



DECEMBRE 2014

SYNTHESE

DU PROGRAMME DE
RECHERCHE
« Fonctionnement des Petits
Bassins Versants Miniers »

Financé par le CNRT
« Nickel et son environnement »

Les éléments de cadrage de l'appel à projet

L'appel à projet, lancé en 2009 par le Centre National de Recherche Technologique (CNRT) « Nickel et son environnement », a posé les bassins versants miniers en tant que thème d'étude prioritaire dans le cadre de son axe 'Nickel et Environnement Naturel'.

L'appel à projet visait, d'une part, « à améliorer la compréhension des mécanismes de fonctionnement » et d'autre part, « à quantifier les flux en amont pour une réduction de l'impact du transport solide en aval, dans les différents contextes géo-morpho-climatiques des petits bassins versants impactés par l'activité minière en Nouvelle-Calédonie ».

Le consortium lauréat

En réponse à cet appel à projet, un consortium scientifique s'est constitué pour proposer un programme de recherche d'une durée de 4 ans (2010 – 2014). Ce consortium est composé de six partenaires :

- L'Université de la Nouvelle-Calédonie (UNC) à travers son EA 3325, le PPME (Pôle Pluridisciplinaire de la Matière et de l'Environnement) ;
- Le Cemagref (aujourd'hui devenu IRSTEA, Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture) par le biais de l'unité ETNA (Erosion Torrentielle, Neige et Avalanches) basée à Grenoble ;
- Le bureau d'étude néo-calédonien A2EP (Agence pour l'eau et l'environnement du Pacifique) ;
- La Direction Interrégionale de Météo-France en Nouvelle-Calédonie et à Wallis et Futuna ;
- L'Institut pour la Recherche et le Développement (IRD), à travers l'US Espace Nouméa (aujourd'hui devenue UMR 228 Espace-Dev) ;

- L'Université de la Réunion par le biais du LGSR (laboratoire de géosciences), associé à l'UMR-CNRS IPGP 7154 (Unité Mixte de Recherche – Centre National de la Recherche Scientifique Institut de Physique du Globe).

Des actions de recherche-développement sur la thématique « érosion », réalisées par la société BlueCham sont venues compléter les travaux du consortium dans le cadre d'un partenariat avec l'équipe de géosciences du PPME (UNC).

Le comité de pilotage du programme

Le Comité de pilotage a joué un rôle majeur tout au long de la réalisation du programme, en accompagnant les acteurs au fil des quatre années de sa réalisation. Au niveau de sa composition, la volonté a été d'associer l'ensemble des parties prenantes sur le sujet. Le comité, initialement ouvert à tous ceux qui souhaitaient y jouer un rôle, a ensuite fonctionné, en routine, sur la base d'une douzaine de personnes représentant les membres du consortium, les sociétés minières associées au programme par le biais des petits bassins instrumentés intégrés (SLN, Vale NC, KNS) ou non intégrés (SMSP) dans le périmètre de l'étude, les services du Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, partenaires de la convention « Hydromine » (DAVAR et DIMENC) ayant permis la création du site expérimental de Poro et enfin, le CFTMC (Mine école de Poro) sur lequel est implanté ce site.

Les petits bassins versants miniers intégrés au programme par les sociétés minières : Vue d'ensemble

Quatre massifs miniers ont été intégrés dans l'étude :

- Le **massif de Poro**, implanté sur la côte est de la Grande Terre. Sur ce massif, deux petits bassins ont été étudiés sur le domaine minier exploité par le CFTMC pour le compte de la SLN. Il s'agit de deux bassins emboîtés qui ont été équipés dans le cadre du programme « Hydromine » ;
- Le **massif de Poum**, situé à la pointe nord de la Grande Terre. Sur ce massif SLN, deux bassins ont été équipés et sont intégrés dans le programme. Il s'agit, d'une part, du bassin de Pôvio et d'autre part, du bassin de Titch ;
- Le **massif du Koniambo**, sur la côte ouest, appartenant au domaine minier de KNS. KNS a proposé que deux bassins, SW34 et SW 35, soient analysés ;
- Le **massif du sud**, sur lequel Vale NC a proposé d'intégrer 2 bassins : KN15 et K06.

Au total, ce sont donc 8 petits bassins versants qui ont été analysés dans le cadre du programme. Nous retiendrons de cette localisation générale qu'elle permet d'aborder de façon minimale, certes, mais sans impasse, la question de la variabilité géographique et climatique puisque ces stations sont situées :

- D'une part, sur le transect latitudinal nord-sud à Poum et Goro ;
- D'autre part, sur le transect longitudinal est-ouest à Voh et Poro.



Localisation des petits bassins versants intégrés au programme
Modifié de la carte « Sites d'activité du Nickel » [DIMENC, 2011]

Une dynamique de site différente selon les massifs

En regard des objectifs majeurs que s'était donné le programme en termes de connaissance et de comparaisons géographiques, géomorphologiques et hydro-climatiques du fonctionnement des petits bassins versants miniers néo-calédoniens, le consortium a produit de nombreux résultats visant la qualification et la quantification des flux liquides et solides issus de ces petits bassins versants miniers. Toutes les contributions sont étroitement complémentaires et permettent de mieux comprendre, au plan fondamental, le fonctionnement de ces bassins versants. En aval des résultats fondamentaux produits, ces contributions débouchent sur des propositions à finalité appliquée pour la profession minière et les services techniques du territoire en charge des problématiques associées à l'hydrologie minière.

Une première initiative avait été lancée dès 2008 par le Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, associant la DAVAR, l'UNC et le CFTMC, pour mettre en œuvre un bassin expérimental (en fait, deux petits bassins versants emboîtés) sur le site de la mine-école de Poro, dans le cadre du projet « Hydromine » restitué en 2013. L'appel à projet lancé par le CNRT en 2009 faisait référence à ce programme en appelant une réponse intégrant le « suivi de l'installation des sites pilotes (instrumentation et monitoring) ou des sites existants (dont

celui d' « Hydromine » à Poro), en partenariat avec les entreprises minières intéressées par «leur contexte».

Contraint par les moyens financiers disponibles alloués par le CNRT, qui ne permettaient pas d'installer des équipements sur d'autres sites, le consortium a conçu sa réponse en faisant des bassins emboîtés de Poro le noyau dur et le **site pilote de référence** de son programme. Le programme développé avait ainsi vocation à intégrer d'autres sites pilotes miniers, dits « industriels », que les compagnies minières mettraient à sa disposition.

Au terme des quatre années du programme, les avancées sont notables. Les résultats obtenus sur Poro ont montré l'intérêt de mesures en continu et de suivis hydro-sédimentaires sur les sites miniers. Ce n'est qu'au prix d'un suivi sérieux pendant la saison cyclonique et d'une analyse fine des données que des résultats exploitables peuvent être obtenus. Ceci implique une critique et une validation dans des délais courts après le recueil des données.

Les données produites sur le bassin versant de Poro ont permis de quantifier les réponses hydrologiques et sédimentaires de ces petits bassins à différentes échelles de temps. Les **débits de pointe** observés sont très élevés et atteignent $41 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ à Poro amont (0.09 km^2). Ceci confirme la nécessité de disposer de mesures pour les tout petits bassins afin d'obtenir des règles de dimensionnement adaptées.

A l'échelle de l'épisode pluvieux, les **coefficients de ruissellement** sont extrêmement variables et peuvent s'observer dans une fourchette comprise entre 0.1 et 0.9.

Les **temps de concentration** sont également très variables, mais très courts (9 à 21 mn). Des méthodes de calcul de ces temps de concentration adaptées au contexte des petits bassins versants miniers ont été identifiées.

Les sédiments en suspension sont extrêmement fins et dans des fourchettes de concentration allant de quelques milligrammes à quelques dizaines de grammes par litre. A l'échelle événementielle, le **flux total de MES** peut être correctement estimé à partir du débit maximum de la crue. Les épisodes forts (plus de 85 mm de pluie) représentent 90 % des flux à Poro aval. A lui seul, l'épisode FINA, de décembre 2014, représente 50 % du flux total des cinq années de suivi. Ceci confirme la nécessité de réaliser des suivis dans la durée et de se donner les moyens d'obtenir des mesures sur les épisodes extrêmes.

Comparativement à ces données, les coefficients d'écoulement obtenus sont globalement plus faibles sur les sites miniers « industriels » de Koniambo et de Poum. Ils s'expliquent à la fois par les différences morphologiques et par des différences météorologiques. Cependant, sur ces sites, on observe également une forte augmentation des coefficients d'écoulement pour les crues fortes. Quelques épisodes seulement ont pu être analysés pour les flux de MES sur ces sites et il n'a pas été possible de faire des estimations à l'échelle annuelle. Les difficultés d'estimation des débits et des flux solides confirment la nécessité d'adapter les dispositifs de mesure et les stratégies de suivi pour pouvoir observer les événements extrêmes.

Au niveau des difficultés rencontrées, le projet a souffert de certains retards dans la mise en place et la gestion des stations, ainsi que dans la production de chroniques exploitables sur les sites pilotes « industriels » intégrés au programme. Néanmoins, la situation s'est fortement améliorée en fin de projet et les données qui sont maintenant produites vont fournir des chroniques exploitables pour l'analyse hydro-sédimentaire des bassins versants miniers. Toutefois, **une coordination** apparaît cruciale pour harmoniser les pratiques entre les différents sites et produire des données qui permettront des analyses comparables entre elles.

Les perspectives au terme du programme

Au-delà des nombreuses pistes d'amélioration et des perspectives suggérées dans les diverses contributions produites par chacune des approches scientifiques étudiées par le consortium, quatre perspectives d'ordre plus général sont proposées.

Une première perspective à court terme concerne la publication d'un **guide des bonnes pratiques de l'hydrologie minière**. La contribution présentée dans le rapport restitué est un document contributif de base déjà bien élaboré, mais qui gagnera à être enrichi et complété par l'expérience des services locaux compétents en la matière, à savoir la DAVAR et la



DIMENC. C'est après une nécessaire phase d'échanges avec ces services qu'un guide sera validé et publié dans les mois à venir par le CNRT (premier semestre 2015).

La seconde perspective concerne la question du **dimensionnement**, de la **conception** et de la **gestion des ouvrages** (décanteurs), qui est apparue comme une question cruciale pour la gestion des eaux et des sédiments sur mine. L'étude exploratoire qui a été menée en ce domaine a conclu à la nécessité

d'effectuer des suivis et des mesures en entrée et sortie des décanteurs pour permettre de modéliser leur fonctionnement. Un programme de recherche appliquée, réalisable dans le cadre d'une thèse dédiée à cette question, a été élaboré.

La troisième perspective concerne le recrutement d'un ingénieur en hydrologie minière, assurant le rôle de « **coordonnateur** » et agissant en interface avec les sociétés minières qui doivent répondre aux nouvelles exigences de la réglementation minière. La création de ce poste de coordonnateur, opérant en synergie avec le personnel interne des compagnies minières spécifiquement affecté à ces tâches de suivi des sites instrumentés, permettra de capitaliser l'expérience de ce programme et de poursuivre à plus grande échelle l'acquisition et l'interprétation mutualisée des données. La structure d'accueil de ce coordonnateur reste à valider avec les parties prenantes.

Une dernière et quatrième perspective est l'élargissement à venir de la connaissance des flux solides que vont générer les **nouveaux programmes du CNRT** « *De la mine au lagon* ». Les deux programmes sélectionnés sur ce thème qui vont travailler au cours des trois prochaines années vont s'intéresser aux problématiques des flux particuliers grossiers et des MES depuis les bassins versants miniers jusqu'au lagon, sous les angles « gestion du passif de l'activité minière » et « impacts, qualification et quantification des flux ». Une partie des partenaires du programme « *Fonctionnement des petits bassins versants miniers* » est impliquée dans ces programmes à venir. Elle sera amenée à poursuivre, sous des angles d'attaque proches, les études d'hydrologie minière du présent programme dont les acquis se trouveront confortés et enrichis.