

Anaïs LAFFONT

Mise en place d'un indicateur plan d'eau dans
les dolines de Nouvelle-Calédonie

Dans le cadre du Projet
DIAGNOSE DES DOLINES



Rapport de stage :
Licence du Science du vivant
Du 29 avril au 31 mai 2015
Université de La Rochelle- Faculté des sciences

MISE EN PLACE D'UN INDICATEUR PLAN D'EAU DANS LES DOLINES DE NOUVELLE- CALÉDONIE



SOMMAIRE

I. INTRODUCTION	3
II. PRÉSENTATION DE L'ORGANISME ET ORGANISATION DU STAGE	4
III. CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE	5
1. LA NOUVELLE-CALÉDONIE : GÉOGRAPHIE ET CLIMAT	5
2. CONTEXTE DE L'ÉTUDE	5
3. ETAT DES LIEUX	6
4. FORMATION ET TYPOLOGIE DES DOLINES	6
5. PROBLÉMATIQUE DE L'ÉTUDE	7
IV. MATÉRIELS ET MÉTHODES	8
1. PROTOCOLE	8
2. EXPLOITATION	9
V. RÉSULTATS	9
VI. DISCUSSION	9
VII. CONCLUSION	10
VIII. BIBLIOGRAPHIE	10

I. INTRODUCTION

La Nouvelle-Calédonie est un pays d'outre-mer français situé dans l'Océan Pacifique. Une chaîne de montagne est située tout le long de l'île et représente environ un tiers du territoire. Cette chaîne est constituée principalement de péridotites. L'altération de ces dernières est responsable de la formation de nickel, matière première très prisée. Depuis les années 1870, l'industrie minière s'y est développée et elle est actuellement en pleine expansion.

Les massifs de péridotites n'étant pas stable, il y a eu au cours du temps formation de plans d'eau appelées « dolines ». Ces dernières sont plus ou moins temporaires et sont caractérisées par différents paramètres. Ces plans d'eau sont reliés entre eux par les eaux de surfaces et les eaux souterraines. Cependant, ces réseaux sont encore mal connus.

En 2009, le Code minier de la Nouvelle-Calédonie est entré en vigueur. Depuis, l'impact d'une activité minière sur l'environnement doit être suivi. Si des indicateurs biologiques existent et sont mis en place dans les cours d'eau, aucun indice n'a encore été mis en place sur la qualité de l'eau des dolines.

Dans ce cadre, le Centre National de Recherche et Technologie (CNRT) « Nickel et son environnement » a lancé un projet « Diagnose Dolines ». Le but étant de mettre en place un outil permettant de qualifier l'eau et l'état biologique au sein des différents types de dolines.

II. PRÉSENTATION DE L'ORGANISME ET ORGANISATION DU STAGE

Mon stage se déroule dans un bureau d'étude « Biotop » basé en Nouvelle-Calédonie. Il est constitué de deux cellules. Une s'occupe de l'impact de l'urbanisation sur l'environnement, cette équipe est constituée de trois personnes. L'autre cellule travaille dans divers domaines mais plus particulièrement sur l'impact de l'activité minière sur l'environnement. Cette cellule est composée de trois personnes également. Cette dernière cellule a été sollicitée sur le projet « diagnose doline ».

Lors de mon stage, j'ai travaillé sur un sujet de recherche : la mise en place d'un indicateur plan d'eau. Dans un premier temps de la bibliographie est effectuée afin de prendre connaissance du sujet. En effet, à mon arrivée, la phase bibliographie était finit et le protocole avait également été mis en place. J'ai donc pris connaissance de tout ce qui avait déjà été fait sur ce projet. Deux campagnes ont été réalisées sur six dolines au mois de Février et de Mars. Accompagné par deux techniciens, nous sommes allées faire les prélèvements du mois d'Avril. Les invertébrés benthiques échantillonnés sont ensuite identifiés à l'aide d'une clé de détermination. Suite à la saisie des données, un premier état des lieux est défini.

Parallèlement, j'ai également travaillé sur l'identification des invertébrés lors de la campagne concernant l'impact des activités minières sur les cours d'eau de la côte Ouest. Suite à la saisie des données de cette campagne, j'ai été initié au SIG sur le programme ArcGIS afin de mettre en place les rangs de Strahler. Ce dernier rend compte de manière synthétique la taille du cours d'eau. En effet, deux tronçons de même ordre qui se rejoignent forment un tronçon d'ordre supérieur tandis qu'un segment qui reçoit un segment d'ordre inférieur conserve le même ordre. Les cours d'eau appartenant à un même rang de Strahler devraient à priori présenter globalement un fonctionnement physique et écologique comparable.

III. CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE

1. LA NOUVELLE-CALÉDONIE : GÉOGRAPHIE ET CLIMAT

La Nouvelle-Calédonie est un pays d'outre-mer français situé dans l'Océan Pacifique. Elle est constituée principalement par la Grande Terre, où se trouve la capitale, et des îles loyautés. Au sein de la Grande Terre, une grande chaîne de montagne sépare la côte Est de la côte Ouest.

Le climat y est tropical et on distingue quatre saisons. Ces dernières vont influencer le niveau d'eau au sein des dolines et ainsi leurs écosystèmes. De décembre à mars, il y a une période chaude et humide : c'est **l'été austral**. D'avril à mai, c'est une période plus fraîche et sèche. Des précipitations d'intensité modérée sont observées du mois de juin à août : c'est **l'hiver austral**. Les mois de septembre à novembre sont caractérisés par les alizés qui entretiennent un temps sec (source de Météo France).

2. CONTEXTE DE L'ÉTUDE

La Nouvelle-Calédonie est composée à plus d'un tiers de massifs de péridotites. Ce sont des roches magmatiques dont leur altération forme le nickel. C'est l'un des plus importants réservoirs mondiaux. Depuis la découverte du Nickel et la création de la Société Le Nickel (SLN), les compagnies minières contribuent au développement du pays. Aujourd'hui, l'industrie minière constitue une des principales sources d'emplois et de revenus du territoire.

Le nickel est exploité depuis plus d'un siècle et aujourd'hui l'activité minière s'intensifie avec la construction de deux nouvelles usines. Or, l'exploitation de la ressource nécessite une déforestation complète du site. Lors de fortes pluies, l'eau n'est plus retenue et, chargée de particules en suspension, se déverse dans les cours d'eaux, les nappes phréatiques et les dolines. L'industrie minière est donc susceptible d'altérer les eaux de surfaces.

Depuis la mise en place du Code minier en 2009, les industriels ont l'obligation de qualifier, quantifier et suivre les impacts potentiels de cette exploitation sur l'environnement. Des indices écologiques de qualité de l'eau dans les cours d'eau sont déjà mis en place afin de voir un potentiel impact sur ces derniers (Mary. N, Archaimbault. V ; 2012).

Cependant aucun outil n'a été mis en place afin de suivre l'évolution de cette même qualité au sein des plans d'eau de type dolines. Il existe en France un outil très utilisé et simpliste concernant ce type de milieu, or il est difficilement exploitable en Nouvelle-

Calédonie dû à une différence de substrat, de profondeur et de débit. Un projet de recherche a donc été lancé afin de créer un outil permettant cela.

3. ETAT DES LIEUX

Si on s'intéresse à la communauté biologique présente au sein de ces milieux particuliers, des études précédentes (Erbio en 2004 et Biotop en 2009 et 2010) ont montré que différentes espèces se développaient dans ce milieu :

- Des macroinvertébrés benthiques : larves d'insectes volants (Diptères, Trichoptères et Odonatoptères), larves de Coléoptères aquatiques, Plathelminthes et mollusques gastéropodes,

- Des macroinvertébrés pélagiques ou de surface : Hétéroptères aquatiques et Coléoptères aquatiques,

- Des microinvertébrés pélagiques : Daphnies, Copépodes, Ostracodes et Conchostracés.

Les dolines sont des milieux particuliers. En effet, le niveau de l'eau varie en fonction des saisons : pendant la saison des pluies, le niveau va être maximal alors qu'en saison chaude, le niveau va être minimal voir quasi asséchée. Il apparaît donc peu probable que dans ces milieux instables et de petites tailles, des populations ichtyennes y soient installées.

Cependant, aucune connaissance n'existe sur les différents producteurs primaires à la base de la chaîne alimentaire que sont les phytoplanctons, les périphytons et les macrophytes, les consommateurs primaires notamment les zooplanctons mais aussi sur les communautés microbiennes responsable du recyclage de la matière.

En ce qui concerne les paramètres physico-chimiques, aucune mesure n'a été prise auparavant. L'eau des dolines provenant des eaux souterraines et des eaux de pluie, l'hypothèse suivante est émise : le pH de ces milieux est acide.

4. FORMATION ET TYPOLOGIE DES DOLINES

Les dolines peuvent être définies comme des dépressions fermées plus ou moins circulaires pouvant atteindre quelques mètres à plus d'un kilomètre de diamètre et pouvant aller de quelques mètres à plusieurs centaines de mètres de profondeurs. Les dolines vont former un réseau entre les eaux de surfaces et les eaux souterraines.

La typologie des dolines dépend principalement de la morphologie de la doline, le processus de formation et le type de couverture. La morphologie prend en compte différents paramètres que sont la forme en plan (circulaire, ovale, allongée,...), la forme en coupe (cuvette arrondie, entonnoir,...), la profondeur, le diamètre et la pente des rives.

Le processus de formation, quant à lui, démontre le phénomène à l'origine de la doline. Il existe quatre grands processus de formation :

- Dolines de dissolution : formation lente d'une doline par dissolution de la matrice à partir d'une zone extrêmement fracturée et donc perte de volume (Genthon,P. et Ormont,A., 2008),

- Dolines de subsidence : formation lente d'une doline par subsidence ou affaissement d'une zone provoquée par l'effondrement ou la dissolution d'une cavité en profondeur. Au cours du temps, ce type de dolines peut se transformer en dolines d'effondrement.

- Dolines d'effondrement : formation presque instantanée d'une doline par effondrement d'une cavité juste sous la surface.

- Dolines de suffosion : formation d'une doline par soutirage de la couverture supérieur dans des fractures ou des drains en profondeur.

Enfin, le type de couverture du karst est également pris en compte. Rappelons que le karst est une structure géomorphologique résultant de l'érosion hydrochimique et hydraulique de la formation des roches carbonées. Il peut donc y avoir une couverture meuble, une couverture solide ou aucune couverture.

Ces paramètres sont très liés. Pour un même processus de formation et type de couverture, la morphologie peut varier.

5. PROBLÉMATIQUE DE L'ÉTUDE

Afin de quantifier l'impact de l'exploitation minière, il faut dans un premier temps mettre en place un indicateur plan d'eau. Pour cela, le projet « Diagnose Doline » a été lancé pour une durée de trois ans à partir de 2012 par le CNRT « Nickel et son environnement ». Ce projet a pour objectif l'acquisition des connaissances sur le fonctionnement des dolines d'un point de vue hydrogéologique, physico-chimique et aussi biologique, l'identification des relations « pressions-réponses » des différentes métriques afin de dégager celles qui répondent le mieux aux objectifs de l'outil de suivi et enfin une élaboration de l'outil en le testant.

La première étape du projet est consacrée à la connaissance du fonctionnement des dolines en rassemblant les données hydrologiques, physico-chimique et biologique. Pour cela

des prélèvements mensuels seront faits. Cette étape se déroulera lors de la première année afin de connaître les variations des différents paramètres en fonction des saisons.

Il existe différents types de dolines, cependant il y a-t-il la même biodiversité et la même qualité d'eau dans ces dernières ? Pour répondre à cette question, des prélèvements sur différents types de dolines sont effectués. Six dolines ont été sélectionnées en fonction de leur accès et des piézomètres installés dans les nappes phréatiques alimentant ces dernières afin d'avoir des données supplémentaires sur le niveau de l'eau : le trou bleue, le trou tahitien, la petite doline, le croissant, la doline du lac et la doline marécageuse

IV. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. PROTOCOLE

Les prélèvements sur le terrain se font en plusieurs étapes et sur les six dolines.

Dans un premier temps, à l'aide d'un kayak et d'une sonde Qanta, des mesures sont prises au milieu de la doline à l'endroit qui paraît le plus profond. Différents paramètres physico-chimique sont notés : la température (°C), la conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$), le pH, la turbidité (NTU), le potentiel redox (mV), la concentration en oxygène (mg/L) et la saturation en oxygène (%). Ces mesures sont effectuées tous les mètres ou les 50 cm en fonction de la profondeur de la doline.

Dans un second temps, le filet à phytoplancton est lancé le plus loin possible à la surface de l'eau sans qu'il touche le fond, la distance est notée. Le contenu du filet est intégralement placé dans un pot d'échantillonnage, alcoolisé et mis à l'obscurité (le pot est entouré de papier aluminium). Un second échantillonnage est réalisé de manière verticale au sein de la doline (même protocole).

Puis le zooplancton est prélevé à l'aide d'une trappe à trois endroits différents au sein du milieu. A chaque remontée, le contenu de la trappe est versé sur un récipient muni d'un filtre en soie. Le filtre doit rester dans un minimum d'eau au sein d'un second récipient. A la fin des trois échantillons, le filtre est décroché et à l'aide d'une pissette, le contenu du filtre est versé dans un pot hermétique. Le contenu est ensuite alcoolisé.

Ensuite, la chlorophylle est à son tour prélevée à l'aide d'un seau à trois endroits différents de la doline, à la surface de l'eau. A terre, une partie de l'eau est filtrée à l'aide d'un filtre GFC placé sur la pompe. A l'aide d'une pince, ce dernier est enlevé du support, plié en deux et placé dans un tube hermétique de 15 mL. Ce tube est mis à l'obscurité et placé à une température inférieure à 0°.

Enfin, du biofilm est échantillonné, s'il est présent, à trois localités de la doline avec si possible des aspects différents. Pour chaque localité, deux prélèvements sont effectués et placés dans deux tubes. Un des tubes est alcoolisé alors que l'autre est placé au congélateur. Il y a donc un total de six tubes pour trois biofilms.

Un inventaire de macrophytes est réalisé sur les berges mais également dans la doline. Des prélèvements de la communauté d'invertébrés benthiques sont effectués dans des substrats différents de type gravier, litière, sableux, ect...

2. EXPLOITATION

La Nouvelle-Calédonie ne possédant pas le matériel nécessaire, les échantillons de chlorophylles, de phytoplanctons, de zooplanctons et de biofilms congelés sont envoyés en France à l'ENS de Paris pour analyse. Les échantillons d'invertébrés sont quant à eux triés et déterminés au sein de Biotop à l'aide d'une clé de détermination et une loupe binoculaire. Un inventaire des taxons présents et des macrophytes est ensuite créé par station et par mission.

V. RÉSULTATS

Afin d'avoir des explications plus pertinentes concernant les paramètres physico-chimiques, les résultats des trois compagnes sont analysés. Pour toutes les dolines, des tendances générales sont observables. En effet, une baisse de la température de 4°C en moyenne est observée entre le mois de février et le mois d'avril, passant de 26°C à 22°C en moyenne. La conductivité varie peu et reste en moyenne autour de 35 µs/cm par doline et par compagne. En ce qui concerne le pH, il est acide (environ 5). La turbidité est comprise entre 1,5 et 5 NTU hormis le trou du tahitien qui est de 10. La concentration en oxygène, quant à elle, est homogène avec une moyenne de 7mg/L.

L'analyse des échantillons concernant la concentration de chlorophylle, de phytoplancton et de zooplancton sont encore en cours, ils ne sont pas donc pas exploitable à ce jour.

VI. DISCUSSION

Les données physico-chimiques ont permis de mettre en évidence s'il y a une éventuelle stratification de la masse d'eau.

Pour la température : Les campagnes étant faites à différentes saisons, cette baisse est expliquée par des températures extérieures plus fraîches et donc une eau de surface plus froide.

VII. CONCLUSION

VIII. BIBLIOGRAPHIE

Genthon, P., Ormond, A., 20086, Infiltrative Instability near topography with implication for the drainage of soluble rocks, HESS,12, 1285-93

Mary,N., Archaimbault, V., 2012, L'indice biotique de la Nouvelle-Calédonie (IBNC), l'Indice biosédimentaire (IBS), Guide méthodologique et technique, 41.

Sérino.,J, 2012, Etude des périodites de Nouvelle-Calédonie : cartographie et typologie des dolines, 74

Invertébrés (clé de détermination)