR	16
FIGURE 10: MODELE REDUIT DE L'ADAPTATION DU CANAL DE TRANSITION - CANIVEAU EN LIEU ET PLACE D'UN PUIS DE MESURE	16
FIGURE 11: MODELE REDUIT DU COLLECTEUR PRESENTANT	17
FIGURE 12: HS FLUME ET PUIS DE MESURE	18
FIGURE 13: PLUVIOMETRE A AUGET BASCULEUR DE TYPE CS701 DE CAMPBELL SIENTIFIC@DATALOGGER.	20
FIGURE 14: CENTRALE D'ACQUISITION CR200X DE CAMPBELL SIENTIFIC@	20
FIGURE 15: HS FLUME 244 MM DU PROJET RESCCUE, ECHELLE LIMNIMETRIQUE ET POINT D'ALIMENTATION DU PUIT DE MESURE	21
FIGURE 16: HS FLUME 244 MM : CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES	21
FIGURE 17: TRUBLUE 555 LEVEL	22
FIGURE 18: DIMENSIONS DE LA SONDE TRUBLUE 555 LEVEL	22
FIGURE 19:SONDE AQUA TROLL 600	23
FIGURE 20: DIMENSIONS DE LA SONDE AQUA TROLL 600	24
FIGURE 21: CODE COULEUR METTANT EN EVIDENCE LA DUREE DE VIE DU DESSICCATEUR	29
FIGURE 22: INTERFACE DU LOGICIEL PC200W DE CAMPBELL SCIENTIFIC@	31
FIGURE 23: : INTERFACE DU LOGICIEL TRUWARE	32

Liste des tableaux

TABLEAU 1 : PHASES D'OPERATIONNALISATION DU DISPOSITIF DE SUIVI PROVINCIAL (VERSION ADAPTEE EN FIN DE PHASE 1)	8
TABLEAU 2 : PHASES D'OPERATIONNALISATION DU DISPOSITIF DE SUIVI PROVINCIAL (VERSION DU LIVRABLE 2.1)	9
TABLEAU 3 : COMMANDES DIVERSES EFFECTUEES ET NIVEAU DE REALISATION	11
TABLEAU 4 : SPECIFICATIONS DU CAPTEUR DE TURBIDITE DE LA SONDE AQUA TROLL 600	25
TABLEAU 5 : SPECIFICATIONS DU CAPTEUR DE TEMPERATURE DE LA SONDE AQUA TROLL 600	25
TABLEAU 6 : DUREE DE VIE DE CAPTEURS DE LA SONDE AQUA TROLL 600	30
TABLEAU 7 : PHASES D'OPERATIONNALISATION DU DISPOSITIF DE SUIVI PROVINCIAL (VERSION ADAPTEE EN FIN DE PHASE 1)	35

Liste des abréviations et acronymes

CPS	Communauté du Pacifique
DDEE	Direction du Développement Economique et de l’Environnement
GIZC	Gestion Intégrée des Zones Côtières
MES	Matières en Suspension
OMM	Organisation Mondiale de la Météorologie
ONF RTM	Office National des Forêts - Réhabilitation des Terrains de Montagne
PN	province Nord
RESCCUE	Restauration des Services Ecosystémiques et Adaptation au Changement Climatique
SIEC	Service Impact Environnemental et Conservation

Résumé exécutif

La composante 1 de RESCCUE en province Nord (PN) focalise ses efforts sur des actions opérationnelles dans la zone atelier du bassin versant de la Thiem situé sur la commune de Tuo Cèmuhi (Touho), à proximité des tribus de Pwö-i (Poyes) et de Tiwae. Cette composante traite notamment de la mise en place d’un dispositif de suivi hydrologique, météorologique et de l’érosion. Plus précisément, l’objectif est de quantifier les flux hydro sédimentaires de parcelles présentant des couvertures de sols différentes et d’en établir leur bilan hydrique. Les questions d’intérêt pour les gestionnaires qui peuvent trouver réponse à travers la mise en place de ce dispositif peuvent notamment être les suivantes : « Les espaces de forêts denses humides dégradées par les espèces envahissantes tels que le cerf et le cochon féral peuvent-ils être plus contributeurs en matériaux érodés qu’une savane herbacée à Niaouli ? » et « Qu’en est-il lorsque la forêt est peu dégradée et qu’en est-il si le feu passe annuellement dans la savane ? ».

Pour atteindre l’objectif et afin de répondre à ces questions, la faisabilité du dispositif (Livrable 2.1) s’est orientée vers la mise en place de trois parcelles de suivi: une placette en savane herbacée, une placette en forêt dégradée par le cerf et le cochon et une placette en forêt peu dégradée. Le même livrable avait précisé l’opérationnalisation du dispositif et plus particulièrement la mise en place des parcelles sur le terrain avant la fin 2016, le présent livrable fait suite à ces développements.

Suite à une consultation négative du prestataire pressenti pour la mise en place du dispositif et vu les délais impartis extrêmement court, le SIEC et RESCCUE ont décidé de réaliser l’implantation en régie afin d’engager la mise en œuvre dès 2016. Après de nombreux échanges avec les experts, les référents des tribus et les hommes de métiers, l’équipe de RESCCUE a revu l’implantation béton initialement prévue (Livrable 2.1) et a proposé d’adopter une approche modulaire en inox du système de collecteur et canaux destinés aux flux ruisselés pour la mesure de débits et de la turbidité. Les avantages de cette adaptation notable du design du dispositif sont :

- La diminution de l’impact à l’installation et lors de la remise en ordre du site (en effet l’ensemble des éléments constitutifs de la parcelle et du système de mesure seront démontables – seul du sable pour la stabilisation sera laissé sur place) ;
- La limitation du risque de pollution durant les travaux ;
- L’acceptabilité sociale de l’installation du dispositif ;
- Le choix de l’inox comme matériau offre une solution pérenne à moyen et long terme ;
- Les éléments constitutifs de la parcelle pourront être réutilisés après une campagne de mesure sur d’autres sites, sur d’autres substrats et occupation des sols, ce qui contribue grandement à la répliquabilité des recherches qui seront effectuées et la pérennité de l’investissement fait.

Différents prestataires ont été retenus par la PN pour fournir les éléments constitutifs du dispositif : A2EP (instruments de mesure – provenance USA), OpenChannelFlow (Hs flume et puits de mesure – provenance USA), BluescopeSteel (bordures de parcelle en galva – provenance locale), et Poindimié Soudure (collecteur, canal de transition et canal d’approche en inox/alu – fabrication locale). Le coût de l’investissement matériel acquis durant cette période est de 7 953 276 xpf.

La préfiguration des parcelles sur le terrain et le piquetage en vue de l’implantation des modules de collecte des flux ruisselés ont mis en évidence la nécessité d’adapter les plans de collecteurs prévus dans le livrable 2.1. Deux options d’adaptation ont été envisagées : i) une modification importante de la configuration de la collecte des eaux de ruissellement et l’acheminement jusqu’au Hs Flume permettant de supprimer certaines contraintes et d’améliorer la crédibilité des données qui seront collectées et ii) une adaptation simple de modules initialement prévus pour assurer un bon enracinement sur le terrain. C’est la première option qui a été retenue et qui a fait l’objet du développement de plans adaptés et d’une validation avec le prestataire retenu par la province pour la réalisation des modules en inox (Poindimié Soudure). Cette deuxième adaptation permet d’augmenter l’aisance de l’installation des canaux en milieu naturel et la crédibilité des données d’érosion qui seront mesurées.

Le présent livrable reprend, dans son quatrième chapitre, les caractéristiques techniques des instruments de mesure qui ont été commandés et constitueront le cœur du dispositif. Pour la mesure de pluie, le matériel acquis est un capteur de pluie à auget basculeur (CS701) de marque Campbell Scientific en lien avec une centrale d'acquisition CR200X du même fabricant. La mesure du débit sera réalisée à travers un canal jaugeur en fibre de type « 0,8 foot HS flume » fabriqué et calibré en usine chez OpenchannelFlow et son puits de mesure équipé d'une sonde pression TRUEBLUEE 555 level de la société TE Connectivity. Le nouveau collecteur principal en inox et son espace de mesure pourra accueillir une sonde Aqua Troll 600 pour la mesure de la turbidité.

Le temps de scrutation (pas de temps de mesure, d'acquisition des données) doit être adapté à la cinétique des phénomènes de ruissellement qui peuvent être très brusques sur une surface limitée à environ 100 m². C'est pourquoi le temps d'acquisition des données sera de 15 secondes. Le contrôle des données, pour la pluviométrie, pourra se faire à travers la mise en place d'un récipient quantificateur au pied du pluviomètre et, pour les débits, à travers le jaugeage par la technique d'empotement ou « méthode au seau ». Les manuels des instruments de mesure acquis fixent les méthodes de calibration, d'entretien ainsi que la périodicité de ceux-ci et sont repris en annexe de ce livrable.

Une personne en charge du relevé des données sera identifiée, cette responsabilité reposera dans un premier temps sur un stagiaire et ensuite sur un étudiant en thèse CIFRE appuyé par les acteurs locaux des tribus. A ce stade, les règles définies pour la fréquence des relevés sont les suivantes, sauf en cas de conditions de circulation dangereuse sur les pistes : au minimum 1 à 2 fois par mois sur chaque appareil et après chaque épisode pluvieux "notable". Le caractère "notable" de l'épisode pluvieux sera précisé au cours des premiers mois d'utilisation. Dans un premier temps, il est recommandé d'effectuer une visite de terrain après chaque épisode pluvieux et ce dans les plus brefs délais pour observer le fonctionnement du dispositif. Les données brutes seront stockées sur un portable de terrain et seront ensuite transférées sur l'ordinateur fixe au laboratoire de la PN après chaque tournée.

Pour l'analyse des échantillons (notamment dans le cadre de la mise à disposition de préleveur par les structures de recherche), le laboratoire de terrain de Tuo Cèmuhi (Touho) sera équipé de la manière suivante : 1 agitateur magnétique, 1 étuve, 1 dessiccateur, 1 balance de précision et le matériel divers de laboratoire (ensemble de béchers, filtres, seringues, entonnoirs en verre, boîtes de Pétri). Le protocole d'analyse des matières en suspension par séchage et pesée utilisé sera celui défini dans le cadre du projet Hydromine.

Les phases de mise en fonctionnement du dispositif ont été revues de la manière suivante (Tableau 1) suite aux adaptations opérationnelles et techniques adoptées durant cette phase 1.

Tableau 1 : Phases d'opérationnalisation du dispositif de suivi provincial (version adaptée en fin de phase 1)

Phases	Résultats obtenus/attendus	Temporalité
Phase 1: Adaptation pour une mise en place des parcelles en régie	Résultats obtenus : le design des parcelles est adapté et précisé en fonction des résultats de terrain, le matériel clé et les instruments de mesure principaux sont commandés et caractérisés.	Août 2016 – Décembre 2016
Phase 2 : Mise en place des parcelles, test et adaptations du dispositif	Un dispositif composé de parcelles est fonctionnel sur le terrain, génère de la donnée de qualité et le traitement local des échantillons peut être réalisé	Janvier 2017 – Août 2017
Phase 3 : Collecte des données et valorisation	Le dispositif génère de la donnée en flux continu, donnée qui est archivée, sécurisée, traitée et valorisée	Septembre 2017 – Août 2020
Phase 4: Fonctionnement et extension du dispositif (Optionnel et fonction du bilan de la phase 3)	La phase 3 permet la mise en valeur du dispositif, son développement et son fonctionnement à plus long terme	Septembre 2020 - 2030

Chapitre 1 : Contexte du livrable

La composante 1 de RESCCUE en province Nord (PN) focalise ses efforts sur des actions opérationnelles dans la zone atelier du bassin versant de la Thiem situé sur la commune de Tuo Cèmuhi (Touho), à proximité des tribus de Pwö-i (Poyes) et de Tiwae. Cette composante traite notamment de la mise en place d’un dispositif de suivi hydrologique, météorologique et de l’érosion.

Le premier semestre du projet RESCCUE (Juin 2015 à fin novembre 2015) avait été consacré, entre autres, à étudier la faisabilité d’un dispositif de suivi hydrologique, météorologique et de l’érosion prévu par les termes de référence dans le cadre de la composante 1 et à retenir une option technique avec la Direction du Développement Economique et de l’Environnement (DDEE ; L1.5) qui devait ensuite être traduite concrètement et faire l’objet d’une opérationnalisation (L2.1 initial). L’opérateur en octobre-novembre 2015 avait détaillé les cahiers des charges pour l’exécution de l’option retenue et une consultation restreinte de bureaux d’études désignés par la PN avait été réalisée sur cette base. En décembre 2015, la DDEE a notifié au projet RESCCUE que les budgets initialement prévus pour la mise en œuvre du dispositif et imputables sur le budget 2015 avec un report de l’exécution en 2016 n’étaient plus mobilisables pour des raisons comptables.

Au cours du premier trimestre 2016, du fait d’un budget provincial en constante mutation, aucun engagement n’a pu être pris par le Service Impact Environnemental et Conservation (SIEC) pour la mise en œuvre du dispositif. Le comité de pilotage de RESCCUE du 22 mars 2016 a permis de donner un nouveau niveau budgétaire au projet de dispositif dont le montant exact a été précisé par le SIEC fin avril 2016. Le comité de pilotage de RESCCUE a constaté que le budget 2016 mobilisé était insuffisant pour la réalisation de seuils de mesures hydrologiques sur quelques petits bassins versants instrumentés tels qu’initialement prévus (L 1.5). Il a été demandé à l’opérateur de revoir le contenu du dispositif et décidé que celui-ci pourrait se concentrer notamment sur la mise en place de parcelles de suivi de l’érosion et d’une instrumentation météorologique à proximité.

Cette révision a été faite dans le livrable RESCCUE L2.1 qui propose une programmation de mise en œuvre (opérationnalisation) mais également et avant tout, un nouveau design de dispositif au regard du budget effectivement disponible. Le livrable RESCCUE L2.1 a été validé le 31 août 2016.

Le nouveau design de dispositif adopté prévoit la mise en place de parcelles d’une centaine de m² et une mesure des flux hydro sédimentaires. Les parcelles sont à implanter sur le bassin versant de la Thiem dans des espaces offrant des occupations et des niveaux de perturbation différents (une placette en savane herbacée, une placette en forêt dégradée par le cerf et le cochon et une placette en forêt peu dégradée).

La programmation de la mise en place et du fonctionnement du dispositif a été planifiée en 4 phases, décrites dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Phases d’opérationnalisation du dispositif de suivi provincial (version du livrable 2.1)

Phases	Résultats attendus	Temporalité
Phase 1: Mise en place des parcelles	Un dispositif composé de parcelles est matérialisé sur le terrain et un cadre de gestion est précisé.	Août 2016 – Décembre 2016
Phase 2 : Test et adaptations du dispositif	Un dispositif composé de parcelles est fonctionnel sur le terrain, génère de la donnée de qualité et le traitement local des échantillons peut être réalisé	Janvier 2017 – Août 2017
Phase 3 : Collecte des données et valorisation	Le dispositif génère de la donnée en flux continu, donnée qui est archivée, sécurisée, traitée et valorisée	Septembre 2017 – Août 2020
Phase 4: Fonctionnement et extension du dispositif (Optionnel et fonction du bilan de la phase 3)	La phase 3 permet la mise en valeur du dispositif, son développement et son fonctionnement à plus long terme	Septembre 2020 - 2030

La validation du livrable de programmation a été faite le 31/08/2016 et l’exécution de celle-ci a donc pu être déclenchée à partir de cette date.

Outre le rapportage de l’avancement de la mise en œuvre de la phase 1 (qui s’achève en fin décembre 2016), le présent livrable précisera les adaptations techniques faites au dispositif parcellaire au regard de ce qui avait été prévu dans le cadre de la faisabilité et les protocoles envisagés de fonctionnement du dispositif. Le présent livrable s’appuie en outre pour sa partie technique sur la mission de Yann Quefféléan, expert en hydraulique torrentielle.

Chapitre 2 : Problème majeur rencontré dans la mise en œuvre de la phase 1 et adaptation

Après validation du livrable de programmation (L2.1) et une conceptualisation d’un cahier des charges adapté en septembre (réalisation des parcelles et instrumentation dans leur globalité), une demande de remise de devis (20/09/2016) a été faite à A2EP (société qui avait remis l’offre la plus intéressante lors de la mise en exécution du premier design de dispositif (L1.5)) et qui s’était initialement engagée à réaliser le nouveau dispositif). A2EP a remis le 5 octobre 2016 un devis annonçant que la réalisation des travaux ne pourrait se faire par leurs soins mais qu’ils étaient prêts à fournir les sondes de mesure uniquement.

Le refus d’A2EP d’effectuer eux-mêmes les travaux peut s’expliquer au regard de la complexité de la tâche, avec notamment l’inscription nécessaire des tribus dans la réalisation et la minutie de l’installation souhaitée. Le risque de n’avoir aucun retour d’une consultation d’entreprises équivalentes sur la même base étant grand et étant donné le resserrement des délais d’engagement des fonds provinciaux, le SIEC et RESCCUE ont décidé de réaliser l’implantation en régie afin de perdre le moins de temps possible et d’engager un maximum de dépenses d’ici la fin d’année.

Après de nombreux échanges avec les experts, les référents des tribus et les hommes de métiers, l’équipe de RESCCUE a revu l’implantation béton initialement prévue et a proposé d’adopter une approche modulaire en inox du système de collecteur et canaux destinés aux flux ruisselées pour la mesure de débits et de la turbidité.

Les avantages de cette adaptation notable du design du dispositif sont :

- La diminution de l’impact à l’installation et lors de la remise en ordre du site (en effet l’ensemble des éléments constitutifs de la parcelle et du système de mesure seront démontables – seul du sable pour la stabilisation sera laissé sur place) ;
- La limitation du risque de pollution durant les travaux ;
- L’acceptabilité sociale de l’installation du dispositif ;
- Le choix de l’inox comme matériau offre une solution pérenne à moyen et long terme ;
- Les éléments constitutifs de la parcelle pourront être réutilisés après une campagne de mesure sur d’autres sites, sur d’autres substrats et occupation des sols, ce qui contribue grandement à la répliquabilité des recherches qui seront effectuées et la pérennité de l’investissement fait.

Chapitre 3 : Etat de la mise en œuvre

1 COMMANDE DU MATERIEL ET CONSTRUCTION DES EQUIPEMENTS

Suite aux adaptations techniques présentées ci-dessus et au mode d’exécution choisi pour des raisons d’efficacité (exécution des fonds provinciaux sur des délais très courts), l’exécution a été subdivisée contractuellement de la manière suivante, présentée dans le Tableau 3) :

Tableau 3 : Commandes diverses effectuées et niveau de réalisation

	Contenu	Prestataires	Demande de rectification de devis, bon de commande, facturation	Réception du matériel	Coût (xpf)
1	4 HS flume 0,8 pied soit 256 mm de section avec leurs puits de mesure 4 sondes TrueBlue 555	A&CIE pour import matériel fourni par OpenchannelFlow	Le prestataire a mis un certain temps avant d’accepter les conditions de facturation de la PN. (Paiement à la livraison) <u>Obtention d’un devis conforme</u> : 23/09/2016 <u>Bon de commande</u> : 26/09/2016 <u>Facturation</u> : 2016	08/11/2016 à Koohnê (Koné) Le stockage du matériel sera fait par le SIEC à Tuo Cèmuhî (Touho)	2 152 600
2	Réalisation des modules en inox (collecteurs, canal de transition et canal, d’approche)	Pwêêdi Wiimîâ (Poindimié) soudure	Une petite dizaine de sociétés ont été approchées et relancées à plusieurs reprises pour l’obtention de devis, 3 devis ont été reçus au final. L’entreprise Pwêêdi Wiimîâ (Poindimié) Soudure a été sélectionnée car moins disante et ayant une capacité d’intervention potentielle sur site non négligeable. <u>Obtention de devis conformes</u> : 02/11/2016 <u>Bon de commande</u> : 10/11/2016 <u>Facturation</u> : Phase 1: 14/11/2016 Phase 2: 14/11/2016 Phase 3: facture à rentrer en fin de T1 2017	Subdivision de la réalisation en 3 phases (chaque phase représentant l’équipement d’une parcelle). Réalisation de l’ensemble du matériel : fin février 2016/début mars 2016	645 010 pour chaque phase soit 1 935 010
3	Bordures de parcelles (180 m) - « tôle plane dev 375x20 »	Bluescope steel	<u>Obtention d’un devis conforme</u> : 23/09/2016 <u>Bon de commande</u> : 21/10/2016	2017	376 712

	Contenu	Prestataires	Demande de rectification de devis, bon de commande, facturation	Réception du matériel	Coût (xpf)
	caillebotis (2 unités STEPPLUS de 5,06 m) Transport Tuo Cèmuhi (Touho)		Facturation : 25/11/2016		
4	Sondes de turbidité et pluviomètres, configuration et installation sur site	A2EP	Obtention d’un devis conforme : 14/10/2016 Bon de commande : 20/10/2016 Facturation : 28/10/2016	Arrivée des matériels à Tuo Cèmuhi (Touho) décembre 2016	3 488 934
Total des acquisitions réalisées*					7 953 276
5	Mise en place du matériel sur le terrain avec les tribus et fourniture des matériels restant (cuves, tuyauterie, pose, etc...) Phase 2 : Test du matériel Implantation d’un laboratoire de terrain	ONFI	Devis à émettre Bon de commande : début 2017 Facturation : 2017	Parcelles mises en place en mars - avril 2017 – Laboratoire mis en place en mai – juin 2017 Système fonctionnel en septembre 2017	

*Notons que la facturation de la phase 3 de la réalisation des modules en inox sera imputée au budget provincial de 2017

Le bilan de l’investissement est de 7 953 276 xpf. Celui-ci est un peu plus élevé qu’initialement prévu (L2.1) et cela est notamment dû au coût de l’importation du matériel de mesure par le prestataire depuis les USA (814 377 xpf en supplément et compris dans la ligne 1 du tableau ci-dessus) et au coût d’une réalisation modulaire en inox en lieu et place d’un ouvrage bétonné (ligne 3 du tableau ci-dessus).

La province Nord a tenu ses engagements financiers en matière d’investissement. L’adaptation de la mise en œuvre avec un passage en régie de l’exécution a permis d’avancer à grand pas dans l’exécution du dispositif sur le budget 2016 mais a représenté un travail supplémentaire pour le SIEC, la coordination du projet et les appuis techniques.

2 MATERIALIZATION DES PARCELLES ET ADAPTATIONS TECHNIQUES NECESSAIRES

La mission de Yann Quefféléan de novembre 2016 a consisté pour la partie « terrain » à i) valider les sites d’implantation de parcelles (voir Figure 1), ii) piqueter sur place les parcelles et les canaux de mesure et ce, pour les trois sites qui avaient été pré-ciblés et iii) proposer des adaptations au dispositif prévu dans sa globalité (notamment sur les modules inox dont la commande du matériel a été réalisée le 25/11/2016).

2.1 DELIMITATION ET PIQUETAGE DES PARCELLES D’EROSION

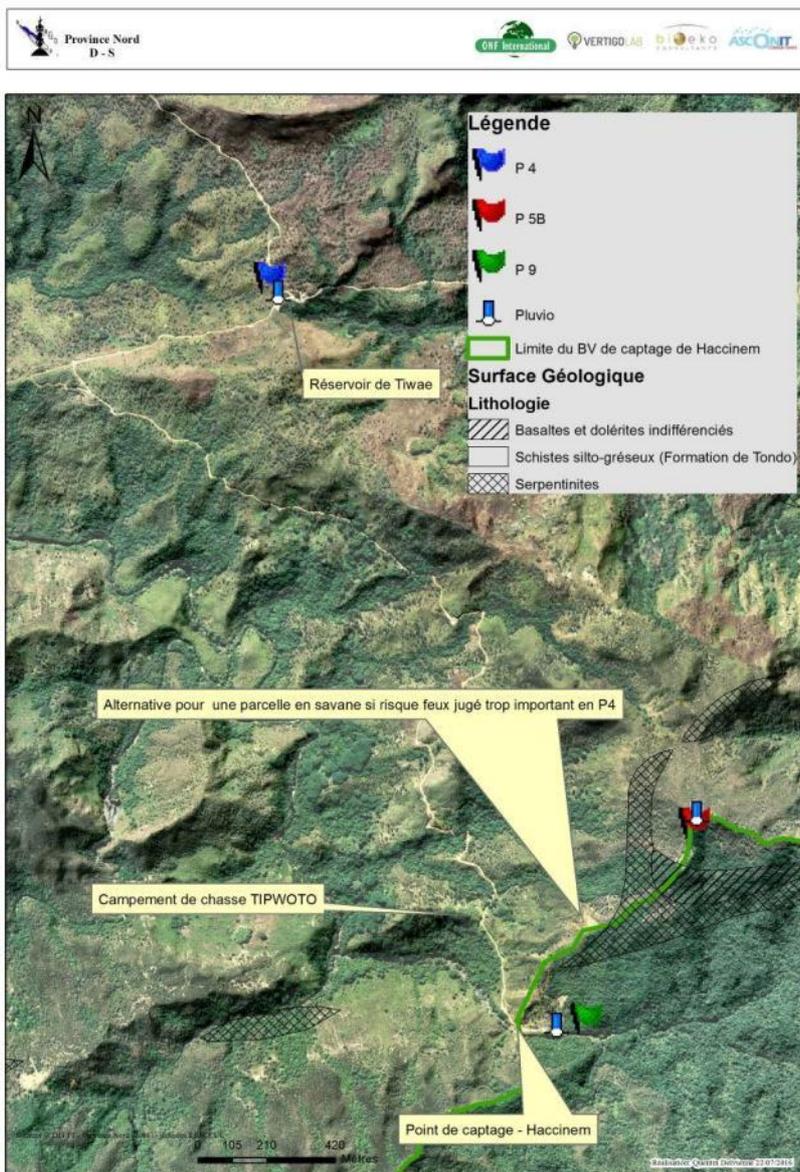


Figure 1: Carte de localisation des parcelles

C’est pourquoi la longueur de la parcelle 2 sera réduite à 14 m en rive gauche et 16 m en rive droite (15 m en moyenne). Pour compenser et atteindre une surface équivalente aux autres parcelles, nous avons prévu d’élargir un peu la parcelle qui passe de 5 à 6,5 m de largeur. Avec le convergent aval, on atteint une surface théorique de 105m² contre 106 m² pour les autres parcelles. Cette modification a peu d’impact étant donné la très grande hétérogénéité du sol en place avec de très nombreux arbres et souches inclus dans la parcelle. Aucun ravinement intense n’a ainsi

Les parcelles présentent des pentes relativement similaires de l’ordre de 17-19°.

La pente est relativement homogène suivant la longueur. Sur la parcelle n°3, la pente se réduit en pied de versant (profil en long développant une forme légèrement convexe).

Les couverts végétaux sont bien distincts :

- Parcelle n°1 (P5B) : forêt dense humide – Etat de surface dégradé par le passage des ongulés sauvages (cerfs et cochons) ;
- Parcelle n°2 (P9) : forêt dense humide – Etat de surface peu dégradé ;
- Parcelle n°3 (P4) : savane herbacée (quelques traces de passages des espèces invasives).

Pour le site n°2, les dimensions retenues de parcelle type (20 m par 5 m de large + le convergent aval 6 m²) n’ont pu être respectées pour éviter une ravine existante en pied de parcelle. Le risque de dégradation du dispositif en cas de crue était trop important. Le canal de mesure a ainsi dû être légèrement remonté pour le mettre à l’abri des écoulements susceptibles de déborder en crue.

pu se développer sur ce site. La longueur de la parcelle a par conséquent moins d'influence qu'en terrain nu où des rigoles pourraient se développer.

2.2 POSITIONNEMENT ET PIQUETAGE DES CANAUX DE MESURE

L'emplacement des canaux de mesure (depuis le collecteur primaire jusqu'au Hs-Flume) a été piqueté sur place dans les dimensions et les niveaux donnés par le livrable L2.1. Un maquette du canal de mesure a été produite afin de s'approprier le dispositif (Figure 2)

L'objectif recherché était de placer l'implantation future des canaux afin que l'exutoire du Hs-Flume se situe à +/- 10-12 cm du terrain naturel pour limiter les terrassements, tout en retenant une orientation pas trop biaisée du canal par rapport au convergent de la parcelle d'érosion.



Figure 2: maquette des canaux de mesure (design L2.1)

Cette implantation permettrait de s'assurer que les hauteurs des parois du canal d'approche sont suffisantes. Dans le cas contraire, si cette option est conservée, de petits décaissements entre la paroi du convergent et la paroi amont du canal permettraient de s'en prémunir.

Les sites d'implantation sont présentés dans les Figures 3 à 8 suivantes.



Figure 3: Vue sur la parcelle d'érosion n°1 (FDH dégradée)



Figure 4: Piquetage du canal de mesure

En général, il existe une différence de niveau entre les deux points du terrain naturel situés de part et d'autre de l'arase déversante (et ce malgré la faible longueur de déversement, limitée à 1 m). Dans ce cas, il faudra décaisser légèrement le terrain en amont pour rendre la surface de déversement horizontale.



Figure 5: "Vue" sur la parcelle d'érosion n°2 (FDH non dégradée)



Figure 6: Piquetage du canal de mesure

Une plaque pliée et façonnée sur place permettrait d'assurer la liaison entre le terrain naturel et le collecteur primaire (dans la zone du convergent de la parcelle d'érosion), à ancrer dans le sol pour éviter une infiltration des eaux entre le convergent de la parcelle et le collecteur primaire.



Figure 7: Vue sur la parcelle d'érosion n°3 (Savane herbacée)



Figure 8: Piquetage du canal de mesure

Deux canaux de mesure sont dirigés vers la droite (parcelle n°1 et n° 3) ce qui est conforme au plan du livrable L2.1, mais celui de la parcelle n°2 part sur la gauche du fait d'une topographie plus favorable de ce côté et pour éviter la ravine présente en pied de versant.

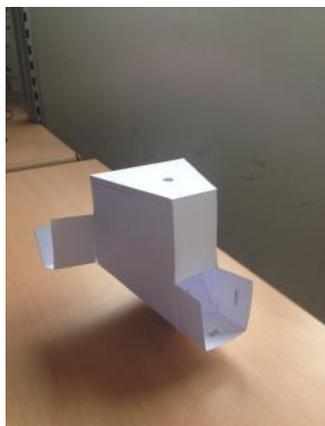
L'emplacement des cuves de décantation (bacs primaire et secondaire) n'a pas été matérialisé précisément sur place. Pour leur mise en place, il faudra créer une plate-forme stable et prévoir un linéaire de conduite suffisant, et surtout caler les conduites avec des supports adaptés (berceaux) pour qu'elles restent étanches et éviter toute fuite qui nuirait aux mesures (perte de débit liquide et solide).

2.3 ADAPTATIONS TECHNIQUES DU DISPOSITIF DE MESURE

Suite au piquetage sur le terrain des parcelles et la préfiguration d'une implantation des canaux assez difficile du fait de la topographie, deux options d'adaptation doivent être envisagées : i) une modification importante de la configuration de la collecte des eaux de ruissellement et l'acheminement jusqu'au Hs Flume permettant de

supprimer certaines contraintes et ii) une adaptation simple de modules initialement prévus pour assurer un bon ancrage sur le terrain.

2.3.1 Option i – modification en profondeur du design de collecte et d'acheminement des eaux



Une adaptation en profondeur du design des canaux est proposée afin de permettre de:

1. Faciliter l'implantation de ceux-ci sur tout type de substrat (type de sol et microtopographie) et quel que soit la pente de la parcelle d'érosion, notamment dans une optique de réutilisation des modules sur d'autres sites pour d'autres campagnes de mesures ;

2. Assurer une concentration des flux de ruissellement non pas sur la parcelle mais bien en dehors de celle-ci afin de ne pas ajouter de biais supplémentaire à la mesure de l'érosion (si des processus de ravinement s'étaient développés dans la partie convergente de la parcelle (passage de 5 m à 1 m de largeur) du design prévu dans le L2.1, nous n'aurions pu écarter le fait que cette érosion soit liée à la concentration des flux dans cette partie).

Figure 9: Modèle réduit du design du nouveau collecteur

Les modifications proposées dans ce sens portent sur la mise en place de caniveaux sur toute la largeur de la parcelle alimentant un collecteur lui-même construit pour faciliter potentiellement la mesure de turbidité et débouchant sur le canal d'approche d'une longueur suffisante pour garantir pour une mesure de qualité de la hauteur d'eau dans le puits de mesure du HS Flume.

Les plans de ce nouveau design (2 caniveaux, un collecteur et un canal - Figure 9 - d'approche) sont précisés en annexe 1 du présent livrable.

2.3.2 Option ii – adaptation du design de collecte et d'acheminement des eaux prévu dans le L2.1

Pour permettre le bon ancrage du design initial des canaux (voir L2.1) sur le terrain, il serait nécessaire d'apporter les adaptations suivantes aux canaux principaux :

- **Collecteur primaire :**

Puisqu'un des canaux de mesure est orienté à gauche (celui de la parcelle n°2), il faudrait pouvoir adapter l'emplacement de l'arase « déversante » du collecteur primaire.

Pour se faire, les options sont les suivantes :

- soit prévoir qu'un des trois collecteurs soit conçu avec un départ à gauche ;
- soit, pour conserver la modularité du système, prévoir deux arases déversantes sur chaque collecteur primaire (de part et d'autre) avec la possibilité de fermer l'un des côtés à l'aide d'une paroi amovible (paroi boulonnée avec joint). Le risque de débordement coté val reste faible, si le caillebotis est placé plus bas que l'arase de déversement (au moins à 5 cm en contrebas).

- **Canal de transition (Figure 10) :**

Il faudrait prévoir un caniveau déporté sur le bord du canal de transition pour « limiter » le dépôt de fines, mesurer une turbidité de qualité et faciliter les opérations d'entretien. Le puits de mesure du HS flume serait réservé quant à lui à la mesure de la hauteur de charge. Il reste toujours un point bas qui favorise l'arrêt des fines, mais ce dernier sera plus facile à entretenir et l'on pourrait également compter sur un effet chasse.

Figure 10: Modèle réduit de l'adaptation du canal de transition - caniveau en lieu et place d'un puits de mesure



2.3.3 Option d'adaptation retenue et implications pour la réalisation des équipements

La première solution d'adaptation a été retenue après concertation avec le prestataire en charge de la réalisation des pièces en inox (Poindimié Soudure). Cette adaptation devrait permettre de faciliter grandement l'implantation sur site des différents canaux et permettra une mesure de l'érosion plus fiable.

Aux plans présentés en annexe 1, les réalisations suivantes ont également été adoptées entre le prestataire et la coordination de RESCCUE en PN :

- des capots sur les pièces C et D (collecteur et canal d'approche) avec cadenas sécurisant la sonde qui sera à l'intérieur du collecteur ;
- la mise en place d'un tube soudé (5 cm de diamètre intérieur) à l'intérieur du collecteur et soudé à une cornière pour l'intégration de la sonde de turbidité. Ce tube de 30 cm de longueur sera situé entre les cotes +10 et -20 cm par rapport au niveau du sol en aval de parcelle;
 - une grille en inox type barbecue avec des espacements de l'ordre de 2 cm, amovible (si possible réglable en hauteur) et qui viendra se fixer comme sur l'image de la face amont du collecteur (Figure 11). Cette option permettra d'assurer une certaine filtration des feuilles, des débris de bois et des branches qui pourraient empêcher une mesure continue;
 - la réalisation sur le canal d'approche d'un système réglable en hauteur d'appui au sol (soit la soudure de 4 amorces pré-trouées sur lesquelles on vient fixer 4 cornières fichées dans le sol à la masse) pour arriver à la pente souhaitée permettant de tendre vers un écoulement laminaire et une mesure de hauteur de charge correcte;
 - des poignées permettant un déplacement facilité des pièces sur le terrain.



Figure 11: Modèle réduit du collecteur présentant l'intégration de la grille type « barbecue »

Notons que ces ajustements n'auront pas d'impact sur les coûts présentés dans le Tableau 3.

2.4 RECOMMANDATIONS POUR LA MISE EN PLACE DES BORDURES DE LA PARCELLE D'ÉROSION

Dans les zones boisées, les travaux devront limiter au maximum le risque de dégradation de l'état de surface actuel. Il sera ainsi possible de dévier légèrement les parois de délimitation de la parcelle afin d'éviter de couper, voire surtout de dessoucher un arbre, ce qui aurait pour conséquence de créer une niche d'érosion (non représentative du terrain en place).

Les surfaces « exactes » des parcelles devront être réévaluées après mise en place des parois (par exemple à partir de triangles élémentaires, matérialisés sur place au moyen de ficelles tendues).

De très légers terrassements peuvent être nécessaires pour passer une discontinuité du profil (dépressions, bosses). On privilégiera un décaissement léger des parties concaves ou « saillantes ». La hauteur des parois de 37 cm permet déjà de s'adapter au terrain. Dans la mesure du possible, essayer de reconstituer une litière avec des feuilles en zones boisées.

Durant la phase de chantier, on évitera au maximum de traverser les parcelles, un cheminement par l'extérieur durant la mise en place des bordures est à privilégier pour éviter un piétinement de la surface. Signalons à cet égard que les premières mesures de turbidité ne seront pas forcément représentatives de l'érosion naturelle des parcelles, mais plus de la conséquence des travaux.

2.5 RECOMMANDATIONS POUR L'IMPLANTATION DES PLUVIOMETRES

Un pluviomètre sera implanté à proximité de chaque parcelle d'érosion dans un secteur tout de même dégagé et suffisamment éloigné des arbres.

Pour limiter les erreurs de mesure, certaines précautions doivent être suivies lors de leur installation (cf. norme d'installation de l'Organisation Mondiale de la Météorologie (OMM)):

- Dégagé de tout obstacle environnant (arbres, bâtiments...) : à une distance au moins égale à quatre fois la hauteur des obstacles ;
- Base du cône de réception parfaitement horizontale ;
- Arête de la base du cône entre 0.5 et 2 m du sol (hauteur conventionnelle Météo France : 1m) ;
- Terrain plat et « herbeux ».

3 ACCEPTATION ET APPROPRIATION LOCALE

L'approche modulaire en inox adoptée pour la réalisation des canaux et leur amovibilité contribue grandement à améliorer l'acceptation locale en ce qui concerne la mise en place du dispositif de suivi.

Un rappel de la mise en place de ces parcelles a été fait lors des conseils de clans de Tiwae et de Pwö-i (Poyes) le 15 novembre 2016 ; la question de la pyromanie a été abordée au regard du risque de feux évident au niveau de la parcelle en savane. Il a également été rappelé qu'une équipe sera formée pour la matérialisation de ces parcelles et la pose des canaux le moment venu.

La nécessité ou non de la mise en place d'un acte coutumier pour l'installation de ces parcelles a été laissée à la responsabilité de la province tel que acté lors du comité de pilotage de RESCCUE du 12 juillet 2016. Les conseils des clans des deux tribus avaient pour leur part noté la non nécessité de procéder par un acte coutumier étant donné que le projet avait déjà reçu l'aval des coutumiers pour être mis en œuvre.

Les emplacements des sondes devront être sécurisés au niveau du collecteur et du puits de mesure du HS flume (Figure 12) car l'acceptation sociale ne veut pas dire absence de vandalisme (celui-ci peut venir d'ailleurs). Une solution pour la protection du collecteur est prévue (capot et cadenas), le puits de mesure devra quant à lui être adapté pour pouvoir sécuriser sa sonde pression.



Figure 12: HS flume et puits de mesure dont l'ouverture doit être sécurisée

4 CONSEQUENCE POUR LES PHASES 2 ET 3

La phase 2 intégrera l'installation de l'ensemble des équipements et conservera ses objectifs initiaux. La mise en place d'un laboratoire de terrain et le test du dispositif sont donc conservés. Le contenu de la phase 3 ne devrait pas subir de modifications de ce fait pour autant que les moyens nécessaires soient mis à disposition du projet RESCCUE.

Chapitre 4 : Détail des équipements de mesure à mettre en place

Ce chapitre a pour vocation de donner les caractéristiques matérielles des équipements de mesure acquis par la PN et qui seront installés sur le dispositif de suivi. Ces instruments peuvent être classés en trois catégories : i) mesures des pluies, ii) mesures des débits et iii) mesures des transports solides et matières en suspension.

1 MESURES DE PLUIES

La mesure des données de pluie est réalisée à l’aide de pluviomètres à augets basculeurs.

Le matériel commandé auprès de la société A2EP comprend :

- 3 pluviomètres à augets CS701, résolution 0,2mm ;
- 3 enregistreurs Campbell CR200x ;
- 3 accessoires de montage : mat et support, boîtier fibre, batterie 7 mAh ;
- Logiciel PC200W, programmation logger, démarrage sur site.

La prestation confiée à A2EP comprend la fourniture, l’installation sur site et le paramétrage du matériel par des techniciens spécialisés. Leur devis précise que les travaux de génie civil ou de préparation du terrain sont exclus de leur prestation. Pour la mesure de la pluie, aucun travail de préparation préalable n’est nécessaire étant donné les modalités d’implantation des pluviomètres (mât avec son support et ses teneurs).

1.1 PLUVIOMETRE A AUGETS BASCULEURS DE TYPE CS701

Le CS701 est un capteur de pluie à auget basculeur (Figure 13) haut de gamme avec un seau en laiton revêtu de céramique synthétique et une base en plastique. Il mesure les précipitations par incréments de 0,2 mm. Le CS701 est idéal pour les endroits où des précipitations intenses peuvent se produire. Cet appareil est compatible avec tous les enregistreurs de données Campbell Scientific et est utilisé dans les applications de surveillance de l'environnement.



Le CS701 entonne les précipitations dans un mécanisme d'auget qui bascule quand il est rempli à son niveau étalonné. Chaque basculement est marqué par une double fermeture à clapet qui est enregistrée par un canal de comptage d'impulsions. Après la mesure, l'eau s'écoule à travers deux orifices (accepte un tube de 12 mm) dans la base, ce qui permet de recueillir l'eau mesurée dans un récipient séparé.

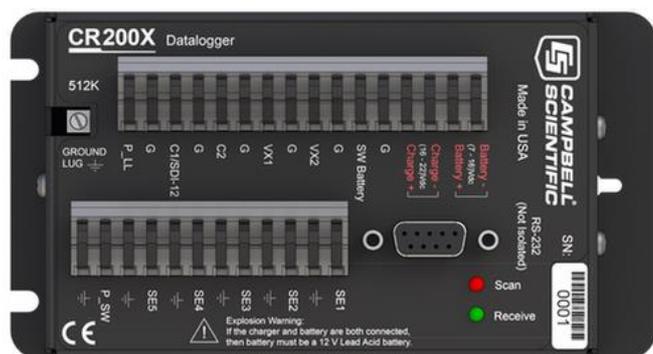
Le CS701 contient un mécanisme de siphon interne qui fait que la pluie s'écoule à un rythme régulier vers le mécanisme de l'auget basculant (quelle que soit l'intensité). Le siphon permet au capteur de faire des mesures précises sur une plage de 0 à 700 mm par heure. Cette large gamme de mesure épouse bien la pluviométrie qui peut être observée sur le terrain.

Figure 13: Pluviomètre à auget basculeur de type CS701 de Campbell Scientific©data logger.

Spécifications techniques :

- Type de capteur : Auget basculeur avec siphon
- Précision : $\pm 2\%$ de 0 à 250 mm/hr;
 $\pm 3\%$ de 250 à 500 mm/hr;
- Résolution : 0.2 mm
- Gamme de mesure : 0 à 700 mm/hr
- Gamme de température : -20° à 70°C
- Humidité : 0 à 100%
- Diamètre de l'orifice : 20 cm
- Taille du tube de vidange: Les deux filtres acceptent un tube de diamètre intérieur de 12 mm
- Câble: blindé à deux conducteurs

1.2 CENTRALE D'ACQUISITION CR200X



La CR200X est une centrale d'acquisition (Figure 14), d'entrée de gamme, à moindre coût, qui offre une fiabilité et une faible consommation en énergie. Cette centrale de mesure compacte est destinée à des mesures nécessitant un petit nombre de capteurs, elle fonctionne très bien pour des réseaux à distance ou en situation totalement autonome.

Figure 14: Centrale d'acquisition CR200X de Campbell Scientific©

Description technique :

La centrale de mesure CR200X offre deux compteurs d'impulsion, cinq voies unipolaires, deux ports de contrôle E/S, un port RS-232 et deux voies d'excitation.

La CR200X accepte une grande variété de capteurs comme les SDI12 bien qu'elle ne supporte pas les mesures en différentielles, les dispositifs SDM, les multiplexeurs ou les thermocouples. La CR200X est compatible avec le protocole ModBus.

La vitesse maximale de scrutation est 1 Hz, il y a 512 Ko de mémoire de stockage et la centrale est garantie 3 ans.

Alimentations :

La CR200X utilise une alimentation externe et possède un régulateur de charge en interne. Lorsque vous connectez sur le régulateur de charge de la CR200X une batterie, utilisez une batterie de 7 Amp/h ou plus petite. Si vous utilisez une batterie supérieure à 7 Amp/h, le régulateur de charge de la centrale de mesure va chauffer et risque d'endommager la CR200X. Cela arrive lorsque la batterie est complètement déchargée.

Une pile SRAM sauvegarde l'horloge, les données et le programme lorsque la centrale de mesure n'est plus alimentée par sa source principale.

2 MESURE DU DEBIT

La mesure du débit est assurée par un canal jaugeur de type "Hs-Flume" muni d'une sonde de pression déportée dans un puits de mesure.

2.1 CANAL JAUGEUR DE TYPE "HS-FLUME"

Le modèle retenu est le Hs-244 mm (Figure 15) dont la plage de mesure est compris entre 0,0086 l/s et 13,31 l/s. Il est construit en matériau composite (fibre de verre) avec un puits de mesure déporté de 15,24 cm de diamètre pour installation de la sonde pressiométrique. Le point d'alimentation du puits est indiqué au croquis ci-dessous (Figure 16), à 12,19 cm du bord amont. Une échelle limnimétrique est positionnée sur les bords pour une lecture directe de la hauteur d'eau au droit du point de prélèvement vers le puits de mesure.

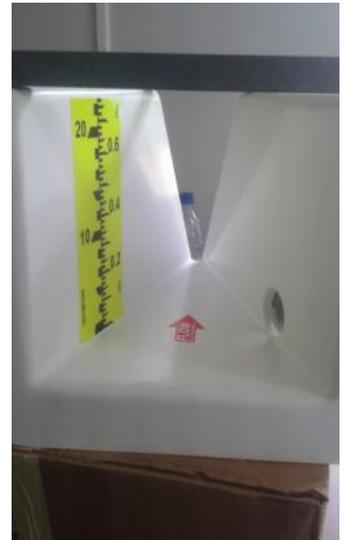


Figure 15: HS flume 244 mm du projet RESCCUE, échelle limnimétrique et point d'alimentation du puit de mesure

Pour rappel, ces produits ont été commandés auprès de la société Openchannelflow (www.openchannelflow.com).

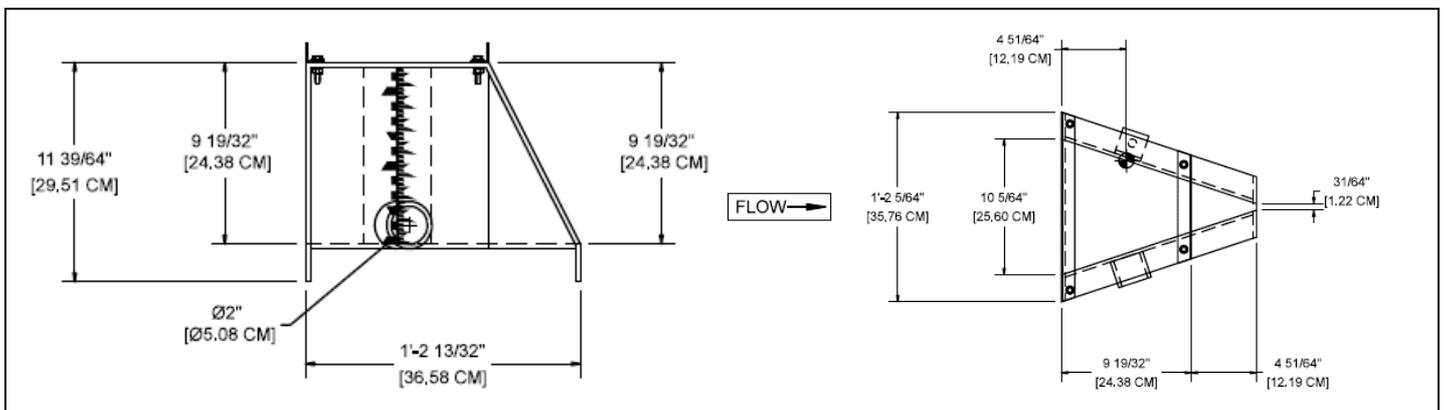


Figure 16: HS flume 244 mm : caractéristiques géométriques

Relations hauteur-débit :

Les tableaux de correspondance entre les hauteurs mesurées et les débits sont fournis en annexe 2 (Source initiale: Field Manual for Research in Agricultural Hydrology, Agriculture Handbook No. 224, U.S. Department of Agriculture, February 1972).

La formule suivante peut par ailleurs être utilisée pour calculer le débit (en l/s) en fonction de la hauteur (H en mètre) :

$$Q \text{ (en l/s)} = -0.00707921 + 0.04898248 H^{0.5} + 21.70307374 H^{1.5} + 365.9132927 H^{2.5}$$

2.2 SONDE DE PRESSION TRUBLUE 555 LEVEL

La sonde de pression pour mesurer le niveau d'eau du Hs-Flume en continu est fournie par la société Openchannelflow. Elle sera installée dans le puits de mesure déporté du Hs-Flume.

Il s'agit d'une sonde autonome « TRUBLUE 555 LEVEL » (Figure 17 et Figure 18) en acier inoxydable de la société TE Connectivity ; Elle est alimentée par batterie et affiche une autonomie de 5 ans. Elle mesure le niveau (la profondeur) d'eau et la température.



Figure 17: TRUBLUE 555 LEVEL

Spécifications techniques :

- Niveau de précision : $\pm 0,05\%$ FS TEB (FS : full scale ou PE : pleine échelle);
- Batterie permanente de cinq ans ;
- Mémoire interne de 8 Mo pour un maximum de 550 000 points de données ;
- Nouveau logiciel gratuit TruWare pour PC ou Mobile inclus ;
- Rapport d'étalonnage inclus avec chaque instrument ;
- Interface de communication RS-485 ou SDI-12 ;
- Garantie de deux ans.

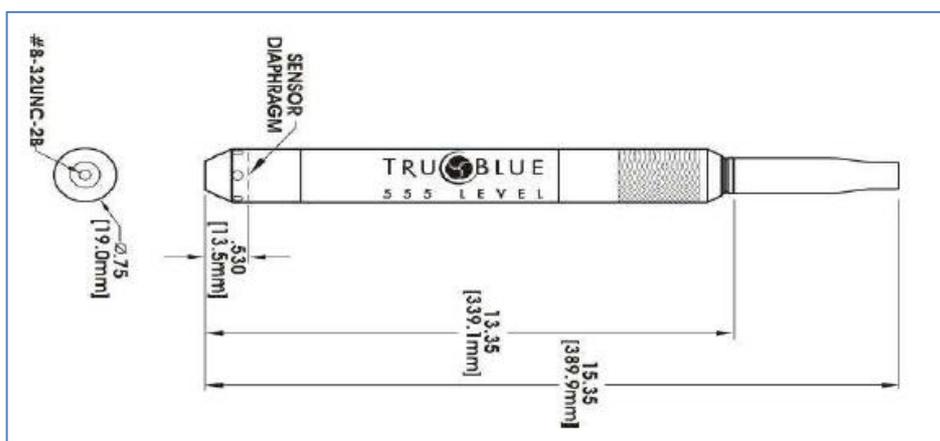


Figure 18: Dimensions de la sonde Trubblue 555 Level

3 MESURE DE TRANSPORT SOLIDE ET DES MATIERES EN SUSPENSION

Le transport solide sera quantifié en cumulant le volume de matériaux (gros et fins) stockés à différents niveaux du dispositif (collecteur primaire, canal de transition, canal d'approche, Hs-Flume, bassin de chute du Hs-Flume, bac primaire et bac secondaire après partition des écoulements).

La mesure de matières en suspension (MES) peut être réalisée quant-à-elle à partir de plusieurs méthodes :

- Méthode « rustique » à partir des dépôts dans les bacs de décantation (ne prend pas en compte les dépôts de matériaux qui se produisent en amont) + analyse en laboratoire des échantillons prélevés après brassage des cuves ;
- Mesure directe de la turbidité grâce à une sonde munie d'un capteur de turbidité mise en place dans le canal de mesure (du Hs-Flume) ;

- Et si un préleveur ISCO est prêté par l'IRD, mesure canal de transition ou dans le puits de mesure par mise en place temporaire d'un échantillonneur de type ISCO + analyse en laboratoire des échantillons prélevés ;

L'utilisation d'un préleveur ISCO est indispensable pour caler une « relation » turbidité/concentration en matériaux. Les dépôts dans les bacs ne permettant que de travailler sur une moyenne de la concentration solide sur l'ensemble de l'épisode. Des prélèvements manuels pourront par ailleurs être réalisés sur place en complément de l'ISCO.

3.1 RAPPEL SUR LA MESURE DIRECTE DE LA TURBIDITE

Rappel du principe de la mesure :

(Extrait du guide Onema, LEESU et IFSTTAR/LEE - Guide technique sur le mesurage de la turbidité dans les réseaux d'assainissement - Avril 2015)

« Le mesurage de la turbidité peut être réalisé selon deux techniques qui s'intéressent toutes deux à la modification d'un faisceau lumineux traversant une eau chargée en particules : l'atténuation et la néphélogéométrie.

La turbidité est définie comme la réduction de transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes (NF EN ISO 7027, 2000). Deux techniques de mesurage conviennent dans le cas général aux applications en assainissement : atténuation et diffusion. La valeur mesurée dépend de la technologie utilisée, ce qui justifie l'utilisation d'unités distinctes (FAU et FNU). Les capteurs sont étalonnés pour fournir la même valeur sur les mêmes étalons, mais suivant le principe utilisé, ils indiquent des valeurs très différentes pour une même eau résiduaire.

Les gammes de mesure recommandées en assainissement sont :

- 0 - 2 000 FAU pour une mesure par atténuation ;
- 0 - 1 000 FNU pour une mesure par diffusion (normalisée entre 0 et 40 FNU pour le cas particulier de la néphélogéométrie et au-delà suivant les caractéristiques de l'appareil). »

3.2 SONDE AQUA TROLL 600 AVEC CAPTEUR DE TURBIDITE

La prestation confiée à A2EP comprend la fourniture, l'installation sur site et le paramétrage de la sonde Aqua Troll 600, y compris la calibration initiale.

Sonde AquaTroll 600 :

Une sonde Aqua Troll 600 (Figure 19 et Figure 20) de la société In-Situ© (www.in-situ.com) équipée d'un capteur de turbidité permet la mesure de la turbidité. La mesure de la turbidité nécessite par ailleurs de connaître la température de l'eau, c'est pourquoi la sonde sera également équipée d'un capteur de température.



Figure 19:sonde Aqua Troll 600

Les dimensions de la sonde sont les suivantes : Diamètre de **4.7 cm** x longueur de **59.2 cm** (connecteur inclus).

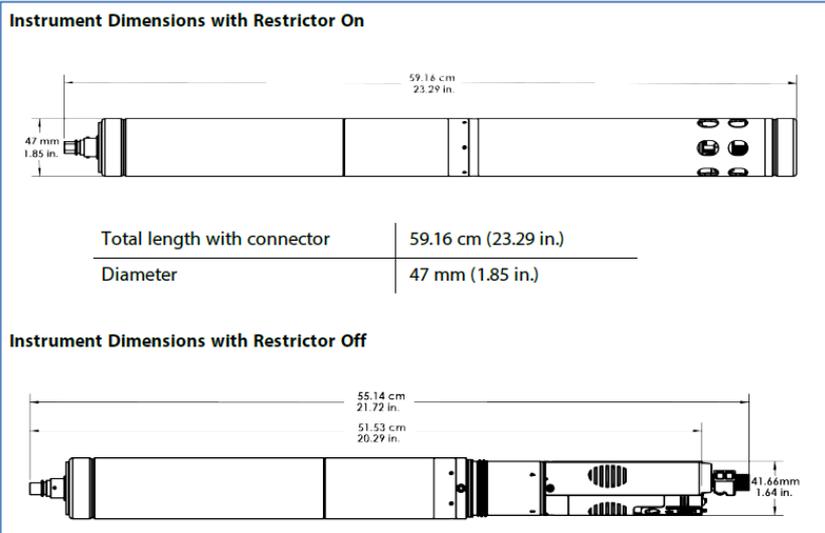


Figure 20: Dimensions de la sonde Aqua Troll 600

Capteur de turbidité (intégré dans la sonde) et capteur de température:

Le capteur de turbidité est situé à plus de 8 cm du bord inférieur de la sonde (capot). Il faut que la sonde soit mise en place dans un caniveau ou un puits de mesure avec un fond plus profond (et/ou soit inclinée) pour que le capteur soit noyé et que la turbidité puisse être mesurée, ce qui pose le problème du colmatage de cette zone de dépression par des fines.

Tableau 4 : Spécifications du capteur de turbidité de la sonde Aqua Troll 600

Accuracy	±2% of reading or ±2 NTU or FNU, whichever is greater
Range	0 to 4,000 NTU
Resolution	0.01 NTU (0 to 1,000 NTU) 0.1 NTU (1,000 to 4,000 NTU)
Sensor Type	Replaceable
Response Time	T63<1s, T90<1s, T95<1s
Units of Measure	NTU, FNU
Methodology	ISO 7027

Le turbidimètre mesure la turbidité dans une plage de mesure de 0,01 à 4000 NTU/FNU (Tableau 4 et Tableau 5). La lumière rayonnée est réfléchiée par les particules (turbidité) existantes. La lumière diffusée est ensuite mesurée par un photodétecteur disposé en angle droit (90°C) par rapport à la source lumineuse. Ce principe dit « nephelométrique » est décrit en détail dans la norme DIN EN ISO 7027, qualité de l’eau – détermination de la turbidité (Water quality – Determination of turbidity). L’étalon standard international de turbidité est la formazine. Fondé sur ce dernier, le capteur détermine la turbidité des liquides aqueux en FNU (Formazine Nephelometric Units - Unités Nephelométriques de Formazine).

Tableau 5 : Spécifications du capteur de température de la sonde Aqua Troll 600

Accuracy	±0.1° C
Range	-5 to 50° C (23 to 122° F)
Resolution	0.01° C
Sensor Type	Replaceable
Response Time	T63<2s, T90<15s, T95<30s
Units of Measure	° C, ° F
Methodology	EPA 170.1

Sensor only, when transferring from air to ambient water temperature. Typical system response time with all sensors and restrictor installed: T63<30s; T90<3.5m; T95,7.5m

Chapitre 5 : Protocoles de mesure et d'entretien

1 PROTOCOLE DE MESURE ET DE CONTROLE

1.1 TEMPS DE SCRUTATION

Le temps de scrutation (pas de temps de mesure, d'acquisition des données) doit être adapté à la cinétique des phénomènes de ruissellement qui peuvent être très brusques sur une surface limitée à environ 100 m².

Il faut par ailleurs prendre en compte la capacité de stockage des instruments et la fréquence des relevés (cette dernière pouvant être une conséquence des deux autres).

Nous recommandons à ce stade un temps d'acquisition des données très courts de 15 secondes.

1.2 CONTROLE DES DONNEES

1.2.1 Contrôle des données de pluies :

Il est recommandé de mettre en place un réceptacle pour recueillir les eaux de pluies qui sortent du pluviomètre (via les tubes de vidange).

Cela permet de vérifier l'adéquation entre le nombre de basculement et le volume d'eau total stockée dans le réceptacle et de repérer ainsi une anomalie ou une dérive.

Pour les pluviomètres de marque Campbell, le recueil des eaux n'est pas évident, donc on peut se limiter à le pratiquer une à deux fois par an.

Un étalonnage dynamique peut également être réalisé (voir notice du constructeur – procédure décrite dans le protocole d'entretien).

Calibration des pluviomètres :

En dehors du contrôle de cohérence effectué à partir d'un réceptacle mis en place pour collecter les eaux de vidange du pluviomètre, la procédure de calibration est précisée au § 9.3 du manuel (page 18 à 20) de Campbell Scientific.

Le capteur est calibré en usine ; le recalibrage n'est pas nécessaire à moins que des dommages ne se soient produits ou que les vis de réglage se soient desserrées.

Néanmoins, le contrôle d'étalonnage suivant est recommandé une fois tous les 12 mois :

1. Retirez le boîtier de la base en enlevant les trois vis et en le soulevant vers le haut sur le boîtier ;
2. Vérifiez le niveau de bulle pour vérifier que le pluviomètre est à niveau ;
3. Verser de l'eau dans l'entonnoir pour mouiller les deux surfaces de l'auget. À l'aide d'un cylindre gradué, verser lentement 314 cm³ (0,314 litre) d'eau, sur une période de 15 minutes, dans l'entonnoir de collecte. Ce volume d'eau est égal à 10 mm de pluie ;
4. Après que l'eau ait traversé le pluviomètre, l'auget aurait dû basculer 39 fois ;
5. Si le pluviomètre ne parvient pas à enregistrer le nombre correct de basculement, retournez l'appareil à Campbell Scientific pour le recalibrage.

1.2.2 Contrôle des débits :

Vu les très faibles débits (<10 l/s), le jaugeage peut se faire par la technique d'empotement ou « méthode au seau ».

Cette méthode est réservée à l'estimation des très faibles débits. Elle consiste à mesurer le temps de remplissage (partiel ou total) d'un seau. Quand les conditions de sa mise en œuvre sont remplies, cette méthode est simple, rapide et la moins coûteuse. De plus les incertitudes obtenues sont généralement réduites.

Contrôle de la hauteur d'eau relevée par la sonde pressiométrique :

Le contrôle de niveau se fera à partir de l'échelle limnimétrique présente sur le côté gauche du Hs Flume.

La position verticale de la sonde dans le puits de mesure influence directement la mesure de hauteur d'eau, il faudra donc recalibrer la sonde à chaque fois qu'on doit l'enlever du puits. Il est nécessaire de prévoir un guide pour conserver exactement la même position dans le puits.

1.3 MESURE DES MES - LIEN ENTRE LA TURBIDITE, LES MES ET LA CONCENTRATION SOLIDE

Il faut établir une courbe d'étalonnage¹ entre les valeurs (FNU/NTU) fournies par les turbidimètres et les concentrations (mg/l) réelles obtenues par analyse en laboratoire (Analyse des MES par séchage et pesée) à partir de prélèvements.

Malheureusement, cette relation turbidité (FNU)/Concentration (mg/l ou g/l) n'est en général pas stable et doit être fréquemment recalculée à l'aide des prélèvements. C'est pourquoi, la plupart du temps, la donnée de concentration issue du turbidimètre n'est pas disponible en continu.

Celle-ci dépend notamment de la granulométrie des matériaux transportés. Pour une même turbidité, la concentration sera plus forte avec des particules plus grossières.

De même si on trace une courbe de la concentration en fonction du débit, on obtient souvent une courbe en hystérésis avec des concentrations différentes lors de la montée et à la décrue.

On établira une courbe ou des courbes d'étalonnage des turbidimètres en laboratoire en mélangeant des matériaux pris sur place et en faisant varier la concentration, mais également en modifiant la répartition granulométrique des matériaux dans les échantillons, et ce afin d'évaluer l'influence de la granulométrie sur la relation turbidité/concentration.

Plus la crue est intense, plus les grains transportés peuvent être "gros". Lorsque des prélèvements seront effectués, un re-étalonnage crue par crue peut être réalisé à l'aide des valeurs de concentration obtenues à partir des prélèvements.

1.4 ESTIMATION DU VOLUME DE MATERIAUX GLOBAL TRANSPORTE

Les matériaux solides qui se sont déposés doivent être enlevés et leur volume quantifié pour estimer la charge solide globale. L'idéal est de le pratiquer après chaque épisode pluvieux, sinon leurs volumes seront globalisés sur plusieurs épisodes.

Il convient de prendre des photos du dispositif à chaque visite en repérant les zones d'ensablement et préférentielles.

Les matériaux solides pourront être rapportés au laboratoire pour établir leur granulométrie.

¹ Relation non univoque entre turbidité (en FNU / NTU) et la concentration solide

2 PROTOCOLE D'ENTRETIEN DES DISPOSITIFS

2.1 DISPOSITIONS GENERALES

Les principes de base pour la mise en place d'un protocole efficient sont les suivants :

- Adapter le niveau de détails du protocole en fonction des personnes qui seront en charge de l'entretien ;
- Inclure dans le dossier l'ensemble des notices de montage et d'entretien des appareils ;
- Prendre en compte les difficultés de mise en œuvre (par exemple éviter de marcher à proximité du Hs-Flume et des puits de mesure, ne pas marcher dans les canaux, etc.).

Etant donné que le dispositif sera composé au total de trois dispositifs hydrométriques et de trois pluviomètres disséminés dans la brousse, le protocole devra comprendre le cheminement le plus rapide et efficace pour faire la visite des appareils. Les premiers entretiens permettront de donner un ordre de grandeur du temps à passer pour la maintenance des instruments.

Il faudra préciser le matériel « de réparation » à transporter sur chaque tournée de visite. Compte tenu de l'éloignement il faut prévoir de quoi réparer sur site. Cette boîte à outils comportera ; piles, carte sd pour décharger les données et remplacer, à voir si un pc est nécessaire, eau déminéralisée pour nettoyage des capteurs, solutions d'étalonnage des turbidimètres, des outils classiques, brosse synthétique pour nettoyer les fonds des chenaux, bout de barre de fer pour lever les caillebotis et bien sûr les clefs des cadenas. La boîte à outils sera constituée lorsque le matériel sera installé.

Penser à ajouter un panneau d'information pour chaque site de mesures pour indiquer que l'objectif est de rendre une eau potable meilleure et que le projet est soutenu par la province Nord et les tribus (pour éviter le vandalisme).

2.2 ENTRETIEN GENERAL DU DISPOSITIF

A chaque visite, il convient de nettoyer les feuilles et débris végétaux qui obstruent les passages.

Il sera important de noter sur la fiche de relevé, si la présence de ces débris a pu provoquer un débordement du dispositif.

On apporte une attention particulière au puits de mesure du Hs Flume et au caniveau qui doivent être contrôlés et nettoyés si besoin à chaque visite.

2.3 SPECIFICATIONS CONCERNANT LA MAINTENANCE ET LA CALIBRATION EVENTUELLE DES EQUIPEMENTS

2.3.1 Pluviomètres

Durant chaque visite, il convient² :

- de retirer les débris, les insectes, les sédiments, etc. de l'entonnoir de collecte, des filtres, du mécanisme de siphonnage ou de l'ensemble de l'auge basculant.
- de vérifier que l'ensemble de l'auge basculant se déplace librement et que l'enregistreur enregistre chaque basculement de l'auge.
- de vérifier que l'appareil est toujours de niveau (avec la bulle prévue à cet effet).

² Suivre les préconisations du fabricant sur le dépannage et la maintenance « 9. Troubleshooting and Maintenance » aux pages 14 à 18 du manuel « Instruction manuel - CS700 Tipping Bucket Rain Gage and CS700H Heated Rain Gage » à défaut de manuel spécifique relatif au CS 701.

2.3.2 Sonde AquaTroll et ses capteurs

La mesure de turbidité est assez stable, donc a priori peu de calibration requise, mais dans la pratique on fera une vérification avec la solution lors des relèves pour éviter toute dérive. Suivre la procédure fournie à cet effet par le fabricant.

Préconisations du fournisseur concernant la calibration :

La fréquence de calibration du capteur de turbidité indiquée par le fabricant « In-situ© » est de 12 mois.

Calendrier de maintenance :

Pour de meilleurs résultats, le fabriquant préconise de lui envoyer l'instrument pour l'étalonnage en usine tous les 12 à 18 mois.

Joints toriques :

L'instrument dispose de plusieurs joints toriques qui peuvent être entretenus par l'utilisateur pour empêcher l'humidité d'entrer dans l'instrument et endommager l'électronique. Appliquer une couche très fine de graisse sous vide à de nouveaux joints toriques lors de l'installation. Vérifier que les joints toriques ne présentent pas de fissures, de copeaux ou de décoloration et ne changer pas lorsque l'une de ces conditions apparaît.

Déshydratant (« Dessicant ») :

L'Aqua TROLL 600 contient une petite capsule déshydratante remplaçable dans le compartiment des piles (voir Figure 21). Cette capsule évite que l'humidité endommage les composants électroniques. Il est rempli de silice qui indique la couleur et qui passe progressivement du violet au rose que l'efficacité du dessiccateur diminue.



Figure 21: Code couleur mettant en évidence la durée de vie du dessiccateur

Il faut remplacer le déshydratant lorsque le déshydratant est devenu rose. Le déshydratant est compris dans le kit de maintenance Aqua TROLL 600 (Réf 0078940).

Nettoyage de la sonde :

Rincer soigneusement la sonde, la nettoyer à l'eau tiède et au savon doux, puis rincer à nouveau la sonde. Laisser sécher à l'air.

Empêcher l'eau d'entrer dans le connecteur de câble.

Nettoyage et stockage du capteur de turbidité :

Maintenance de routine :

Les fenêtres optiques doivent être exemptes de toute matière étrangère. Pour nettoyer le produit frotter doucement les fenêtres de détection en utilisant de l'eau propre et un chiffon doux ou écouvillon. Ne pas utiliser de solvants sur le capteur.

Stockage :

Avant l’installation, ranger le capteur dans le récipient fourni en usine.

Une fois installé sur la sonde, le capteur de turbidité peut être stocké humide ou sec selon la configuration du capteur de la sonde.

Après chaque période de mesure, il faut nettoyer soigneusement les cuvettes, les couvercles et les godets de prélèvement d’échantillons afin d’éviter les erreurs dues aux résidus. Des quantités de résidus faibles (impuretés) suffisent déjà pour provoquer des erreurs de mesure.

2.4 DUREE DE VIE ET D’UTILISATION DES EQUIPEMENTS

2.4.1 Sonde de pression Trublue 555 Level

La sonde dispose d’une batterie permanente de cinq ans et d’une mémoire interne de huit Mo pour un maximum de 550 000 points de données.

Une indication sur le niveau des batteries peut être consultée lors des relevés des données.

2.4.2 Sonde Aqua Troll 600 et ses capteurs

- Capteurs :

Les capteurs de turbidité et de température ont une durée de vie supérieure à deux ans (Tableau 6).

Tableau 6 : durée de vie de capteurs de la sonde Aqua Troll 600

Sensors	Shelf Life	Field Life*	Recommended Calibration Frequency*	Pressure Rating - PSI	Usable Depth		Temperature Range
					Meters	Feet	
Temperature	NA	2 years or greater	NA	350	246	807	- 5 to 50° C
Turbidity	NA	2 years or greater	User calibration only if needed	350	246	807	- 5 to 50° C

- Batteries :

La durée de vie des batteries internes, remplaçables par l’utilisateur (Piles alcalines D) est :

- > **6 mois** avec nettoyage des capteurs par « essuie-glaces » (brosse rotatives) ;
- > 9 mois sans nettoyage des capteurs par « essuie-glaces » ;

- Dessicant :

A ce stade, il est difficile de définir la fréquence de remplacement du dessicant (à voir à l’usage).

Un support technique 24/7 est assuré par le constructeur, accessible par Internet à l’adresse <http://www.in-situ.com/In-Situ/Support/Support.html>

3 PROTOCOLE DE RECOLTE DES DONNEES

A ce stade, il est difficile d'établir un protocole précis de récolte et d'archivage des données. Nous nous cantonnerons donc à indiquer des dispositions générales et à décrire les logiciels pré-ciblés à ce stade.

3.1 DISPOSITIONS GENERALES

Il conviendra de définir la ou les personne(s) en charge du relevé des données et la fréquence de ces relevés (prévoir un suppléant en cas d'absence).

Dès la mise en route des capteurs, un fichier Excel sera préparé pour archiver les données brutes.

3.2 FREQUENCE DES RELEVES

A ce stade, les règles définies pour la fréquence des relevés sont les suivantes, sauf en cas de conditions de circulation dangereuse sur les pistes :

- **au minimum 1 à 2 fois par mois** sur chaque appareil ;
- **après chaque épisode pluvieux "notable"** : passage sur tous les dispositifs dans les 24 ou 48 heures après un épisode notable.

Le caractère "notable" de l'épisode pluvieux sera précisé au cours des premiers mois d'utilisation. Dans un premier temps, il est recommandé d'effectuer une visite de terrain après chaque épisode pluvieux et ce dans les plus brefs délais pour observer le fonctionnement du dispositif.

3.3 STOCKAGE ET ARCHIVAGE DES DONNEES

Les données brutes seront stockées sur un portable de terrain et seront ensuite transférées sur l'ordinateur fixe au laboratoire de la PN après chaque tournée.

3.4 LOGICIELS D'ACQUISITION ET FORMAT DES DONNEES

3.4.1 Données pluviométriques

Les pluviomètres sont équipés de centrales d'acquisition CR200X.

Le logiciel pour les pluviomètres est le **logiciel PC200W** de Campbell Scientific® (Figure 22). Ce logiciel est téléchargeable gratuitement sur leur site.

Il permet de se connecter à un datalogger Campbell, vérifier le niveau des batteries et les logs enregistrés, relancer ou récupérer un log en cours.



Figure 22: Interface du logiciel PC200W de Campbell Scientific®

Le format d'export PC200 (données de pluie) est un format CSV avec Date, Heure, Cumul (mm) avec une valeur toutes les 6 minutes (en pratique, durées de cumul programmables).

Précisions du fabricant Campbell Scientific® :

PC200W est un logiciel simple conçu pour des utilisateurs novices ou des utilisateurs ayant des besoins de communication de données basiques, il fournit les utilitaires de base (réglage de l'horloge, téléchargement de programme, contrôle et récupération des données, etc.) PC200W supporte les connexions directes entre un PC et un enregistreur de données (ne permet pas la collecte de données automatiques ou les télécommunications).

Avantages et caractéristiques :

- Fournit les outils de base (réglage de l'horloge, le téléchargement des programmes, la visualisation des données brutes, la récupération des données, l'émulateur de terminal, etc)
- Compatible avec la plupart des centrales de mesure de Campbell Scientific
- Communique avec les systèmes d'exploitation des centrales de mesure de type mixed-array, table, et PakBus®
- Peut être téléchargé gratuitement (voir le lien de téléchargement dans l'onglet Support)

Description technique :

PC200W est conçu pour les utilisateurs débutants sans avoir besoin de manuel. un menu d'aide est disponible à tout moment en pressant la touche F1.

PC200W vous permet de :

- D'envoyer les programmes aux dataloggers ;
- De collecter les données ;
- De régler l'horloge de la centrale de mesure ;
- D'accéder au mode Terminal.

Traitement et affichage des données :

PC200W collecte et stocke les données dans des fichiers séparés par des virgules sur votre PC. Il comprend un programme d'affichage (View), qui permet de visualiser les fichiers de données sous forme de tableau ou de graphique. Pour les enregistreurs de type mixed-array, un programme de partage simple est inclus qui sépare les tableaux de données dans des fichiers séparés.

Les données et spécifications complémentaires sur le logiciel PC200W sont accessibles à l'adresse suivante : <https://www.campbellsci.fr/pc200w>

3.4.2 Données de débit

Un logiciel gratuit TruWare (Figure 23) pour PC ou Mobile permet d'extraire les données de la sonde "Trublue 555 level".



Figure 23 : Interface du logiciel TruWare

3.4.3 Données de turbidité

Le logiciel pour l’Aquatroll 600 est WinSitu 5.6. Il permet le paramétrage de la sonde, la programmation et l’extraction des « log ».

Le format d'export Winsitu (données de turbidité) est un format CSV avec indication de : Date, Heure, Secondes depuis démarrage, Valeur, avec un en-tête qui précise n° des capteurs, date d’extraction du log, unités pour chaque valeur.

4 PROTOCOLE D'ANALYSE LABORATOIRE ET LE MATERIEL NECESSAIRE

À partir des prélèvements réalisés par l’ISCO et des prélèvements manuels, la concentration réelle des échantillons est obtenue par analyse des MES par séchage et pesée en laboratoire.

Il serait par ailleurs intéressant de pouvoir déterminer la distribution granulométrique des matériaux (pour évaluer l’influence de la granulométrie sur la relation turbidité/concentration solide).

Pour pouvoir déterminer cette concentration, il faut disposer d’un laboratoire qui pourra être mis en place dans les bureaux de la PN à Touho tel que validé dans le livrable 2.1.

Pour se faire, il faut disposer du matériel suivant (liste non exhaustive) :

- 1 agitateur magnétique ;
- 1 étuve ;
- 1 dessiccateur ;
- 1 balance de précision ;
- Matériel divers de laboratoire (ensemble de béchers, filtres, seringues, entonnoirs en verre, boîtes de Pétri ...).

Un protocole d’analyse des MES par séchage et pesée est explicité en annexe 9 du rapport « Analyse des flux solides et liquides du bassin versant minier de Poro, en Nouvelle-Calédonie » - 2012 - Rapport ENGEES de Lucie Navarrot, établi dans le cadre du projet Hydromine.

Pour l’analyse granulométrique, on peut utiliser un granulomètre laser (de type MALVERN) pour les particules les plus fines. Si le coût d’un tel équipement paraît trop élevé, il est possible de transmettre les échantillons à un laboratoire spécialisé.

5 PROTOCOLES DE TRAITEMENT, D'ARCHIVAGE ET D'ANALYSE DES DONNEES

5.1 PREPARATION DES DONNEES

Avant d'analyser les données, il faut en préambule critiquer et valider les données pertinentes.

Traitement des données :

Le traitement des données consiste à dépouiller les données brutes vers un tableur .xls.

Ce classeur sert de base à la critique des données et au nettoyage de celles-ci.

Critique des données :

L'opération de critique consiste à vérifier la cohérence des données, à examiner et éventuellement discuter certains choix de lissage, de suppression, de mise en lacune.

Ces remarques et la suite qui leur est donnée figureront dans une feuille spécifique qui permet de conserver une trace des choix qui ont été faits.

Validation des données :

Des échanges entre le responsable des données (à la province), l'IRD, la DAVAR, l'opérateur et le thésard sur place à Touho permettront de déterminer les données qui seront finalement validées.

Présentation de données élaborées :

Pour l'essentiel, les données élaborées sont des classeurs Excel regroupant les données pluviométriques, limnigraphiques, débitmétriques, de turbidité et les volumes de matériaux transportés (un classeur par an et par station).

Mise à disposition des données :

Les données sont mises à disposition une fois par an (voire plus fréquemment si souhaité) par le responsable des données à la PN.

Les données à disposition sont :

- des données validées ;
- des données brutes.

L'ensemble des courbes d'étalonnage notamment turbidité/concentration seront mises à disposition de même que les fiches des relevés sur place.

Un rapport de synthèse devra être établi à la fin de chaque année.

5.2 ANALYSE DES DONNEES

N'ayant pas encore les données à disposition, nous ne pouvons définir que les grandes lignes de l'analyse de ces dernières.

Les analyses de données pourront porter notamment sur :

- L'estimation des coefficients de ruissellement à chaque épisode (comparaison entre les différents types de sol) ;
- Le calcul des flux de MES : "Comparaison" des mesures de MES à partir des différentes méthodes (turbidimètre, échantillonneur ISCO et/ou dépôt dans les cuves + analyse en laboratoire) servant notamment à l'établissement des courbes d'étalonnage des turbidimètres ;
- La détermination de la concentration en matériaux ;
- La détermination de la granulométrie des matériaux transportés ;
- La détermination du taux d'érosion selon le type de couverture végétale et forestière.

Chapitre 6 : Conclusion

La concrétisation de la mise en place des parcelles de suivi de l’érosion a été retardée suite à une validation tardive du livrable 2.1 et l’absence d’intérêt du prestataire pressenti pour la réalisation des travaux. Ce retard a été particulièrement bénéfique à un ajustement du design des parcelles permettant d’augmenter la crédibilité des données d’érosion qui seront collectées, de diminuer les impacts de l’installation des parcelles sur l’environnement et d’augmenter la pérennité du dispositif et donc, de sa pertinence.

Une adaptation des modalités d’exécution de la phase 1 de la planification opérationnelle a dû être réalisée par le SIEC et RESCCUE PN pour tendre vers les objectifs fixés (passage d’une externalisation de l’implantation du dispositif à une exécution en régie). Cette adaptation a engendré un investissement supplémentaire en temps de la part du SIEC et de RESCCUE PN.

L’ensemble du matériel est maintenant commandé ou livré, les fonds ont été engagés et l’implantation du dispositif pourra se faire à la réception des dernières commandes. Les détails techniques de l’équipement et ses modalités de maintenance ont été spécifiés dans ce livrable et seront affinés lors du fonctionnement. Le matériel de laboratoire nécessaire a également été listé pour l’exécution de la phase 2.

La question du détail de la mise en place n’est pas encore réglée étant donné que celle-ci était initialement laissée à un prestataire, celle-ci sera fixée en début 2017 sur base du budget SIEC potentiellement affectable à cette tâche.

La phase 2 intégrera l’installation de l’ensemble des équipements et conservera ses objectifs initiaux. La mise en place d’un laboratoire de terrain et le test du dispositif sont donc conservés. Le contenu de la phase 3 ne devrait pas subir de modifications de ce fait. Un effort particulier doit être placé sur la construction de la thèse qui soutiendra le fonctionnement du dispositif à partir du début de la phase 3.

Les phases de mise en fonctionnement du dispositif ont été revues de la manière suivante suite aux adaptations opérationnelles et techniques adoptées durant cette phase 1 (Tableau 7).

Tableau 7 : Phases d’opérationnalisation du dispositif de suivi provincial (version adaptée en fin de phase 1)

Phases	Résultats obtenus/attendus	Temporalité
Phase 1: Adaptation pour une mise en place des parcelles en régie	Résultats obtenus : le design des parcelles est adapté et précisé en fonction des résultats de terrain, le matériel clé et les instruments de mesure principaux sont commandés et caractérisés.	Août 2016 – Décembre 2016
Phase 2 : Mise en place des parcelles, test et adaptations du dispositif	Un dispositif composé de parcelles est fonctionnel sur le terrain, génère de la donnée de qualité et le traitement local des échantillons peut être réalisé	Janvier 2017 – Août 2017
Phase 3 : Collecte des données et valorisation	Le dispositif génère de la donnée en flux continu, donnée qui est archivée, sécurisée, traitée et valorisée	Septembre 2017 – Août 2020
Phase 4: Fonctionnement et extension du dispositif (Optionnel et fonction du bilan de la phase 3)	La phase 3 permet la mise en valeur du dispositif, son développement et son fonctionnement à plus long terme	Septembre 2020 - 2030

Bibliographie

- « Instruction manual - CS700 Tipping Bucket Rain Gage and CS700H Heated Rain Gage - Revision: 9/16 - Copyright © 1995-2016 - Campbell Scientific, Inc. » – 54 pages ;
- « Operator's Manual - Aqua TROLL® 600 Multiparameter Sonde » - Part Number – 0096402 | Rev. 003 | 08/2016 - IN SITU©
- « NEW AQUA TROLL 600 - CALIBRATION PROCEDURE » © 2016 In-Situ, Inc. Updated 2016-08-01
- « TruBlue User's Manual » - TE CONNECTIVITY SENSORS - 08/2016
- « Flume Installation Instructions » - « Operation and Maintenance of Openchannelflow Flumes » - Openchannelflow
- « Analyse des flux solides et liquides du bassin versant minier de Poro, en Nouvelle-Calédonie » - 2012 - Rapport ENGEEES de Lucie Navarrot, établi dans le cadre du projet Hydromine – 94 pages
- « Guide Méthodologique pour le suivi hydrologique et sédimentaire des petits bassins versants miniers » – CNRT - Version provisoire – IRSTEA – A2EP

Annexes

Annexe 1 : Plans du canal de mesure (Option i – modification en profondeur du design de collecte et d'acheminement des eaux)

Annexe 2 : Tableaux de correspondance entre les hauteurs mesurées et les débits (source OpenchannelFlow)

Annexe 3 : Compilation des manuels techniques et logiciels relatifs aux instruments de mesure acquis