

RECOMMANDATIONS DE GESTION

Edition 2022

ERMINES

Liste prioritaire commune
des espèces végétales
rares et menacées

Rapport Scientifique

2022

PROGRAMME ERMINES

RAPPORT FINAL – RECOMMANDATIONS DE GESTION



*Étude réalisée dans le cadre des programmes de recherche financés par
le CNRT « Nickel & son environnement »*

CNRT
NICKEL
& son environnement

Endemia.nc

IAC
INSTITUT AGRONOMIQUE
NÉO-CALÉDONIEN

Institut de Recherche
pour le Développement
FRANCE

« **ERMINES – ESPECES RARES ET MENACEES DES MASSIFS MINIERS DE NOUVELLE-CALEDONIE** »

Rapport final – Recommandations de gestion

Octobre 2022

Ouvrage collectif coordonné par Gildas GATEBLE (IAC)

Pour le consortium IAC– IRD – Endemia

AUTEURS :

Guillaume Lannuzel (IAC/Endemia.nc)

David Bruy (IRD)

Jérôme Munzinger (IRD)

Shankar Meyer (Endemia.nc)

Aurélie Fourdrain (Endemia.nc)

Bruno Fogliani (IAC/UNC)

Sandrine Isnard (IRD)

Vanessa Hequet (IRD)

Giliane Karnadi-Abdelkader (IAC)

Gendrilla Warimavute (Endemia.nc)

Gildas Gâteblé (IAC - INRAE)

REVISION DU DOCUMENT

Réf.	CSF n° n°4PS2017-CNRT.IAC/ERMINE			
Version	Date	Rédacteur(s)	Qualité du rédacteur(s)	Révision pour CNRT
V1	26/09/2022	G. Lannuzel (IAC/Endemia)	Ingénieur d'étude recruté dans le cadre du projet	F. Bailly CNRT

CITATION DU DOCUMENT

Mots clés : espèces menacées, mines, micro-endémisme, conservation

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Lannuzel G., Bruy D., Munzinger J., Meyer S., Fourdrain A., Fogliani B., Isnard S., Hequet V., Karnadi-Abdelkader G., Warimavute G., Gâteblé G. (2020) – *Rapport final - Volet recommandation de gestion*. Programme « ERMiner ». CNRT « Nickel & son environnement. 36 pages.

SOMMAIRE	
Points essentiels	5
Contexte	6
ETAT initial de la biodiversité	10
Définition de l'aire d'étude	10
Recueil des données existantes	11
Inventaires de terrain	12
Evaluation des impacts	15
Evaluation des menaces non-minières	16
Conclusions	16
attenuation des impacts	16
Eviter	17
Réduire	17
Compenser	19
Actions de gestion des ERM sur sites miniers	21
Prospections de nouvelles populations d'ERM	21
Translocation	21
Phénologie	24
Collecte	25
Développer un plan de réintroduction	26
Définir le besoin d'études génétiques, les réaliser si besoin	27
Selectionner le matériel genetique adequat	28
Pour les espèces à vie longue, réintroduire des plants de tailles et âges différents	29
Choisir un site receuteur adéquat	30
Nombre d'individus à réimplanter	30
User de bonnes pratiques horticulturales / design de plantations	31
Développer un plan de suivi	32
Conclusion	33
Discussion générales et perspectives pour la conservation de la biodiversité végétale sur mines	34
Bibliographie :	35

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : PERTE ET GAIN NET DE BIODIVERSITE ET SEQUENCE ERC, TIRE DE UICN FRANCE 2011).....	6
FIGURE 2 : MATRICE D'EVALUATION DES IMPACTS (ICMM 2006)	15
FIGURE 3 : AVANCEMENT DES CONNAISSANCES POUR LA MULTIPLICATION EN PROPORTION POUR 200 ESPECES SENSIBLES.	24
FIGURE 4 : ARBRE DE DECISION POUR DETERMINER LA PROBABILITE DE DEPRESSION DE CONSANGUINITE ENTRE DEUX POPULATIONS (FRANKHAM ET AL., 2011).....	27
FIGURE 5 : ACTIONS LIEES A LA REDUCTION ET LA COMPENSATION DES IMPACTS SUR LES ERM INSCRITES AUX ARRETES D'EXPLOITATION ET REALISEES RAPPORTEES AU NOMBRE D'ESPECES SENSIBLES IDENTIFIEES SUR MINE.	33

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : BILAN DES DONNEES DISPONIBLES POUR LES DIFFERENTES TECHNIQUES DE MULTIPLICATION. UNE TECHNIQUE EST CONSIDEREE COMME VALIDE LORSQU'ELLE DONNE UN RESULTAT >50% EN 3 MOIS. LES DONNEES ONT ETE SYNTHETISEES SUR LA BASE DES 207 ESPECES SENSIBLES REPERTORIEES SUR LES ARRETES D'EXPLOITATION.	29
---	----

LISTE DES SIGLES & ABREVIATIONS

BBOP	Business and Biodiversity Offsets Programme
CNRT	Centre National de Recherche Technologique
CDB	Convention sur la diversité biologique
DAEM	Demande d'autorisation d'exploitation minière
DIMENC	Direction de l'industrie, des mines et de l'énergie de la Nouvelle-Calédonie
EME	Espèce micro-endémique
ERC	Eviter - Réduire - Compenser
ERM	Espèce Rare et Menacée
ICMM	International Concil on Mining and Metals
ODD	Objectif de développement durable
UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature

1. POINTS ESSENTIELS

Le volet recommandation de gestion du projet CNRT ERMines a consisté en une synthèse bibliographique concernant la conservation des espèces végétales menacées en contexte minier. Cette analyse a été réalisée sous la forme d'une comparaison entre les standards internationaux - scientifiques et industriels - les réglementations locales, et les mesures effectivement mises en œuvre sur les sites miniers.

La conclusion première de cette analyse est qu'il existe un consensus aujourd'hui mondial sur les étapes menant à la conservation de la biodiversité sur sites industriels en général, et miniers en particulier. Ce processus général comporte donc un état initial de la biodiversité avant projet, des mesures d'atténuations lors de la conception du projet, puis des mesures de réduction et de compensation durant la vie du projet. Ces dernières devant être présentées dans un plan de gestion de la biodiversité validé par les autorités compétentes.

C'est donc en suivant ce fil rouge que les mesures mises en œuvre localement ont été analysées, de manière à émettre des recommandations permettant d'améliorer les performances en matière de conservation, à chacune des étapes. Or, il ressort de ce travail qu'un grand nombre de recommandations internationales ne sont pas appliquées en Nouvelle-Calédonie, que ce soit au stade de l'étude d'impact des projets, que lors de l'application des mesures de gestion durant la vie du projet. Ainsi, nos résultats sont sans appel, et montrent qu'en l'état actuel, les mesures prévues par la législation sont à la fois insuffisantes, et en plus non entièrement appliquées par les opérateurs miniers. Il est possible, de ce fait, d'affirmer qu'à l'heure actuelle, les mesures de réduction ou de compensation des impacts sur les populations d'espèces menacées ne sont pas en mesure d'assurer la sauvegarde de ces espèces. Partant de là, l'activité minière est responsable de pertes nettes de biodiversité non compensées, et provoquera probablement, à court ou moyen terme, la disparition de plusieurs espèces végétales endémiques.

Ces réflexions ont poussé l'équipe projet et le CNRT à provoquer plusieurs rencontres avec les acteurs concernés, de manière à dessiner ensemble une voie possible de travail pour remédier à cette situation. Les résultats présentés ici consistent donc en une série de recommandations techniques permettant d'améliorer les pratiques actuelles. Mais ils donnent aussi des perspectives sur une refonte absolument nécessaire de l'approche de gestion de la biodiversité végétale sur les massifs miniers.

Une approche plus globale de la gestion est en effet nécessaire et devrait ne plus se focaliser sur des travaux de multiplications espèces par espèces, lesquels sont démontrés ici comme en grande partie vains. Par ailleurs, un élargissement des plans de gestion à l'échelle des massifs miniers, pour sortir d'une vision étriquée autour des mines prises une par une apparaît nécessaire pour produire des mesures à la hauteur des enjeux. Enfin, nos conclusions appellent une fois encore à la collaboration entre les différentes entreprises minières et les services instructeurs, de manière à optimiser les fonds alloués, et par conséquent, l'impact des mesures mises en œuvre.

Nous appelons ici à une prise de conscience urgente de la part des entreprises minières et des services instructeurs. Les constats mondiaux sont d'ores et déjà alarmants quant au risque d'extinction des espèces, et les données disponibles localement ne font que confirmer cet état de fait, années après années. L'industrie minière se doit, aujourd'hui, de prendre sa part dans cet objectif commun qui est de laisser un monde vivable aux générations futures.

2. CONTEXTE

Le projet ERMines, financé par le CNRT Nickel & son environnement, a pour objectif d'augmenter nos connaissances sur les espèces végétales les plus rares et menacées (ERM) par l'activité minière en Nouvelle-Calédonie. Pour répondre à cette ambition, deux axes de travail principaux ont été suivis. Le premier consistait en une analyse à grande échelle des bases de données concernant la flore des massifs miniers calédoniens, en vue d'actualiser la liste des ERM dans ces secteurs, et ainsi permettre leur protection. Le second objectif du projet était de proposer des recommandations pour une meilleure prise en compte de ces espèces dans le cadre de la gestion de la biodiversité sur mine. Cette partie des travaux a consisté en une recherche bibliographique concernant les pratiques de gestion locales, nationales et internationales, laquelle a servi de support de réflexions pour une série de réunions organisées avec les différents acteurs concernés. Le présent document présente donc cette synthèse bibliographique, agrémentée des réflexions issues des réunions de concertation.

Pour pouvoir alimenter au mieux les discussions autour de ces sujets, les auteurs ont mobilisé de nombreuses sources scientifiques et techniques, lesquelles ont été considérées du global au local.

Dans le contexte mondial de lutte contre l'érosion de la biodiversité, les objectifs de l'ONU pour le développement durable (ODD15¹) ont été déclinés pour l'industrie minière. Il s'agit là du cadre le plus large pouvant être interpellé, puisqu'il engage les États, dans le cadre de leurs objectifs généraux pour lutter contre les dérèglements climatiques et écologiques issus des activités humaines. Les ODD promeuvent l'application de la séquence Eviter-Réduire-Compenser (ERC), la préservation des écosystèmes, et la prévention du risque d'extinction des espèces, dans l'objectif d'atteindre un gain net ou une absence de perte nette de biodiversité (UICN France 2011; PNUD *et al.* 2016) lors de la réalisation des projets industriels (Fig.1). Formulé autrement, la règle énoncée ici est que les projets d'aménagements ne peuvent en aucun cas se faire au détriment de la nature, et doivent, autant que possible, permettre une augmentation en quantité et en qualité de la nature alentour.

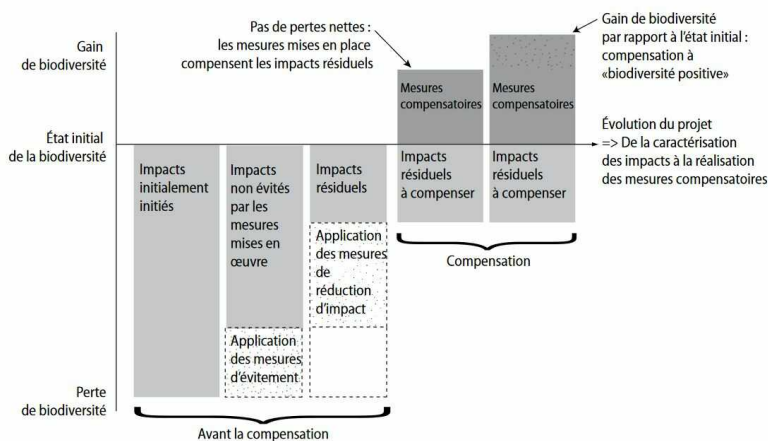


Figure 1 : Perte et gain net de biodiversité et séquence ERC, tiré de UICN France 2011)

¹ <https://www.agenda-2030.fr/17-objectifs-de-developpement-durable/article/odd15-preserver-et-restaurer-les-ecosystemes-terrestres>

Par ailleurs, l'ébauche de projet de cadre mondial de la biodiversité pour l'après 2020² de la Convention sur la Diversité Biologique (CDB) pose pour 2050 un objectif clair : « L'intégrité de tous les écosystèmes est améliorée en augmentant d'au moins 15% la superficie, la connectivité et l'intégrité des écosystèmes naturels, [et] le taux d'extinction a été divisé par dix au moins et le risque d'extinction des espèces dans tous les groupes taxonomiques et fonctionnels est réduit de moitié ». Cet objectif s'accompagne d'un jalon concernant les espèces pour 2030 : « L'augmentation du taux d'extinction est arrêtée ou inversée, et le risque d'extinction est réduit d'au moins 10% [...] » (CDB 2021). Ainsi, il est vraisemblable que les mesures visant à protéger et / ou restaurer les espèces et les espaces n'iront qu'en augmentant dans les années à venir, et ce de manière à ce que la Nouvelle-Calédonie respecte les agendas mondiaux, mais également, et de manière plus pragmatique, afin de préserver les ressources naturels pour les générations futures.

En parallèle, la transition énergétique nécessaire à la lutte contre le dérèglement climatique entraîne une hausse mondiale de la demande en métaux stratégiques, dont le Nickel fait partie³ (World Bank 2017), et le Nickel calédonien notamment⁴. Face à cette évolution, les scientifiques questionnent l'impact consécutif sur la conservation de la biodiversité (Sonter *et al.* 2020) et en appellent d'autant plus à une meilleure prise en compte de ces aspects dans l'activité minière, ainsi qu'à une plus grande collaboration entre les entreprises minières et les acteurs de la conservation (Sonter *et al.* 2018).

L'International Council on Mining and Metals (ICMM), dont Glencore est membre, s'est doté de guides de bonnes pratiques afin d'intégrer la gestion de la biodiversité aux opérations minières, que ce soit globalement (ICMM 2006; CSBI 2013), ou plus spécifiquement dans les phases d'étude d'impact et de mitigation de ces impacts (Gullison *et al.*, 2019). Plusieurs grands pays miniers ont également émis des lignes directrices en matière de gestion de la biodiversité dans le cadre de l'exploitation minière, citons ici l'Afrique du Sud (Department of Environmental Affairs *et al.* 2013), l'Australie (Australian Government 2016a), ou encore le Canada (Association minière du Canada 2020).

Par ailleurs, la littérature scientifique abonde d'études présentant des théories, techniques ou retours d'expériences sur la conservation des espèces végétales, encore que relativement peu soient appliquées à un contexte industriel. En la matière, l'ouvrage le plus récent (Volis 2019) constitue un état de l'art exhaustif en faisant le lien entre conservation des espèces et restauration des écosystèmes, et serait donc approprié à la problématique minière.

Localement, la gestion des ERM est encadrée légalement par le code minier et par les codes de l'environnement des provinces lorsque ces espèces sont présentes sur les listes d'espèces protégées. Les mesures liées au code minier sont supervisées par la DIMENC, direction de la Nouvelle-Calédonie, alors que celles liées aux codes de l'environnement sont supervisées par les directions de l'environnement des deux provinces de la Grande Terre. La Province des îles n'ayant pas de mines de nickel sur son territoire, elle n'est pas incluse dans la présente étude. Notons toutefois que le code de l'environnement de cette Province ne contient actuellement pas de liste d'espèces protégées.

² [Update of the zero draft of the post-2020 global biodiversity framework \(cbd.int\)](https://www.cbd.int/zero-draft)

³ Wood MacKenzie, 29/10/2020, *The energy transition will be built with metals*. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/woodmackenzie/2020/10/29/the-energy-transition-will-be-built-with-metals/?sh=9c3e4482b236>

⁴ Alain Jeannin, 04/03/2021, *Nickel et transition énergétique – Le Géant américain Tesla arrive en Nouvelle-Calédonie*. France Info La 1 ère. <https://la1ere.francetvinfo.fr/nickel-et-transition-energetique-le-geant-americain-tesla-arrive-en-nouvelle-caledonie-949720.html>

Une étude récente fournit également les éléments et recommandations pour une mise en place efficiente de la séquence Eviter, Réduire, Compenser (ERC) en Nouvelle-Calédonie (Souquet and Sibora 2018). Rappelons également que s'était tenu en 2012 à Nouméa un atelier sur la diversité floristique de Nouvelle-Calédonie, lequel avait donné lieu à une série de recommandations sur la conservation et la gestion de cette diversité, dont une partie concerne le sujet des ERM (Wulff, Fogliani, L'Huillier, *et al.* 2014). Par ailleurs, un grand nombre d'études plus spécifiques ont été produites concernant la gestion des ERM en Nouvelle-Calédonie et pourront être mobilisées ici.

Le code minier de la Nouvelle-Calédonie, dans sa partie réglementaire, précise la nécessité, lors de la demande initiale d'exploitation, de fournir « une étude d'impact de l'ensemble du projet de développement minier sur le milieu environnant dont le contenu doit être en relation avec l'importance des travaux et aménagements envisagés ainsi qu'avec leurs incidences prévisibles sur l'environnement » (art. R142-10-4). De plus, l'exploitant est tenu de fournir « un document d'orientation générale de l'exploitation minière sur la période considérée » précisant « par période quinquennale, les objectifs et principes généraux du projet de développement minier, notamment en matière [...], de préservation de l'environnement et de conservation de la biodiversité, ainsi que les moyens mobilisés pour y satisfaire »

L'étude d'impact présente successivement (art. R.142-10-7) :

« a - une analyse de l'état initial du périmètre de l'emprise du projet portant notamment sur la faune, la flore, les eaux de toute nature, les sites archéologiques et historiques, les espaces naturels agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs affectés par les activités minières et les ouvrages ou installations annexes. Un reportage photographique par vue aérienne, à l'échelle appropriée, met en évidence les caractéristiques de l'état initial et l'implantation du projet. Un levé topographique du massif, de la crête ou de la vallée concerné par le projet est également fourni sous format numérique ;

b - une analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents du projet sur l'environnement, et en particulier sur la faune et la flore, les sites et paysages, les eaux de toute nature, l'air, les milieux naturels et les équilibres biologiques, sur la protection des biens et du patrimoine archéologique et culturel et, le cas échéant, sur la commodité du voisinage et notamment les problématiques de bruits, de vibrations, d'odeurs ou d'émissions lumineuses, et sur l'hygiène, la sécurité et la salubrité publiques ;

c - les raisons pour lesquelles le projet présenté a été retenu parmi les solutions alternatives envisagées, notamment du point de vue des préoccupations environnementales ;

d - les mesures que l'explorateur ou l'exploitant s'engage à mettre en œuvre pour prévenir, supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement, ainsi que, le cas échéant, l'évaluation des dépenses correspondantes. La présence d'espèces endémiques rares ou menacées ou d'écosystèmes protégés fait l'objet d'études particulières et de propositions relatives à leur sauvegarde ;

e - l'analyse des méthodes utilisées pour suivre et évaluer les effets du projet sur l'environnement, indiquant les difficultés éventuelles de nature technique ou scientifique rencontrées pour établir cette évaluation, ainsi que leur périodicité ;

f - un résumé d'information simplifié est fourni, facilitant la prise de connaissance des informations contenues dans l'étude par toute personne intéressée par le projet ;

g - un plan illustrant l'état prévisionnel des lieux à l'issue des travaux d'exploitation pour lesquels l'autorisation est sollicitée et après remise en état des zones exploitées. »

Les arrêtés d'exploitations consécutifs à ces démarches sont ensuite diffusés sur le site internet du journal officiel de la Nouvelle-Calédonie : <https://juridoc.gouv.nc/JuriDoc/JdWebE.nsf/Juristart?openpage>.

En Province Sud, c'est l'article 242-2 du code de l'environnement qui interdit la « destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement des spécimens des espèces végétales mentionnées à l'article 240-1, de leurs fructifications ou de toute autre forme prise au cours de leur cycle biologique, [...] ». Et la destruction, l'altération ou la dégradation du milieu particulier à ces espèces végétales ». Cependant, la dérogation est rendue possible par l'article 240-5 dans le cas où « des intérêts de nature sociale ou économique le justifient et en l'absence de solution alternative satisfaisante ». Dès lors, une demande de dérogation est soumise comportant les « nom scientifique et nom commun des espèces concernées [et les] nombre et sexe des spécimens sur lesquels porte la dérogation, lorsque c'est possible. [Ainsi que] s'il y a lieu, les mesures d'évitement, de réduction ou de compensation mises en œuvre, ayant des conséquences bénéfiques pour les espèces concernées ou leur milieu particulier ».

Dans le cadre des consultations publiques liées à l'ouverture de chantiers, la province Sud diffuse les études d'impact correspondantes sur son site internet : <https://www.province-sud.nc/recherche?classNaturalName=Consultation%20publique> . On regrettera cependant que la plupart des documents rendus publiques soient incomplets et ne permettent donc pas une analyse réelle de l'impact par le public les consultant.

De plus, les arrêtés portant dérogation à la législation sur les espèces protégées sont diffusés sur le site du journal officiel de la Nouvelle-Calédonie : <https://juridoc.gouv.nc/JuriDoc/JdWebE.nsf/Juristart?openpage>. Une recherche portant sur les mots-clés « dérogation » et « espèces » renvoie 85 arrêtés dérogatoires, dont 51 concernent des sites miniers, soit 60%.

En Province Nord, c'est l'article 251-2 du code de l'environnement qui interdit pour toutes les espèces protégées, « la destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement, le ramassage de leur fructification ou de toute autre forme prise lors du cycle biologique » ainsi que « la destruction, la modification, l'altération ou la dégradation, directe ou indirecte des habitats particuliers à ces espèces ». Des dérogations à cet article peuvent être autorisées dans le cadre de « conservation de la biodiversité ; repeuplement ; réintroduction ; éducation ; prises de sons et d'images ; études d'impact sur l'environnement ; recherche scientifique » selon l'article 251-3. Ces dérogations ne semblent donc pas être justifiables par l'exploitation minière. Une amende de 1.073.000 xpf est prévue en cas de violation de l'article 251-2.

Une recherche effectuée sur le site internet du journal officiel de la Nouvelle-Calédonie n'a renvoyé aucun résultat, nous concluons donc à l'absence de tels arrêtés. Par ailleurs, les études d'impacts sont consultables sur demande en mairie à l'occasion de la consultation publique.

Une première analyse de cet ensemble bibliographique montre que malgré la diversité des angles d'analyse, il en ressort un processus général comportant un état initial et l'application d'une méthode d'atténuation des impacts. L'atténuation des impacts, réalisée dans le cadre de la séquence ERC fait l'objet de suivis au cours de la vie du projet qui alimentent et influent sur les actions d'évitement et de compensation, lesquelles sont présentées dans un plan d'action rendu public.

Dans l'optique d'émettre des recommandations pour la gestion des ERM sur les sites miniers néo-calédoniens, nous reprendrons donc ce processus, et en discuterons les étapes telles qu'appliquées actuellement sur le territoire. Concernant la problématique particulière de la gestion des ERM, nombre d'actions possibles sont incluses dans des phases différentes de ce processus, aussi bien selon les référentiels locaux qu'internationaux, aussi nous proposerons une analyse critique des mesures et actions mises en place et possibles dans le cadre d'un plan d'action pour la gestion de la biodiversité végétale sur site minier.

3. ETAT INITIAL DE LA BIODIVERSITE

Les études d'impacts consultées pour cette analyse sont essentiellement celles disponibles en consultation sur le site internet de la Province Sud. Il s'agit de documents divers relatifs à 30 projets composant un ensemble hétéroclite de résumés non techniques, documents cartographiques, documents réglementaires ou parfois d'inventaires floristiques détaillés. Ces documents sont malheureusement souvent incomplets et ne permettent que rarement de réaliser une analyse réelle du travail réalisé pour leur constitution. On note cependant une nette amélioration de la complétude des dossiers pour les plus récents, probablement en rapport avec la publication en 2018 du « Guide ERC » (Souquet and Sibora 2018).

3.1. DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE

Selon Gullison et al. (2019), le périmètre de l'étude d'impact devrait comprendre l'ensemble des zones prévues d'activités et d'impact (zone d'influence). Dans certains cas, la pratique préconisée est d'étendre la zone d'étude à la distribution des éléments espèces et écosystèmes les plus sensibles à l'échelle du paysage. Par ailleurs, dans les régions avec peu de connaissances sur la biodiversité, l'extension de l'aire d'étude permettrait de mieux envisager la significativité des impacts (Gullison *et al.* 2019). Les recommandations australiennes sont à ce titre les plus précises puisqu'elles précisent, dans la définition de l'aire d'étude, la nécessité de considérer les potentiels impacts directs, indirects, et cumulatifs (Australian Government 2016a). En France, l'Union nationale des industries de carrières et matériaux de construction (UNICEM) propose de définir une aire d'étude immédiate où les inventaires sont très complets, et une aire élargie, contenant les milieux riverains, et où les inventaires sont ciblés sur les milieux d'intérêts (UNICEM 2016).

En Nouvelle-Calédonie, le code minier impose une « analyse de l'état initial du périmètre du projet portant notamment sur la faune et la flore ». La Province Sud précise la méthode en demandant une liste exhaustive des espèces végétales dans la zone impactée plus une zone tampon de 50 m.

Étant donné les forts taux de micro-endémisme rencontrés sur sol minier, l'incertitude taxonomique ainsi que les connaissances souvent parcellaires sur les espèces les plus rares, la recommandation de Gullison et al. (2019) paraît localement essentielle. Ainsi, idéalement, lorsque des espèces fortement menacées sont identifiées sur la zone d'influence d'un projet, un état de leurs populations *a minima* à l'échelle du massif permettrait de mieux rendre compte de l'impact du projet sur leur viabilité. S'il peut être compliqué de mettre en œuvre cette recommandation au moment de l'étude d'impact, notamment lorsque plusieurs compagnies exploitent un même massif, de telles études trouveraient leur place dans le cadre des plans d'actions consécutifs à l'arrêt d'exploitation.

Par ailleurs, la définition de l'aire d'étude à la DAEM + 50 m paraît limitative au regard des potentiels impacts indirects de l'exploitation minière. La cartographie des surfaces dégradées par l'activité minière permet par exemple de voir que ces surfaces sont bien supérieures à la seule DAEM (DIMENC and DTSI 2012), notamment en raison des phénomènes d'érosion. Or, si la gestion des eaux a beaucoup évolué au cours des dernières décennies, aucune étude récente ne permet d'écarter une influence de l'activité au-delà de 50 m (effet des poussières par exemple), et des événements récents comme les éboulements de la mine de Pinpin en 2017⁵ montrent que cette possibilité ne peut pas être écartée.

Enfin, dans le cas d'espèces menacées présentes sur quelques massifs seulement (EN ou EME2 et EME3 selon Wulff *et al.* 2013), les études d'impacts ne prennent actuellement pas en compte l'effet cumulé de l'exploitation sur plusieurs massifs. Pour ces espèces, une évaluation, à partir de la

⁵ <https://la1ere.francetvinfo.fr/nouvellecaledonie/province-sud/coulee-boue-site-minier-poya-465263.html>

bibliographie et des données cartographiques, des populations déjà impactées apporterait un regard étayé sur la menace que fait peser un nouveau projet sur les espèces concernées.

A noter ici la définition de la zone d'influence dans les bilans d'actions sur les espèces menacées par l'activité de Vale NC. Au regard des critères identifiés ici, la définition de cette aire d'étude paraît être judicieuse et constitue un exemple à reproduire.

Recommandations :

- (1) Définition d'une aire d'étude immédiate avec inventaires exhaustifs, et une aire d'étude élargie où les milieux d'intérêts sont prospectés. Ainsi, les impacts indirects et / ou cumulatif seront mieux appréhendés.
- (2) Réaliser une étude bibliographique permettant l'évaluation des impacts cumulés dans le temps et l'espace.

3.2. RECUEIL DES DONNEES EXISTANTES

Cette étape consiste en un recueil et une cartographie de la biodiversité à partir des données existantes dans le but, entre autres, d'identifier les zones nécessitant plus d'informations (ICMM 2006).

Les données préexistantes incluent les zones patrimoniales et / ou protégées légalement (réserves, parcs, KBA, ZICO, RAMSAR...), les occurrences d'espèces (herbiers, ONG...), les programmes de conservation existants (Australian Government 2016a; Souquet and Sibora 2018). Cette étape permet également d'identifier les menaces pré-existantes au projet (Gullison et al. 2019) lorsque l'information est disponible.

Pour les sites déjà impactés (mines à rouvrir par ex), la recommandation est de tenter de reconstruire un état pré-impact à partir de l'analyse de photos aériennes anciennes, d'imagerie satellite, ou de construire un substitut d'état initial à partir de milieux équivalents dans les environs. La consultation des communautés locales peut également aider à cette reconstruction (ICMM 2006; Gullison et al. 2019).

En Nouvelle-Calédonie, le code minier (R.142-10) stipule uniquement la nécessité de tenir compte des « sites archéologiques et historiques, les espaces naturels agricoles, forestiers, maritimes ou de loisir affectés par les activités minières et les ouvrages ou installations annexes ».

L'absence de cartographie et de typologie uniformément reconnue de la végétation à l'échelle du pays est un problème identifié (Wulff, Fogliani, L'Huillier, *et al.* 2014), bien que des outils existent : Modèle d'occupation des sols (MOS) de 2008 et 2014, cartographie des végétations de la Province Sud (EMR 2010). Pour les espèces en revanche, il existe plusieurs sources (RLA-NC, Herbar NOU ...) qui permettraient d'avoir un aperçu des connaissances existantes sur les espèces potentiellement présentes sur l'aire d'étude. Le rapport Souquet and Sibora (2018) sur les méthodologies d'études d'impacts et la séquence ERC présente un panel exhaustif des données existantes et utilisables en Nouvelle-Calédonie pour réaliser cette étude préalable des enjeux.

Dans les études d'impacts consultées (diffusées sur le site internet de la Province Sud), il n'est jamais fait une mention explicite d'une analyse préalable des données existantes. Cette analyse préalable, fournie dans l'étude d'impact et identifiée comme telle, permettrait d'identifier les taxons à rechercher en priorité lors de la phase terrain et les végétations à prospecter de manière plus approfondie. Elle permettrait ainsi de s'approcher de l'exhaustivité dans l'analyse des enjeux relatifs à la flore.

Pour ce qui est des sites anciennement exploités et à rouvrir, la possibilité de reconstruire un état initial à partir des photos aériennes anciennes et de la végétation en présence aux alentours, serait à explorer. Une telle reconstruction permettrait notamment d'orienter les travaux de

réhabilitation, ainsi que d'identifier des espèces menacées qui ont potentiellement été présentes sur la zone et qui seraient donc à réintroduire.

Enfin, l'identification des menaces non minières (incendie en premier lieu, espèces invasives également) à partir des bases de données existantes permettrait là aussi d'évaluer avec plus de finesse l'impact supplémentaire que représente le projet minier sur l'état de conservation des espèces et des habitats.

Recommandations :

- (1) inclure dans les études d'impacts un chapitre clairement identifié recensant les données disponibles pour l'aire d'étude
- (2) à partir de ces données, cibler les espèces / espaces à prospecter en priorité

3.3. INVENTAIRES DE TERRAIN

L'inventaire de terrain et les analyses consécutives représentent l'élément central de l'étude d'impact car ils permettent de produire une image complète de la biodiversité avant projet. Il s'agit ici d'établir la distribution des espèces et habitats à une échelle appropriée avec le projet (Australian Government 2016a) ou encore rendre compte de la diversité des espèces (nombre d'espèces, nb d'espèces par habitat) et des habitats (surface par habitat et par état de conservation de chaque habitat) (Gullison et al. 2019). Une fois établi cet inventaire, le croisement avec les référentiels locaux permet d'établir une cartographie des enjeux de conservation sur le site.

La méthodologie d'inventaire doit être crédible sur le plan scientifique, comparable à la méthodologie utilisée dans les zones d'évitement ou compensation potentiels, et représentative tant au niveau spatial que saisonnier (Gullison et al. 2019). Elle doit s'accorder avec la législation en vigueur et être réalisée par des gens compétents en la matière (Australian Government 2016a).

La **cartographie des habitats doit intervenir en premier lieu** car elle sert de base à l'établissement des protocoles d'échantillonnages. Plus elle est réalisée tôt dans la démarche d'état initial, plus les habitats peuvent ensuite être considérés comme des indicateurs de la valeur environnementale. La cartographie habitat est réalisée dans un **premier temps sur photo-interprétation** (satellite, ortho ou drone) **puis validée / affinée sur le terrain**. Les habitats sont importants en eux-mêmes, mais peuvent également servir d'approximation pour les espèces qu'ils hébergent et les services écosystémiques qu'ils fournissent. La description des habitats comprend une évaluation de leur état (fragmenté, perturbé...), selon des métriques établies, ou à dire d'expert. Par ailleurs, il est conseillé d'inclure la distribution / taille / connectivité / continuités écologiques / fragmentation des habitats à l'échelle du paysage dans l'étude (Souquet and Sibora 2018).

Concernant les espèces, la **détermination doit se faire au maximum au rang spécifique** (Gullison et al. 2019). Des **études plus spécifiques** doivent être réalisées pour les espèces **protégées ou considérées comme menacées, à distribution restreinte**, migratrices ou grégaires utilisant le site, ainsi que les autres **espèces considérées comme priorité de conservation par les acteurs locaux** (Gullison et al. 2019). Pour les taxons dont la distribution est la plus mal connue, l'utilisation des modèles de niche écologiques (SDM) est préconisée pour déterminer les zones de prospection les plus favorables (Gullison et al. 2019).

La priorisation des enjeux intervient ensuite en se basant sur les **statuts de conservation** des espèces et écosystèmes. Identification des priorités de conservation, **plans de protection existants**, stratégie nationale pour la biodiversité, **espèces protégées** (Australian Government 2016a). Il est judicieux de tenir compte également de **l'irremplaçabilité des espèces ou des écosystèmes** (d'où la nécessité d'avoir réalisé l'étude préalable sur la base des données disponibles hors terrain). Les habitats peuvent être prioritaires s'ils sont **uniques ou hautement menacés, d'importance significative pour des espèces** hautement menacées ou micro-endémiques, **hébergeant significativement des espèces migratrices ou grégaires**, ou si ce sont des **zones liées à des phénomènes évolutifs clés** (Gullison et al. 2019).

Les services écosystémiques doivent également être pris en compte. L'aire d'étude pourra d'ailleurs s'adapter à cette prise en compte, en s'étendant à l'ensemble d'un paysage fonctionnel (par ex. bassin versant, plateau...).

En Nouvelle Calédonie, les lignes directrices les plus récentes en matière d'étude d'impact sont données par Souquet and Sibora (2018). Pour la phase d'état initial, ce rapport donne trois éléments à étudier en ce qui concerne le végétal, à savoir : un état initial des habitats et de la flore, une prise en compte des continuités écologiques, et une prise en compte des fonctionnalités écologiques.

Plus spécifiquement, la Province Sud a émis une série d'attendus en matière de protocoles d'expertise des milieux naturels. Concernant les milieux naturels, la cartographie doit s'appuyer sur une typologie établie en 2010 (EMR 2010). Cette typologie offre également une hiérarchisation détaillée des enjeux de conservation par milieu. Elle présente l'avantage de tenir compte, en plus de la valeur floristique des habitats, de leur intérêt pour la conservation de la faune. L'utilisation de cette typologie est encore loin d'être systématique, et la hiérarchisation des enjeux qu'elle propose n'est quant à elle pas utilisée à notre connaissance.

En Province Nord, une telle cartographie n'étant pas librement disponible, il est impossible de s'appuyer sur une typologie claire de hiérarchisation des enjeux pour la végétation. Une étude similaire et actualisée à l'échelle du territoire est ici indispensable à la bonne prise en compte des habitats naturels dans le processus d'étude d'impact. Actuellement, seuls les modèles d'occupation des sols de 2008 et 2014 pourraient prétendre à être utilisés. Cependant, ils ne sont pas reconnus par tous, notamment en raison des divergences de vues sur les classes de végétation et ne présentent pas de hiérarchisation des enjeux. A noter ici une initiative en cours de l'ART GeoDEV NC pour la production d'un modèle d'occupation des sols pour le territoire entier à partir de techniques innovantes d'analyse d'imagerie satellitaire. Cette initiative pourrait déboucher dans les années à venir sur un outil végétation uniforme pour l'ensemble du territoire.

Par ailleurs, la Province Sud demande à ce que soient caractérisés pour chaque milieu l'état de santé et leur état d'évolution (en cours de fermeture, d'ouverture...). Ces informations n'ont pas été observées dans les études d'impact consultées, la description des formations végétales se limitant la plupart du temps au nombre d'espèces présentes, et aux pourcentages de recouvrement des différentes strates de végétation.

En ce qui concerne les espèces, les référentiels généralement utilisés pour hiérarchiser les enjeux sont le statut de conservation évalué par le RLA-NC et / ou publiés par l'IUCN, et les statuts de protection légaux des provinces. La Province Sud préconise également de considérer comme prioritaires les espèces nouvelles en cours de description (Souquet and Sibora 2018). En Province Nord, ces espèces nouvelles non décrites, ou décrites depuis moins de 6 mois sont également considérées comme protégées (Art. 251-2 du code de l'environnement de la PN).

Ces éléments sont bien représentés dans les études d'impact. Cependant, et c'est l'une des raisons d'être du projet ERMines, il a été noté à plusieurs reprises que les inventaires réalisés présentaient des manques en termes d'identifications taxonomique, avec des espèces identifiées mais non présentes sur le site d'étude, ou des ERM bien présentes mais non repérées. Ces erreurs peuvent être dues à une méthodologie insuffisante en termes scientifiques, ou simplement de temps et / ou de moyens, pour identifier l'ensemble des taxons présents, ou à un manque d'information de base concernant les ERM.

Pour ce qui est du deuxième point, le projet ERMines s'est donné pour ambition d'y remédier en produisant des listes d'ERM par massif minier, afin d'aider les opérateurs de terrain à focaliser leurs recherches. En ce qui concerne le premier point, le temps consacré aux prospections de terrain est rarement mentionné dans les études, ce qui empêche d'évaluer la pression de prospection, et donc de mesurer l'exhaustivité des listes fournies. Par ailleurs, les missions de terrain sont réalisées en une session unique, or, comme mentionné dans les références internationales, la phase de prospection de terrain doit être cohérente d'un point de vue temporel. Toutes les espèces n'étant pas fertiles au même moment, il serait cohérent d'imposer plusieurs passages aux botanistes afin de pouvoir identifier un maximum d'espèces. Notons également que parmi les études d'impacts consultées, il est rarement possible d'identifier l'expert botaniste ayant effectué les relevés. De plus, lorsque cette information est disponible, il s'avère parfois que l'inventaire a été réalisé par l'entreprise

minière elle-même. Ce point soulève la question de la compétence et de l'indépendance des relevés effectués, et donc de la pertinence des impacts identifiés sur la biodiversité.

Enfin, le critère d'irremplaçabilité devrait être appliqué lorsqu'il s'agit d'espèces micro-endémiques à une localité. En effet, ces taxons à distribution extrêmement restreinte devraient être évités à tout prix, au moins tant que des populations protégées ne sont pas découvertes, ou que de nouvelles populations soient établies et viables (adultes fructifiant et régénération en quantité suffisante). A notre connaissance, ce critère est diversement appliqué (*Polyscias gracilipes* à Pinpin ou *Ochrosia sevenetii* à Tiébaghi). Cependant, il existe d'autres exemples pour lesquels il n'a pas été pris en compte (*Psychotria comptonii* à Cap Bocage, *Cupaniopsis glabra* à Tontouta par ex.). Pour que ce critère soit pris en compte au mieux, il conviendrait que pour chaque taxon ERM identifié dans l'étude d'impact, figure également une description succincte de l'espèce (avec photographies prises lors de la prospection), de son écologie, de sa distribution, et des menaces qu'elle subit par ailleurs. Des précisions sur les capacités de multiplication de l'espèce permettraient également de mieux évaluer l'enjeu lié à leur conservation.

Un cas extrême à considérer ici serait une espèce ayant une distribution restreinte à un seul massif. Si les populations de cette espèce sont impactées de manière significative par le projet (populations existantes + évaluation des populations anciennes, dans le cas d'un massif depuis longtemps exploité, ou ayant subi de nombreux incendies), la destruction des populations existantes ne devraient être possible que si l'on est en mesure d'établir des populations équivalente et viables dans une zone protégée de l'exploitation minière et des incendies, et ce à long terme.

La définition d'un impact significatif est liée à un seuil. L'évaluation du statut de conservation des espèces selon l'IUCN (2012) propose par exemple d'utiliser la réduction des populations (en nombre d'individus, indice d'abondance, ou surface d'habitat) comme critère d'évaluation. Le seuil de 30% de réduction sur une fenêtre glissante de 100 ans correspond à l'entrée d'une espèce dans les catégories d'espèces menacées (Vulnérable dans ce cas). Si les études permettent une telle estimation, et s'il est acquis que l'objectif final est de ne menacer aucune espèce (PNUD *et al.* 2016), ce seuil pourrait être utilisé pour déterminer l'impossibilité de détruire tout ou partie d'une population d'ERM.

Enfin, on note que la méthodologie de hiérarchisation des enjeux est rarement explicitée, ce qui empêche là encore d'estimer la pertinence des enjeux, et donc des impacts. Une méthodologie claire d'évaluation des enjeux, ainsi qu'une synthèse cartographique de ceux-ci apporterait un bénéfice certain aux études d'impacts, et donc à la conservation des ERM et végétations sur site minier. Une telle cartographie permettrait également de considérer la conservation des ERM en intégrant la végétation dans laquelle elles se développent, ce lien n'étant apparemment pas fait à l'heure actuelle, bien que ce soit hautement recommandé par l'ICMM : « Les habitats peuvent être prioritaires s'ils sont **uniques ou hautement menacés, d'importance significative pour des espèces** hautement menacées ou micro-endémiques ». Notons ici que cette remarque est également essentielle pour la conservation de la faune, tant celle-ci est dépendante des végétations formant leur habitat.

Recommandations :

- (1) Définition et utilisation d'une typologie d'habitat unifiée, avec des enjeux de conservation : existant en PS, à produire pour PN
- (2) Etablissement des listes ERM par massif : résultats ERMines
- (3) Tenir compte de la saisonnalité => Plusieurs passages terrain pour identification maximale
- (5) Prendre en compte le critère d'irremplaçabilité et mettre en contexte les ERM (végétation notamment).

- (6) Exposer clairement la méthodologie de hiérarchisation des enjeux de conservation
- (7) Afficher de manière transparente l'opérateur ayant effectué les missions de terrain.
- (8) Transparence sur l'appel d'offre, les conditions de mise en œuvre etc... des EIE
- (9) Réaliser une synthèse cartographique des enjeux flore puis flore + faune.

3.4. EVALUATION DES IMPACTS

Il s'agit ici de définir la nature de l'impact (direct, indirect, temporaire ou permanent), son niveau sur l'écosystème, les espèces et les ressources génétiques. Les impacts peuvent être positifs, négatifs, ou sans effet. La magnitude de l'impact doit également être évaluée. Une matrice d'évaluation de l'impact devrait être utilisée (Figure 1 - ICMM 2006) comme base méthodologique.

Likelihood	Magnitude of biodiversity impacts				
	Insignificant	Minor	Moderate	Major	Catastrophic
Almost certain	H	H	E	E	E
Likely	M	H	H	E	E
Moderate	L	M	H	E	E
Unlikely	L	L	M	H	E
Rare	L	L	M	H	H

L=low M=medium H=high E=extreme

Figure 2 : Matrice d'évaluation des impacts (ICMM 2006)

Les impacts sont évalués sur l'emprise avérée du projet, et sur son aire d'influence (spatiale et temporelle). **Les impacts cumulés sont aussi pris en compte** (Souquet and Sibora 2018).

En Nouvelle-Calédonie, et selon les études d'impact consultées, l'appréciation des impacts est très inégale. En premier lieu, la méthodologie de cette évaluation est très rarement explicitée, laissant parfois l'impression d'une évaluation à dire d'expert, peu crédible scientifiquement. Ensuite, étant donné l'absence quasi systématique d'une évaluation claire des enjeux de conservation en amont, il est difficile de se rendre compte de la pertinence et de la cohérence de l'évaluation de l'impact annoncée. Enfin, les impacts cumulés, à savoir les impacts du projet soumis à demande se cumulant à d'autres impacts hors-projet, ne sont jamais évoqués. Dans le cadre de la conservation des ERM, ces impacts sont pourtant essentiels, car les demandes de défrichement se font sur des surfaces généralement restreintes. Les impacts individuels de chaque projet peuvent donc être limités, mais une fois cumulés sur plusieurs décennies d'exploitation, peuvent entraîner la disparition totale d'une espèce.

Recommandations :

- (1) *Présenter clairement la méthodologie d'évaluation des impacts*
- (2) *Prendre en compte les impacts indirects et cumulés*

3.5. ÉVALUATION DES MENACES NON-MINIÈRES

Les menaces non liées au projet doivent également être évaluées, leur étendue, magnitude, l'urgence d'y remédier. La perception de ces menaces par les communautés locales également. Cette évaluation se fait afin d'évaluer la faisabilité politique et sociale d'y remédier, et de renforcer la confiance avec les acteurs locaux (ICMM 2006).

A notre connaissance, cette partie n'est pas traitée dans les études d'impacts en Nouvelle-Calédonie. Son application demande probablement un travail de concertation afin de déterminer les attendus en la matière.

3.6. CONCLUSIONS

Cette analyse a été réalisée afin d'estimer dans quelle mesure les études d'impact environnementales, telles qu'actuellement réalisées en Nouvelle-Calédonie, permettent de répondre à l'impératif de protection des ERM. Basées uniquement sur le corpus fragmentaire d'études d'impacts disponibles, les conclusions tirées doivent donc être regardées avec précautions. Cependant, il apparaît évident que, malgré une nette amélioration dans les études les plus récentes, de nombreux volets et détails pourtant jugés nécessaires dans tous les guides méthodologiques sont révélés manquants dans les études d'impact de Nouvelle-Calédonie, empêchant ainsi dans de nombreux cas d'en estimer la fiabilité. Une série de recommandations ont été émises pour chacune des étapes afin d'améliorer la pertinence, et faire des études d'impacts de réels outils de décision pour les autorités compétentes, et de gestion pour les compagnies minières. Cependant, il semble également nécessaire de souligner deux points supplémentaires et transversaux qui paraissent essentiels. Premièrement, les études d'impacts sont des outils permettant d'informer le public sur les projets à venir ou passés. Or, au vu des éléments consultés, il apparaît que ceux-ci sont souvent incomplets et ne permettant pas, même à un public averti, de juger de la pertinence des choix réalisés et donc, le cas échéant, d'argumenter un éventuel désaccord. Ensuite, les données disponibles, au moins pour la flore qui nous intéresse ici, ne citant généralement ni source, ni photographie des espèces, ni référentiels, posent souvent question quant à leur fiabilité et soulève donc l'interrogation d'éventuelles contre-expertises qui sont ou seraient à réaliser afin de confirmer certaines observations problématiques.

En conclusion, si les études d'impacts réalisées en Nouvelle-Calédonie semblent avoir bénéficié de la publication du « Guide méthodologique de l'étude d'impact environnemental » (Souquet and Sibora 2018) publié en 2018, de nombreux axes d'améliorations ont été identifiés ici et bénéficierait grandement à la protection de la biodiversité végétale sur sites miniers.

4. ATTENUATION DES IMPACTS

L'atténuation des impacts liés aux projets d'aménagement, appelée « séquence Eviter-Réduire-Compenser (ERC) » en français, « mitigation hierarchy » en anglais, est aujourd'hui l'outil mondialement reconnu pour atteindre l'objectif d'un impact positif net ou *a minima* l'absence de perte nette de biodiversité pour tout projet d'aménagement (ICMM 2006; Department of Environmental Affairs *et al.* 2013; Australian Government 2016a; PNUD *et al.* 2016; Association minière du Canada 2020). Les acceptations locales diffèrent légèrement selon les pays, mais le consensus est l'application d'une hiérarchie en 3 phases, Éviter, Réduire, puis Compenser. A cela, l'ICMM (2006) ajoute les offsets de biodiversité (BBOP 2018) ou la possibilité de mesures de renforcement. Ces mesures sont généralement intégrées dans la phase de compensation. L'intégration de cette hiérarchie fait l'objet d'un effort actuellement en Nouvelle-Calédonie depuis la production du rapport Souquet and Sibora (2018), aussi, les mesures qui y sont liées sont-elles encore diversement appliquées.

4.1. ÉVITER

L'évitement représente la première étape de la séquence ERC. D'après l'ensemble des sources consultées, la première priorité devrait toujours être l'évitement. Il peut se traduire par un changement de localisation, de design, ou de process technique, jusqu'à la définition de « no go areas » et de ne pas procéder au projet (ICMM 2006). Les avantages annoncés d'une prise en compte précoce de l'évitement sont l'efficacité de la mesure, la certitude de son efficacité, son immédiateté, et la clarté avec les acteurs locaux. L'évitement peut se faire en adaptant la sélection du site, le design du projet, ou encore sa programmation temporelle (Australian Government 2016a).

Éviter implique une analyse des variantes et solutions retenues. Les grilles de cotation de cette analyse doivent être présentées avec des coefficients quantifiables. Elles permettent d'argumenter concrètement et objectivement sur l'absence de solutions alternatives (Souquet and Sibora 2018).

Dans les études d'impact consultées, l'évitement ne fait que rarement l'objet d'une mention explicite, à savoir une présentation des différentes options envisagées et les raisons du choix de l'option retenue. Dans le cas des ERM, on ne fait généralement que « compter les morts », à savoir chiffrer le nombre de plants qui seront détruits, ou la surface qui sera détruite, sans que soit fait une mention claire des tentatives d'évitement. Ce type de mesure est cependant observé sur certains arrêtés d'exploitation (Tiébaghi 2014, Graziella 2016, Henriette 2018). En complément, la mise en place de réserves est parfois préconisée. Il n'est pas toujours évident, dans les arrêtés et les études d'impact, de savoir si cette mise en place de réserves est directement liée à l'évitement de populations d'espèces sensibles.

On regrettera ici que l'évitement et la protection des zones de population d'ERM ne soient pas mieux explicités dans les études d'impacts consultées. Il est ainsi impossible, au vu de l'arrêté et de la consultation publique, de savoir si tout ou partie des populations d'espèces sensibles seront évitées, ainsi que la nature ou la qualité conservatoire des réserves mises en place. De même, comme signalé dans la partie « état initial », la présence d'ERM n'est généralement pas liée aux habitats qui les abritent. Par conséquent, l'évitement est considéré comme efficient à partir du moment où les individus identifiés ne sont pas détruits; sans tenir compte de la qualité du milieu résultant de l'aménagement et de sa capacité à maintenir des populations viables.

Si cette mesure représente un minimum essentiel, elle omet le fait que les espèces sont liées à des habitats. On sait par exemple que la distribution des espèces rares est influencée par des facteurs topo-climatiques agissant à une échelle de 10 à 100 mètres (Franklin *et al.* 2013), ou encore que les poussières émises par les pistes ont des conséquences néfastes sur le développement des plantes (voir Kayet *et al.* 2019 pour une revue et technologie intéressantes dans un contexte minier). Plus que l'évitement des individus d'espèces rares, l'évitement des milieux qui les abritent permettrait d'atténuer les impacts de manière plus globale.

Recommandations :

- (1) Réaffirmation de la priorité donnée à l'évitement avant toute autre mesure,
- (2) Présentation claire des mesures d'évitement et justification du choix final du projet,
- (3) Prise en compte des végétations dans l'évitement des populations d'ERM (distance-tampon, polygone de végétation ?)

4.2. REDUIRE

La réduction recourt à des mesures prises pour réduire la durée, l'intensité, la significativité ou l'étendue des impacts directs, indirects, cumulés d'un projet minier (ICMM 2006). Cette phase nécessite de :

- prédire les impacts après évitement,
- désigner des mesures de réduction
- explorer des mesures additionnelles le long de la vie du projet et inclure les opportunités et innovations.

Différentes approches sont proposées dans la littérature : Contrôle physique (adapter le design physique du projet), contrôle opérationnel (manager et réguler les activités), contrôles d'abattement (réduire les niveaux de pollution) (Australian Government 2016a).

La remise en état est considérée comme une mesure de réduction des impacts résiduels (ICMM 2006; Souquet and Sibora 2018), internationalement comme localement, incluant donc les végétations et les ERM. Ces mesures ont pour objectif de rétablir les surfaces de végétation et les populations d'ERM pré-impact. En ce qui concerne les ERM, les arrêtés d'exploitation définissent ces actions dans la section D8.1 – Préservation et suivi de la flore, par les types de mesures suivants :

- la récolte des graines, des boutures ou des plantules avant tout défrichement dans les formations végétales,
- le suivi annuel et la production des espèces rares et menacées

Puis dans la section E – Mesure compensatoires :

- récolter les graines au niveau des formations végétales du site et des alentours
- récolter les plantules,
- mise en culture des graines et acclimatation des plantules en pépinière,
- plantation des plants et transplants,
- suivi des plantations.

Les arrêtés portant dérogation à la destruction d'espèces protégées de la 3DT ont une formulation différente dans l'article portant sur les mesures d'évitement et de réduction de l'impact sur la biodiversité :

- les transplants d'espèces ligneuses protégées provenant des surfaces autorisées aux défrichements sont privilégiés et autorisés [...] et peuvent être acclimatés en pépinière avant réintroduction en milieu naturel

Ou encore dans les mesures compensatoires :

- [...] travail cohérent au vu de réintroduire ces espèces sensibles dans les programmes de restaurations écologiques (optimisation de fond sur les collectes de graines, transplantations, productions, multiplications, acclimatations...)
- suivi phénologique
- tests de reproduction avec essais en pépinière ou ex-situ pour les points d'optimisation ci-dessus

L'idée sous-jacente à ces mesures est donc ici relativement claire, la destruction d'individus de ces espèces est autorisée dans la mesure où celles-ci seront plantées par la suite. Notons ici qu'il n'y a en général aucune notion d'équivalence entre la population détruite et la population réintroduite. Par ailleurs, il a été montré à plusieurs reprises par les études successives de l'IAC, que la multiplication des ERM est loin d'être acquise, et nombre d'espèces sont aujourd'hui considérées comme non-multipliables (Gâteblé 2015 donne également un regard complémentaire sur la question).

L'analyse de l'ensemble du corpus documentaire disponible sur la multiplication des espèces végétales en NC rapporte des conclusions similaires puisque sur 207 espèces sensibles présentes dans les arrêtés d'exploitation et arrêtés dérogatoires, les données disponibles sur la germination sont suffisamment fiables pour 54 d'entre elles (26%), 38 (18%) lorsqu'il s'agit des tests d'élevage en pépinière, et seulement 33 (16%) pour ce qui est du prélèvement de plantules. Quant aux essais et retours d'expérience sur la replantation, les chiffres sont dérisoires, avec seulement 3 espèces pour lesquelles les données sont jugées suffisantes, soit 1,5%. Il faut noter ici que les mesures de type multiplication se sont généralisées dans les années 2013-2015. Les résultats présentés sont donc issus en partie des déclarations quinquennales fournies entre 2019 et 2020.

Considérant ceci, il paraît donc abusif de considérer *de facto* la multiplication / transplantation comme une solution permettant de réduire ou de compenser l'impact de la mine sur les populations d'espèces sensibles.

Là encore, un évitement maximum des impacts est fondamental. L'impact résiduel lié à la destruction d'individus d'ERM, lorsqu'il est inévitable, devrait donc être considéré et faire l'objet de mesures compensatoires établies dès l'origine, et au long de la vie du projet, dans des zones protégées de l'influence de l'exploitation minière.

Recommandations :

- (1) Impossibilité de considérer comme mesure de réduction la replantation d'une espèce non maîtrisée ou connue comme non multipliable dans des délais cohérents avec la vie du projet,
- (2) Application des mesures déjà inscrites dans les arrêtés d'exploitation.

4.3. COMPENSER

La compensation des impacts s'entend comme le fait de remplacer ou pourvoir des environnements ou ressources de substitution à ceux détruits par le projet concerné. Les mesures compensatoires sont utilisées en dernier ressort et incluent les offsets, comme l'achat d'une surface d'habitat équivalente pour la protection à long-terme (ICMM 2006). Les mesures prises doivent être réalisables d'un point de vue technique, foncier et financier, et pérenne (Souquet and Sibora 2018). Pour le gouvernement australien, la compensation est définie par la réhabilitation. "La réhabilitation doit avoir pour objectif le rétablissement à long terme des aspects prioritaires de la structure de l'écosystème, ses fonctions, ou la composition spécifique (Australian Government 2016b). Localement, la réhabilitation des sites dégradés par le projet est considérée comme une réduction de l'impact. La réhabilitation pour compensation ne couvre donc que des zones non impactées par le projet (mines orphelines, zones incendiées etc...).

Il est cependant nécessaire d'envisager une limite à la compensation en cas d'impacts résiduels trop élevés, ou impossibilité technique, foncière ou financière (Souquet and Sibora 2018). Par ailleurs, toutes **les mesures de mitigation doivent être liées à un impact spécifique.**

L'ICMM définit également des mesures de renforcement qui sont des actions menées en périphérie du projet. En Nouvelle-Calédonie, les mesures correspondantes sont incluses dans la compensation et seront donc traitées comme telles ici. Ces mesures viennent en complément, pour renforcer l'acceptabilité du projet (ICMM 2006) et peuvent couvrir :

- action d'amélioration de la biodiversité dans la sphère d'influence large de la mine, sur des zones non perturbées, ou perturbées par autre chose que le projet
- renforcer les connaissances scientifiques sur les espèces ou écosystèmes
- supporter la création d'aires protégées,

- supporter le développement des capacités locales de conservation (ONG, agences, communautés locales),
- agir pour pallier à d'autres menaces que celles exercées par le projet

En Nouvelle-Calédonie, les mesures compensatoires, lorsqu'elles sont demandées, consistent en l'enrichissement de végétations dégradées (maquis ligno-herbacées, lisières forestières) afin d'accélérer la succession écologique, et plus généralement en « l'élaboration d'un plan d'action des mesures pour compenser les pertes directes de biodiversité engendrées par l'exploitation [...] transmis au service en charge des mines dans un délai de 6 mois. » Ces plans ont été demandés à la DIMENC dans le cadre de cette étude, et n'ont été obtenus que pour moins de la moitié des sites miniers. Par ailleurs, en dehors de ces plans, les seules mesures concrètes présentes dans les arrêtés et concernant les ERM sont rassemblées dans la section E2 – Participation à l'amélioration des connaissances sur les espèces sensibles. Ces mesures rassemblent des actions d'acquisition des connaissances (phénologie par ex.) ou de multiplication / replantation. Le renforcement des connaissances scientifiques est signalé comme mesure possible, et considéré en Nouvelle-Calédonie comme mesure compensatoire. Cependant, cette mesure n'est envisageable que sous réserve de garanties démontrées en termes de bénéfices opérationnels et de conservation à terme, et d'assurance de partage de la connaissance acquise et de sa mise au service de l'intérêt général (Souquet and Sibora 2018).

Concernant les offsets de biodiversité, lesquels sont considérés comme mesures compensatoires en Nouvelle-Calédonie, le Business and Biodiversity Offsets Programme (BBOP), a défini des règles afin d'homogénéiser le design et le recours aux offsets de biodiversité à travers le monde. Les offsets doivent être intégrés dans le contexte paysager, tenant compte de toutes les informations disponibles, ils doivent permettre l'absence de perte nette, voire, autant que possible le gain net de biodiversité. Les offsets ne peuvent pas tout compenser, notamment dans le cas de valeur d'irremplaçabilité ou de vulnérabilité. Ils doivent durer au moins aussi longtemps que les impacts du projet, si possible pour l'éternité. Autant que possible, il est préconisé d'intégrer des acteurs locaux dans le choix, le design et la construction de l'offset, et de respecter l'équité dans les risques et la reconnaissance avec les acteurs. La transparence des résultats et suivis permet également une meilleure acceptabilité du projet (BBOP 2018).

L'ICMM (2006) est plus précise et circonscrit le concept pour garantir une utilisation qui ne doit jamais être utilisée pour justifier ou compenser des « pratiques ou performances de gestion de la biodiversité insuffisantes ». Il peut donc s'agir du financement d'une aire locale de conservation de la nature, ou de l'achat d'une surface équivalente pour sa protection. La zone compensée doit être écologiquement similaire et être moins menacée que la zone originale, et faire une surface au moins égale à la zone impactée. Par ailleurs, lors du design, il faut tenir compte des impacts secondaires, et des futures expansions non planifiées du projet, afin que l'offset dure *a minima* la durée de l'impact, et plus autant que possible. Ces zones doivent apporter un bénéfice de biodiversité mesurable, et apporter un gain net de biodiversité dans le temps, supérieure à ce qu'il aurait été dans un scénario « au fil de l'eau ».

D'une manière générale, l'ensemble des sources consultées s'accordent sur le fait que les offsets viennent s'ajouter aux mesures de mitigation (ERC), permettant d'atteindre un gain net de biodiversité tangible et mesurable, et doivent être gérés / financés *a minima* sur le temps du projet, mais au mieux sur une durée longue (pour « l'éternité » pour le BBOP).

Les mises en défens présentes sur un grand nombre de sites miniers de Nouvelle-Calédonie pourraient rentrer dans cette définition. Cependant, en l'absence de suivis écologiques, il est aujourd'hui difficile d'évaluer si ces zones apportent un gain net de biodiversité dans le temps, supérieur à ce qu'il aurait été dans un scénario au fil de l'eau.

5. ACTIONS DE GESTION DES ERM SUR SITES MINIERES

Les arrêtés d'exploitation, pour les plus récents, demandent « l'élaboration d'un plan d'action des mesures pour compenser les pertes directes de biodiversité engendrées par l'exploitation [...] transmis au service en charge des mines dans un délai de 6 mois. » Ces plans d'actions couvrent généralement les mesures données dans les arrêtés d'exploitation et parfois les mêlent aux mesures liées à la restauration écologique.

Nous proposons ici que le traitement des espèces rares et des végétations soient indissociable. Aussi, si les recommandations émises concernent en particulier les ERM, elles intègrent également les habitats dans lesquels celles-ci se développent.

La littérature scientifique et les arrêtés d'exploitations définissent des étapes communes pour la conservation des espèces. Ces différents points sont donc repris ici dans un ordre chronologique cohérent avec les projets miniers.

5.1. PROSPECTIONS DE NOUVELLES POPULATIONS D'ERM

La moitié des arrêtés d'exploitation exigent la prospection de nouvelles localités pour les ERM. Cette mesure, si elle est nécessairement bénéfique, manque d'un périmètre d'étude défini à une échelle cohérente avec les espèces concernées. En effet, seul l'arrêté KNS précise « dans les aires protégées du massif et hors zone d'impact du plan minier à 25 ans ». De même, c'est le seul arrêté qui préconise de recourir aux outils de modélisation des aires de répartition, pratique reconnue comme améliorant grandement l'efficacité des prospections d'ERM (Rinnhofer *et al.* 2012; Tomlinson *et al.* 2019; Lannuzel *et al.* 2021). Par ailleurs, seuls les arrêtés les plus récents (Graziella 2016, Henriette 2018) précisent que toute nouvelle ERM découverte lors de ces prospections doit compléter la liste des espèces sensibles du site. Bien que cela paraisse relever du bon sens, la précision est importante.

Recommandations :

- (1) définition plus claire et plus étendue de l'aire d'étude,
- (2) utilisation des outils de modélisation lorsque nécessaire ou utile.

5.2. TRANSLOCATION

La translocation des ERM est détaillée ici car elle représente l'action principale préconisée à l'heure actuelle pour « conserver » les ERM sur mines. Ces actions doivent cependant être regardées au prisme des possibilités techniques et d'indicateurs de réussite adaptés. Cet aspect des actions de gestion est ici analysé à l'aune des résultats fournis par les entreprises minières et montre qu'une stratégie de gestion basée sur la multiplication des espèces n'est pas en mesure de répondre au défi de la conservation des ERM. Cependant, la multiplication puis la translocation des espèces restent une solution envisageable, dans les cas extrêmes, lorsque les autres solutions ont été envisagées. Pour que de telles opérations de génie écologique réussissent, et puisque les connaissances concernant la multiplication des ERM sont parcellaires en Nouvelle-Calédonie, plusieurs étapes sont nécessaires avant d'arriver à la réimplantation *in situ*. Des recommandations sont donc fournies pour améliorer l'efficacité de chacune de ces étapes.

La phase de translocation est actuellement encadrée comme suit dans les arrêtés d'exploitation :
« Les espèces sensibles [...] font l'objet au préalable de tout défrichement, de collecte de graines et

de plantules pour assurer leur mise en production ultérieure et leur réinsertion dans le milieu naturel », puis, dans le chapitre dédié aux mesures compensatoires « tant à la fois sur les zones à réhabiliter que sur les zones à enrichir ».

Il n'y a cependant aucune mention du nombre de plants à réintroduire, et les seuils en-deçà desquels les indicateurs sont considérés comme mauvais ne sont pas clairement énoncés. Un seuil de 80% de réussite est donné mais s'applique aux travaux de revégétalisation, pas de manière explicite aux ERM.

Il est également fait mention dans certains arrêtés de « *respecter le pas de temps nécessaire à la replantation des ERM* ». Cette dernière recommandation est un peu obscure et ne semble pas faire l'objet de seuils ou consignes explicites.

Seuls les arrêtés relatifs à la législation sur les espèces protégées de la PS donnent des objectifs chiffrés sur la replantation d'ERM. L'établissement d'objectifs chiffrés minimum pour la conservation des espèces permettrait d'évaluer les efforts fournis pour la conservation des espèces sur mine. Une revue des documents transmis par la DIMENC permet d'observer, que pour l'ensemble des mines du territoire ayant accompli leur première période quinquennale, sur 195 espèces sensibles citées, tous arrêtés confondus, seules 65 (33%) ont été mises en production, et 37 (19%) ont fait l'objet de plantation.

Maschinski et Albrecht (2017) ont réalisé une revue des bonnes pratiques pour la réintroduction des plantes menacées. Godefroid *et al.* (2011) ou Silcock *et al.* (2019) ont réalisé des revues, globales pour les premiers, australienne pour les seconds, des raisons identifiées de réussite et d'échec des opérations de translocations d'espèces végétales. Nous nous appuyons ici sur leurs travaux, ainsi que ceux de Volis (2019) pour esquisser des pratiques qui permettraient d'améliorer les résultats de ces actions en Nouvelle-Calédonie.

En premier lieu, la plupart des auteurs s'accordent à dire que la translocation devrait être la dernière solution à envisager pour la conservation des plantes. Avant cette étape, il faut s'assurer d'avoir envisagé l'ensemble des autres solutions. Nous considérerons ici que l'application entière et transparente de la séquence ERC revient à avoir envisagé ces solutions. Lorsque la réintroduction est décidée (mesures de réduction dans le cas de l'exploitation minière), Maschinski & Albrecht (2017) opposent certaines conditions qui remettent en cause la viabilité de ces projets et devraient donc être rédhibitoires à leur réalisation. Elles sont ici discutées en fonction des pratiques minières locales et de la législation.

- **la translocation viendrait saper l'impératif de protection d'une zone existante.**

Il s'agit ici de ne pas compromettre la protection d'une zone à protéger impérativement en la justifiant par la perspective de la translocation. Sur ce point, il est évident qu'une translocation consécutive à l'ouverture d'une mine pose question. Cependant, si l'on considère la nécessité d'éviter les zones à plus fort enjeux de biodiversité lors du montage du projet, il peut être estimé que ce point est rempli.

- **des tests antérieurs prouvent l'impossibilité de propagation de l'espèce ou de germination des graines.**

Cette condition rejoint les commentaires faits dans la partie concernant les états initiaux des études d'impact. La réduction des impacts à travers la replantation d'espèces rares ne peut être envisagée que s'il existe une preuve selon laquelle il est techniquement possible de le faire. La multiplication d'un grand nombre d'espèces en Nouvelle-Calédonie reste à maîtriser (voir Figure 3), et l'on sait déjà qu'un nombre important d'entre elles ne peuvent pas être multipliées artificiellement. Des mesures de réimplantation de ces espèces ne peuvent donc mener qu'à un échec et donc à une dégradation de leur statut de conservation.

- **indisponibilité d'un matériel source adéquat au niveau géographique et écologique,**

Cette condition semble relativement facile à remplir dans la mesure où les graines et plantules sont collectées avant tout défrichage, et que la répartition de l'espèce hors zone d'impact direct est connue également, avec des peuplements accessibles pour la récolte.

- **les menaces existantes n'ont pas été minimisées ou gérées,**

Deux conditions sont ici concernées. Premièrement, les zones de replantation doivent être exemptes de tout projet futur de défrichage. Ensuite, les menaces non-minières doivent avoir été identifiées, et autant que possible gérées. Notons ici que les entreprises minières avaient, en 2014 (Wulff, Fogliani, L'Huillier, *et al.* 2014), émis la demande de pouvoir faire geler à jamais des concessions qui seraient passées en réserve naturelle. Cette demande n'a apparemment jamais reçu d'écho politique, mais encouragerait certainement la création de telles réserves, et répondrait à la condition émise ici. De telles concessions seraient en effet considérées de facto comme exemptes de menace minière. De même, le gel des zones revégétalisées devrait être la règle afin de ne pas saper les efforts déjà fournis.

- **la réintroduction de l'espèce ou sa gestion peut impacter négativement d'autres espèces sur le site récepteur,**

Dans l'état actuel des connaissances, la réintroduction de plantes ne paraît pas présenter ce type de risque. Que ce soit pour une réintroduction sur sol nu ou dans des maquis dégradés, le risque est probablement nul. La question pourrait éventuellement se poser dans le cas de la réintroduction d'une espèce grégaire dans des maquis à un stade avancé. Par exemple *Tristaniaopsis macphersonii* dans les maquis paraforestier du Sud pourrait, par son caractère grégaire, porter atteinte à la survie d'autres taxons.

- **il existe une possibilité d'impact collatéral via la compétition, l'hybridation, ou l'invasion,**

Voir le point précédent. Pour ce qui est de l'hybridation, le risque paraît faible également dans la mesure où l'ensemble des espèces réimplantées (ERM ou communes) proviennent du massif.

- **il existe des preuves montrant que l'espèce réintroduite peut porter atteinte à d'autres espèces menacées ou entrer en conflit avec leur gestion,**

Là encore, le risque paraît faible dans les écosystèmes miniers de Nouvelle-Calédonie. Sur ce point, des études plus approfondies sur la dynamique des écosystèmes miniers (maquis notamment) pourraient s'avérer utiles. La question pourrait être envisagée dans le cas, par exemple, de la réintroduction d'une herbacée (e.g. *Pytinicarpa kaalaensis*) et d'une espèce arbustive dans un maquis ligno-herbacée. La préservation de la première irait alors à l'encontre d'un développement trop vigoureux de la seconde. Les plans de plantation devraient alors être réfléchis en conséquence.

- **la réintroduction est impossible d'un point de vue légal, administratif, ou social,**

Dans le cas de l'exploitation minière, les aspects légaux et administratifs sont encadrés par le code minier et l'autorité provinciale. Pour ce qui est de l'aspect social, la multiplicité des actions de replantation ces dernières années sur le territoire semble indiquer une forte adhésion des acteurs locaux à ces démarches. On veillera cependant à ne pas réaliser ces opérations sur des terres coutumières sans avoir obtenu au préalable les autorisations nécessaires.

- **l'habitat approprié n'est pas disponible, ou pas compris / connu.**

Cet aspect est crucial et représente probablement l'axe de progression le plus important pour viser des opérations de réintroduction réussies. En effet, selon les documents consultés, la prise en compte de l'habitat d'origine d'une espèce est très rare (exception faite des mesures liées aux arrêtés défrichage PS). En effet, la justification du site récepteur n'est demandée que dans 43% des cas, et réellement effectuée dans 4% des cas. Étant donné les connaissances parcellaires dont nous disposons sur l'écologie des espèces les moins communes du territoire, cet aspect devrait faire l'objet d'études systématiques lorsqu'il s'agit de multiplier des ERM pour les réintroduire. Là encore, le minimum serait une étude bibliographique, au moment de l'état initial, qui permettrait de décrire l'habitat des espèces sensibles, ou d'identifier le manque de connaissances. Volis (2019) propose plusieurs méthodes pour envisager cet aspect de la réintroduction, ce point est développé ci-après.

Une fois ces conditions remplies, la bibliographie donne un certain nombre de points et étapes à considérer et mettre en œuvre pour une réintroduction réussie d'espèce menacée. Ces guides ont pour la plupart été réalisés dans le cadre d'actions de conservation non industriels. Les différents éléments sont donc présentés ici afin de tendre à l'exhaustivité, mais sont discutés au regard des problématiques minières locales.

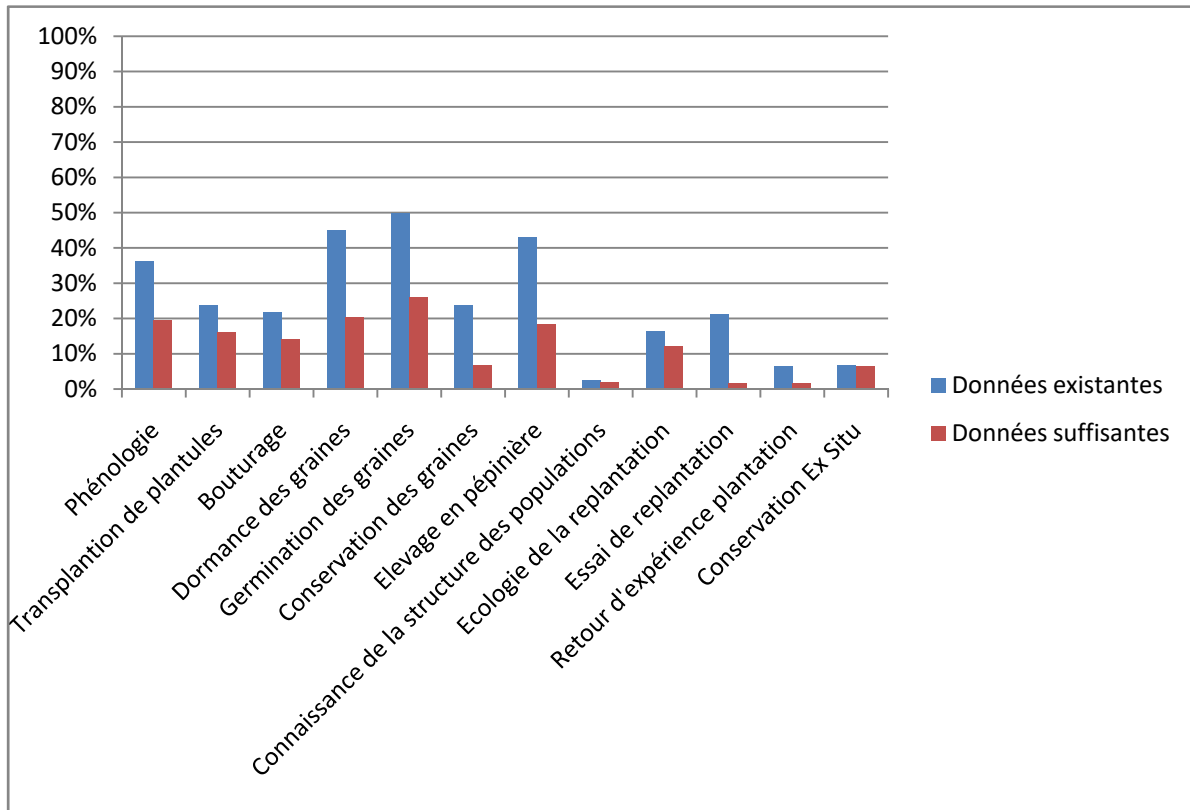


Figure 3 : Avancement des connaissances pour la multiplication en proportion pour 200 espèces sensibles.

5.2.1. PHENOLOGIE

Dans un premier temps, il est nécessaire d'avoir une connaissance des périodes auxquelles les espèces considérées sont fertiles, et auxquelles il est donc possible de collecter des semences. Pour ce faire, il est nécessaire d'avoir un suivi phénologique des espèces, selon des méthodologies qui peuvent être diverses mais qui comprennent toujours un suivi mensuel sur une même population d'individus au cours duquel sont notés les stades de floraison / fructification des plantes.

La mise en place de parcours phénologiques est une mesure préconisée de manière assez inégale selon les arrêtés d'exploitation (60% des espèces) et il pourrait être intéressant de la systématiser. De même, le protocole de suivi est relativement flou au regard des déclarations annuelles ou bilans quinquennaux. Une méthode standard de suivi phénologique pourrait être établie pour améliorer ce point. La méthode utilisée par l'IAC est ici fournie afin d'avoir une base de réflexion. Par ailleurs, compte tenu du fait qu'il arrive régulièrement que plusieurs DAEM contiennent les mêmes espèces, le partage des données phénologiques entre les exploitants est vivement conseillé dans une optique de rationalisation des coûts. Par exemple, plusieurs exploitations de la vallée de la Tontouta ont comme espèce sensible le *Lepidocupania tontoutensis*. La mutualisation des données révélerait ici que les travaux de suivi ont été réalisés par au moins deux entreprises. Sur ce point toutefois, on veillera à tenir compte de la géographie et de l'altitude. En effet, la phénologie des espèces varie selon que l'individu se situe à basse ou à haute altitude, ou dans le Grand Sud et les massifs du Nord-

Ouest. Ainsi, pour certaines espèces, tel que *Callitris pancheri*, les populations situées dans la plaine des Lacs et celles de la mine Opoué devraient probablement être traitées séparément.

Recommandations :

- (1) systématisation du suivi phénologique des ERM lorsque la phénologie n'est pas connue,
- (2) Normalisation du protocole,
- (3) Mutualisation des données.

5.2.2. COLLECTE

Une fois la phénologie établie, le processus de multiplication des espèces passe nécessairement par la récolte de semences / boutures / plantules. La collecte de plantules n'est que peu influencée par la phénologie. Cependant, le suivi phénologique apporte ici des informations essentielles pour la programmation de la collecte des graines (période de fructification) et des boutures (périodes de stérilité, turgescence, flush de croissance...).

Sur ce point, tous les arrêtés stipulent la nécessité de collecte avant défrichement pour les espèces sensibles puis dans les milieux naturels non impactés au cours de la vie du projet minier. A noter ici que les réserves, lorsqu'elles existent, tiennent également lieu de source de semences. Certains arrêtés mentionnent la nécessité de mettre en place des vergers à graine, cependant, s'ils existent, il n'en est pas mention dans les documents de suivi auxquels nous avons eu accès. Par ailleurs, les arrêtés stipulent également la nécessité pour les exploitants de fournir la traçabilité des graines / boutures / plantules. Là encore, les documents dont nous disposons ne font que très rarement état d'une telle traçabilité (7 déclarations pour 30 mentionnant des collectes). La traçabilité est essentielle car elle permet de ne pas mélanger différentes sources d'une même ERM et de maintenir les populations ayant un patrimoine génétique différent. En effet, la spéciation des taxons entre massifs est souvent en cours même si elle n'est pas encore aboutie et visible morphologiquement (Gâteblé, unpublished data).

Le processus de collecte semble maîtrisé et appliqué en routine au vu des bilans annuels et quinquennaux, si ce n'est l'absence apparente de traçabilité des plantes obtenus. Par ailleurs, un point qui pourrait mériter une attention supplémentaire est la diversité des individus sur lesquels sont collectés les graines, et à plus forte raison, les boutures. En effet, comme montré par Wulff *et al.* (2014a), la collecte de graines sur des semenciers trop peu nombreux mène rapidement à des phénomènes de consanguinité sur les populations d'*Araucaria rulei* issues des travaux de réhabilitation. Cette étude est la seule à ce jour en Nouvelle-Calédonie portant sur la génétique des populations d'espèces replantées, mais il est probable que ce phénomène s'applique également à d'autres taxons. Nous rappelons ici les recommandations de ce rapport : « Nous conseillons d'augmenter les efforts pour collecter des graines sur un nombre plus important d'adultes et surtout de répéter ces opérations pendant plus d'années afin de recueillir toute la diversité génétique de la population originelle. [De plus], il n'est pas conseillé de planter dans un même endroit les plants provenant d'une seule année de collecte. ». Par ailleurs, et dans le cas de populations naturelles et non menacées dans l'immédiat (*e.g.* hors zone prévue pour défrichement), seuls 20% des fruits viables à l'instant de la collecte doivent être collectés, et ce afin de ne pas entraver la régénération naturelle de l'espèce (ENSCONET 2009).

Ces mesures, si elles ne paraissent pas devoir figurer dans les arrêtés d'exploitation, devraient être appliquées de manière usuelle par les opérateurs de terrain en guise de bonnes pratiques pour la

collecte des semences. Selon les standards du Millenium Seed Bank de Kew (ENSCONET 2009), plusieurs règles sont à observer lors de la collecte de semences et de boutures. Nous les adaptions ici afin de répondre au mieux à la problématique minière.

Recommandations :

- (1) collecter au sein de la population impactée (défrichement et alentours, dans une limite de 10 km, et dans la même gamme altitudinale et de végétation – si les individus détruits sont en maquis, récolter les semences en maquis),
- (2) collecter sur un minimum de 30 individus pour les espèces à fécondation croisée, 59 pour les espèces autofécondes, et donc une soixantaine en cas de doute sur la fécondation,
- (3) dans le cas de collecte sur des individus non détruits par l'exploitation, ne collecter que 20% des semences présentes au moment de la collecte, afin de ne pas porter atteinte à la régénération naturelle de l'espèce,
- (4) noter, conserver et transmettre les informations liées à la collecte, avec au minimum : date de collecte, collecteur, nombre d'individus collectés, nombre de semence / boutures collectées, géolocalisation de la collecte.

5.2.3. DEVELOPPER UN PLAN DE REINTRODUCTION

Le plan de réintroduction est un document établi dès le début du projet, avec une vision à long terme, et prend en considération les aspects légaux et administratifs. L'objectif à garder à l'esprit tout au long de sa rédaction est l'établissement de populations autonomes (et donc reproductives) à long-terme et doit donc tenir compte des potentielles menaces à venir, changements de technologies, ou changements d'exploitant. Les plans de réintroductions sont construits sur la base des connaissances disponibles, mais également comme des plans d'expérimentation pour combler les manques de connaissances sur les espèces concernées et améliorer les performances liées à la mitigation des impacts. Cet aspect se rapproche donc des exigences de la norme iso 14001 qui certifie certaines des entreprises minières de Nouvelle-Calédonie.

Bien que la présente étude soit liée à la conservation des espèces rares et menacées, il paraît essentiel que le plan de réintroduction soit entièrement intégré au plan de restauration écologique du site minier.

Les documents fournis dans le cadre de cette étude montrent qu'il n'existe que très peu d'exemples de tels plans de réintroduction / restauration en Nouvelle-Calédonie. Sur les 25 sites pour lesquels des documents ont été transmis par la DIMENC (en date du 29/07/2021), seuls 7 bénéficient d'un document qui peut être considéré comme un plan d'action. Ceux-ci présentent généralement des objectifs d'actions de réintroduction et / ou suivi de populations mises en défens. Cependant, certains, se contentent d'émettre des mesures d'acquisition de connaissances, sans donner d'objectifs opérationnels clairs quant à la conservation effective des espèces.

5.2.4. DEFINIR LE BESOIN D'ETUDES GENETIQUES, LES REALISER SI BESOIN

Le besoin de compréhension de la génétique des populations d'espèces rares pour leur conservation est maintenant établi comme essentiel pour conserver les capacités adaptatives des espèces et assurer le maintien à long terme des populations (voir Godefroid *et al.* 2011; Maschinski and Albrecht 2017; Volis 2019 pour des revues récentes sur la question). En effet, et comme démontrée en Nouvelle-Calédonie par Kettle *et al.* (2007) ou Wulff, Fogliani, and L'Huillier (2014) pour des *Araucaria* menacés, la fragmentation des populations entraîne rapidement des phénomènes de dépression de consanguinité, notamment dans le cas de replantations. Une étude menée sur les populations naturelles de *Scaevola coccinea* dans la vallée de Tontouta, a également conduit à des recommandations de gestion particulières pour les espèces à faible effectif par population et présentes en populations isolées les unes des autres (Wulff 2012).

Cependant, les études génétiques représentent un coût important, des protocoles contraignants, et impliquent souvent des collaborations hors territoire. Ainsi, ces études ne devraient être menées qu'en cas de nécessité réelle (incertitude taxonomique, hybridation supposée, populations extrêmement fragmentées...).

On veillera tout de même, par l'observation de terrain, à limiter les risques génétiques, en l'absence de connaissances, en adaptant les protocoles de collecte / réimplantation dans certaines conditions :

- la population naturelle de l'espèce est composée de moins de 50 individus,
- les populations sont extrêmement fragmentées ou isolées,
- il existe un déficit de pollinisation (absence du pollinisateur, faible taux de viabilité des graines),
- certaines populations ont une morphologie, ou une écologie clairement différente.

Frankham *et al.* (2011) ont proposé un protocole simplifié permettant de détecter de possibles phénomènes de dépression de consanguinité :

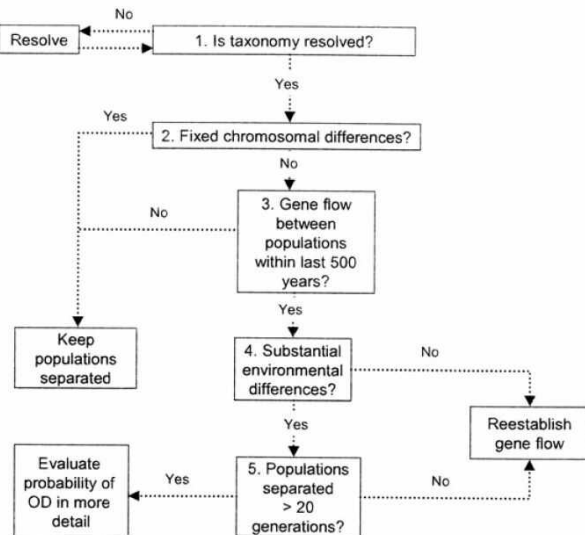


Figure 4 : Arbre de décision pour déterminer la probabilité de dépression de consanguinité entre deux populations (Frankham *et al.*, 2011)

Si l'on applique la démarche présentée sur la Figure 4 à la Nouvelle-Calédonie, il apparaît que dans la plupart des cas, les populations d'espèces situées sur des massifs ultramaïques distincts et non anémophiles sont à considérer indépendamment. La question doit en revanche se poser pour des espèces menacées mais présentes sur plusieurs massifs. Ainsi, par exemple, l'*Araucaria scopulorum*, présent sur la côte Est de Thio à Cap Bocage, et sur la côte Ouest du Koniambo à Poupou, bénéficierait

d'études génétiques plus poussées afin de déterminer la connectivité des populations entre les différents massifs. Cependant, en l'absence de telles études, le principe de précaution dicte de se contenter à n'utiliser que des plants issus de la zone impactée, ou du massif correspondant.

Recommandations :

- (1) En l'absence de connaissances précises, application du principe de précaution et donc utilisation des populations locales et similaires sur le plan écologique pour l'obtention de propagules
- (2) Réaliser des études de génétiques des populations poussées lorsqu'il existe un doute sur la connectivité des populations,
- (3) Dans les autres cas, veiller à respecter les bonnes pratiques concernant la collecte de semences, plantules et boutures.

5.2.5. SELECTIONNER LE MATERIEL GENETIQUE ADEQUAT

Au vu du point précédent, ainsi que des études existantes pour la Nouvelle-Calédonie, les recommandations émises sur les arrêtés d'exploitation, représentent un compromis intéressant entre l'idéal de conservation et la faisabilité d'études poussées.

Le fait de collecter les plantules avant défrichement puis, après élevage en serre, de les réimplanter dans une zone proche et écologiquement similaire permet à la fois d'obtenir des plants adaptés à leur environnement et comprenant, a priori, un maximum de la diversité génétique de la population originelle.

En ajoutant à cela la production de plants issus de graines collectées sur le massif permettra de diversifier encore le matériel génétique réimplanté.

Le Tableau 1 p.28 donne un bilan des essais et réussites connus à ce jour pour l'ensemble des espèces sensibles présentes sur les arrêtés d'exploitation. Outre la faible proportion d'espèces pour lesquelles des tests ont été menés, on note que le taux d'espèce pour lesquels l'une des technique est utilisable reste relativement faible, quelque soit la technique utilisée. Notons par ailleurs que dans la majorité des cas, il s'agit des mêmes espèces pour lesquelles les différentes techniques ont été testées.

Malgré tout, et considérant les problèmes de génétique soulevés ci-dessus, il semble que le transfert de plantules reste la technique à privilégier. La multiplication par germination quant à elle a fait l'objet de plus d'essais (50% des espèces) mais donne des résultats inférieurs. Elle permet cependant une production supérieure en nombre d'individus puisqu'un individu produit potentiellement des centaines, voire des milliers de graines et reste donc à envisager, lorsqu'elle est reconnue comme maîtrisée pour une espèce. Le bouturage semble être la technique la plus difficile à maîtriser et ne devrait être envisagée qu'en cas d'échec des autres solutions.

Enfin, ces résultats sont calculés sur la base des réussites en pépinière, et ne tiennent pas compte de la phase de réimplantation *in situ*, étape pour laquelle les données sont quasiment inexistantes (44 essais de replantation dont seulement 3 disposent de données suffisantes, 14 retour post-plantation dont seulement 3 permettent de juger de la réussite de l'opération). Pour cette étape, un réel effort d'essais et de capitalisation des retours d'expérience est nécessaire aujourd'hui.

Recommandations :

- (1) Limiter la zone de collecte à la zone d'influence de la mine, ainsi qu'aux milieux correspondants à la zone de réimplantation permettrait toutefois ici de limiter

encore les risques concernant la génétique des populations nouvellement implantées.

- (2) Privilégier le transfert de plantules et la multiplication par germination
- (3) Réaliser un réel effort d'essais sur le terrain et de capitalisation des retours d'expérience

Tableau 1 : Bilan des données disponibles pour les différentes techniques de multiplication. Une technique est considérée comme valide lorsqu'elle donne un résultat >50% en 3 mois. Les données ont été synthétisées sur la base des 207 espèces sensibles répertoriées sur les arrêtés d'exploitation.

Technique	Nombre d'essai (en nb d'espèces)	Nombre de réussites (en nb d'espèces)
Transfert de plantule	48	25 (52%)
Bouturage	43	11 (26%)
Germination	103	39 (38%)

5.2.6. POUR LES ESPECES A VIE LONGUE, REINTRODUIRE DES PLANTS DE TAILLES ET AGES DIFFERENTS

L'introduction de plants de différents âges et tailles permet d'augmenter les chances d'établissement de la nouvelle population (Maschinski and Albrecht 2017).

Là encore, le fait de collecter des plantules sur les terrains défrichés et de collecter des graines sur plusieurs années consécutives, tel que conseillé par Wulff, Fogliani, and L'Huillier (2014) permettra aisément de répondre à cette condition. On note ici que les arrêtés portant dérogation à la législation sur les espèces protégées en PS donnent pour limite de collecte des individus de 20 cm. Peut-être que cette règle pourrait être maintenue, mais permettre l'expérimentation de plants plus grands, pour agrandir la gamme d'âge des individus transplantés, et adapter ces recommandations en fonction des espèces concernées. Par ailleurs, ici encore, la capitalisation des retours d'expérience permettrait d'avoir une idée plus précise des mesures les plus appropriées en fonction des espèces.

Recommandations :

- (1) Collecter les graines sur plusieurs années consécutives de manière à réintroduire des cohortes différentes lors de la plantation,
- (2) Permettre l'expérimentation de la collecte de plantules de tailles différentes lors des défrichements, avec obligation de suivi post-replantation.

5.2.7. CHOISIR UN SITE RECEPTEUR ADEQUAT

De nombreuses études (Godefroid *et al.* 2011; Dalrymple *et al.* 2012; Maschinski and Albrecht 2017) ont montré que dans la majorité des cas, la raison de l'échec d'une translocation, lorsqu'elle est identifiée, est liée à un mauvais choix d'habitat. Il apparaît donc essentiel que la végétation actuelle et future du lieu de réimplantation corresponde aux exigences écologiques de l'espèce réimplantée, et ce du point de vue de la végétation en présence, ou à recréer (Volis 2016a, 2019), mais également la microtopographie et l'éloignement au site d'origine. Sur ce point, Volis (2016b; a) propose une approche mêlant conservation des ERM et restauration des milieux dégradés qui correspond aux situations rencontrées sur milieux miniers. Cet auteur différencie plusieurs situations de dégradation des milieux pour la réimplantation d'espèces menacées :

- (1) Zones non dégradées au-delà d'un certain seuil, abritant toujours des populations d'ERM avec de la régénération naturelle,
- (2) Zones non dégradées au-delà d'un certain seuil, abritant toujours des populations d'ERM mais où la régénération naturelle est nulle ou faible,
- (3) Zones faiblement dégradées relativement aux zones et habitats similaires, et pouvant potentiellement supporter l'établissement d'ERM ne s'y développant pas actuellement,
- (4) Zones dégradées à différents degrés, avec une probabilité faible d'établissement d'espèce menacée, mais ayant une bonne chance d'approcher, après restauration, l'habitat historique en termes d'espèces et de structure,
- (5) Zones dégradées à différents degrés et importantes pour établir la connectivité entre les patches d'habitat fragmenté, et maintenir le pool local d'espèces.

En adaptant cette méthode aux contraintes des emprises minières, les zones de type (1) formeraient les mises en défens, les zones de type (2) accueilleraient les renforcements de population et les zones de type (3) celles accueillant les actions de réintroduction. Les zones de type (4) représentent quant à elles les zones sur lesquelles des ERM à comportement pionnier pourraient être réimplantées en même temps que le cortège d'espèces communes correspondant à l'habitat originel. Le dernier cas quant à lui demande des études plus approfondies sur la connectivité des végétations sur substrats ultramafiques. Plusieurs projets de recherche actuellement en cours en Nouvelle-Calédonie pourront venir alimenter les réflexions sur ce point.

Recommandations :

- (1) Intégrer restauration des végétations et réimplantations des ERM sur la base des végétations,
- (2) Justifier des milieux choisis pour la réimplantation des ERM.

5.2.8. NOMBRE D'INDIVIDUS A REIMPLANTER

Le nombre d'individus à réimplanter s'entend au regard de l'objectif final de l'opération de translocation. Suivant les recommandations issues de la Convention mondiale sur la diversité biologique (PNUD *et al.* 2016), celui-ci devrait être de ne pas altérer le statut de conservation d'une espèce. On comprend alors que ce nombre ne saurait être le même pour toutes les espèces. La question a longuement fait débat dans le monde des sciences de la conservation, et la règle généralement acceptée est celle de 50 individus minimum car celle-ci correspond au critère C des évaluations de l'IUCN (IUCN 2012), lui-même basé sur un minimum théorique nécessaire pour garantir l'absence de phénomène de dépression de consanguinité (Albrecht and Maschinski 2012). Un seuil de 500 individus a également été proposé pour maintenir le potentiel évolutif (Franklin 1980) d'une espèce. Cependant, des études récentes ont montré que ces seuils ne permettaient pas de garantir la survie d'une population au-delà d'un horizon de 5 générations pour le premier, et devait être doublé pour le

second (Frankham *et al.* 2014). Ces études proposent alors de porter ces seuils à 100 individus pour éviter la dépression de consanguinité, et 1000 pour garantir la pérennité des processus évolutifs. Le seuil de 100 individus matures devrait donc rester l'ultime limite à ne jamais dépasser sous peine d'entraîner la disparition de l'espèce à court ou moyen terme (Frankham *et al.* 2014).

Dans le cadre des mesures d'atténuation, ces seuils pourraient être considérés suivant la teneur de l'impact. Un minimum de 100 plants matures obtenus en cas de destruction d'une population sur le massif, et 1000 individus matures obtenus dans le cas de la destruction de la seule population connue du massif. Ces seuils n'étant évidemment atteints que sur la base du nombre d'individus matures obtenus *in situ*. Par ailleurs, ces seuils doivent représenter des minima. Au-delà, le nombre d'individus détruits devient la référence du nombre d'individus matures à obtenir pour garantir l'absence de perte nette de biodiversité.

En Nouvelle-Calédonie, 20% des arrêtés (exploitation et dérogation confondus) fixent un nombre d'individus à replanter. Les mesures d'atténuation sur les ERM ne font en général qu'obliger les entreprises minières à mettre en œuvre les moyens de la multiplication, sans se baser sur les résultats finaux. Le fait d'imposer un nombre d'individus cohérent, et de calculer la réussite de l'opération sur le nombre d'individus matures obtenus permettrait d'améliorer grandement le statut de conservation des espèces menacées par l'activité minière.

Sur la mine de Tiébaghi par exemple, l'une des seules à fournir des chiffres clairs des efforts fournis en la matière, depuis 1999, environ 20638 individus appartenant à 17 espèces (1214 individus par espèce en moyenne) ont été défrichés. Sur la même période, et pour ces espèces, 1570 individus (7%) appartenant à 10 espèces (224 individus par espèce en moyenne) ont été replantés.

La déclaration quinquennale de KNS quant à elle ne donne pas le détail des individus détruits par espèce, mais les données disponibles permettent de calculer une moyenne de 17 plants par espèce sensible réimplantés sur les différents chantiers, bien en deçà du seuil conseillé dans la littérature.

Recommandations :

- (1) Systématiser la présence d'objectifs de replantation dans les arrêtés,
- (2) Définir une limite de 100 plants adultes obtenus au minimum par espèce et par population détruite,
- (3) Définir une limite de 1000 plants adultes obtenus en cas de destruction de la seule population connue de l'espèce sur le massif,
- (4) Conditionner l'atteinte de l'objectif à la fructification des individus (maturité).

5.2.9. USER DE BONNES PRATIQUES HORTICULTURALES / DESIGN DE PLANTATIONS

Les bonnes pratiques horticoles et design de plantations sont probablement l'un des sujets pour lesquels la situation écologique de la Nouvelle-Calédonie nous empêche d'aller puiser dans les références internationales. Cependant, et comme le sujet n'est pas spécifique aux ERM, les nombreuses études réalisées localement peuvent être utilisées. On citera notamment L'Huillier *et al.* (2010), lequel est déjà utilisé comme référence dans les arrêtés d'exploitation, mais également le guide des topsoils publié par le CNRT (Bordez *et al.* 2018) ou encore le rapport récent développant une stratégie pour la restauration écologique des sites dégradés du Grand Sud (Delvienne *et al.* 2019).

5.2.10. DEVELOPPER UN PLAN DE SUIVI

Les suivis de la biodiversité sur sites miniers peuvent répondre à plusieurs objectifs définis à l'avance. Il peut s'agir de suivis des conditions écologiques (richesse ou composition spécifique), des pressions (surfaces défrichées, impact du nuage de soufre de Vale), ou indicateurs de réponse (gestion des invasives, opérations de revégétalisation). Quels qu'ils soient, ces suivis ont un objectif défini dès le départ, des indicateurs scientifiquement cohérents, et un rythme et une durée suffisante pour atteindre l'objectif défini (ICMM 2006; Gullison *et al.* 2019). Dans le cas des ERM, les objectifs à suivre sont l'efficacité des mesures d'évitement et de réduction / compensation. Il s'agit donc du maintien des populations évitées et l'établissement des populations réintroduites.

L'objectif final d'une opération de réintroduction d'espèce végétale est la capacité de la population réintroduite à se maintenir à long terme et se développer de manière autonome (Godefroid *et al.* 2011; Volis 2019). Les mesures traditionnelles de succès sont donc les taux de survie, de croissance, et de reproduction. Cependant, pour les espèces à longue vie, comme c'est le cas dans le maquis minier de Nouvelle-Calédonie, ces mesures peuvent être difficiles à effectuer sur plusieurs générations (Monks *et al.* 2012). Monks *et al.* (2012) proposent donc de conserver les indicateurs traditionnels mais en les comparant avec les mêmes mesures relevées sur des populations naturelles, permettant ainsi d'approcher la capacité de la population réintroduite à acquérir une dynamique proche du naturel. Lorsqu'il s'agit de mesures d'évitement et donc de populations non directement impactées, le suivi comparatif de la population évitée et d'une population naturelle hors zone d'influence (impacts directs et indirects) permettra également d'évaluer l'efficacité de la mesure d'évitement, et de détecter la présence éventuelle d'impacts indirects imprévus.

Un autre indicateur possible et utilisé en biologie de la conservation est l'analyse de viabilité d'une population (AVP) (Bell *et al.* 2003; Menges 2008). Cet indicateur permettant de projeter l'évolution d'une population sur le long terme est le plus complet à ce jour, mais est relativement lourd à mettre en place. Il pourrait être limité aux réintroductions des espèces les plus critiques.

En Nouvelle-Calédonie, les suivis préconisés par les arrêtés manquent de clarté en ce qui concerne les ERM. Et les entreprises minières contactées constatent également ce manque de clarté. Un taux de réussite de 80% est demandé au bout de 2 ans pour les opérations de replantation, ainsi qu'un suivi annuel du taux de mortalité, du taux de recouvrement de la végétation, ainsi qu'un suivi photographique. Aucun des arrêtés consultés ne mentionne de suivi spécifique pour les ERM replantés, et seuls les 80% de réussite au bout de 2 ans pourraient s'y appliquer.

Selon L'Huillier *et al.* (2010), le suivi de la capacité de reproduction des espèces ligneuses devrait durer au minimum 3 ans, et « plusieurs années » supplémentaires pour un indicateur de l'établissement des plantules issues de ces premières reproductions. Un suivi sur 5 années semble donc un minimum pour ce qui est des indicateurs liés à l'établissement des populations replantées.

Recommandations :

- (1) Généraliser le suivi avec objectif et indicateurs clairement exprimés pour les translocations d'ERM,
- (2) Définir l'objectif selon la floraison ou une dynamique de la population nouvelle proche des dynamiques observées dans les populations naturelles,
- (3) Introduire la notion d'analyse de viabilité des populations AVP pour les translocations d'espèces CR ou à vie longue,
- (4) Étendre la durée du suivi (5 ans minimum).

5.2.11. CONCLUSION

Basée sur la littérature existante pour la conservation des espèces menacées, les recommandations émises ci-dessus permettraient d'améliorer la prise en compte de cette biodiversité sur le territoire. Si beaucoup des mesures évoquées sont déjà demandées dans les différents arrêtés concernant les mines, de nombreux axes d'améliorations sont identifiés ici.

Par ailleurs, les documents fournis par la DIMENC dans le cadre de cette étude et censés couvrir l'ensemble des actions entreprises par les compagnies minières montrent des disparités dans le contenu des arrêtés, ainsi que dans leur mise en application. Ainsi, la Figure 3 présente l'application des différentes mesures relevées dans les arrêtés d'exploitation concernant les ERM, et leur mise en application selon les bilans quinquennaux et déclarations annuelles fournies par la DIMENC. Les proportions sont calculées par rapport au nombre d' « espèces sensibles » identifiées dans les arrêtés d'exploitation. Par exemple, les arrêtés d'exploitation donnent le suivi phénologique pour 60% des espèces sensibles identifiées sur mines, et 30% de ces espèces sont apparemment suivies, selon les documents transmis par les compagnies minières à la DIMENC.

Notons ici que le graphique de la Figure 3 a été réalisé pour les mines ayant atteint leur première période quinquennale.

Au vu de ces résultats, deux recommandations principales peuvent être émises, à savoir la nécessité d'uniformiser les mesures d'atténuation dans les arrêtés réglementaires, puis ensuite d'effectuer un contrôle de leur mise en application.

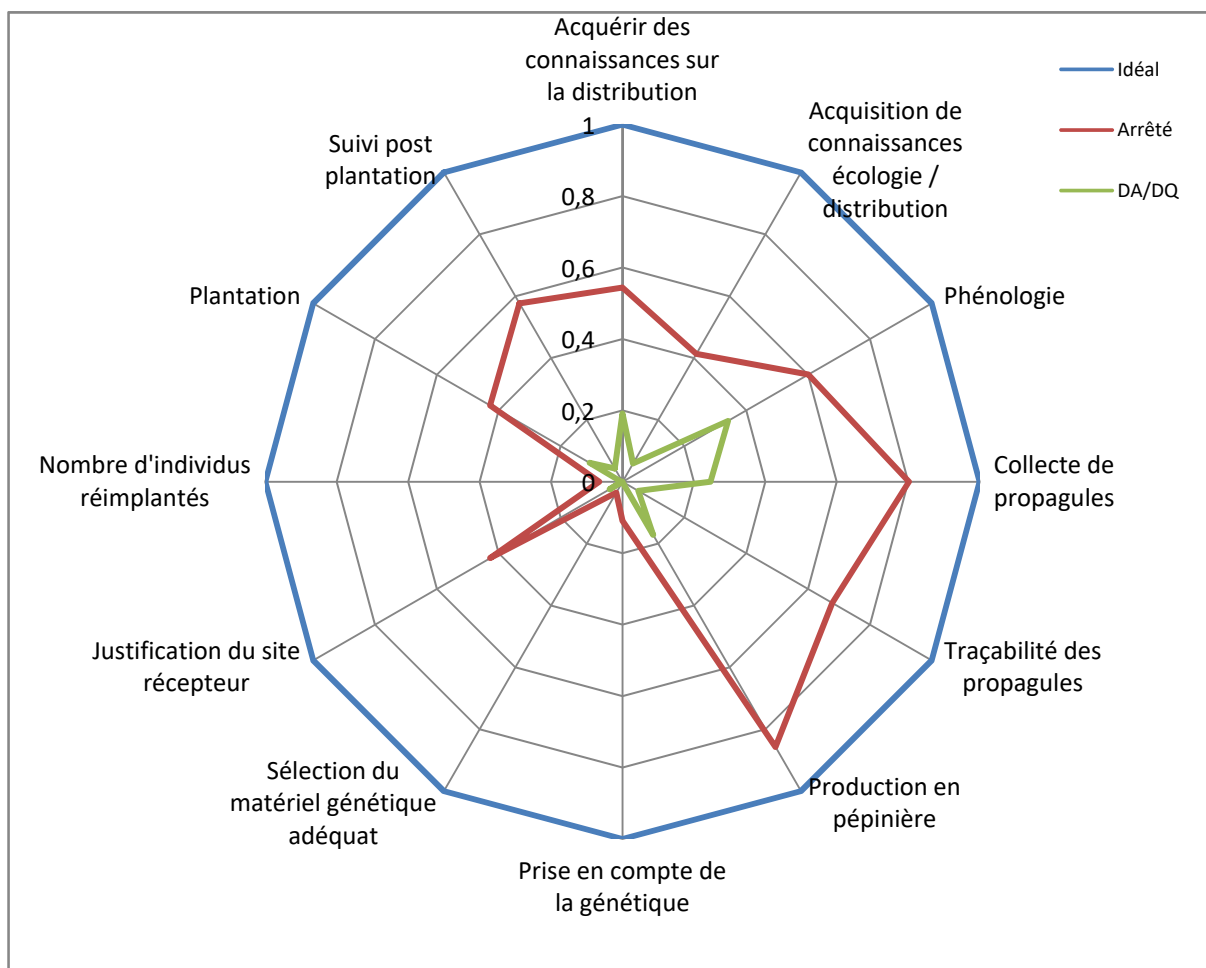


Figure 5 : Actions liées à la réduction et la compensation des impacts sur les ERM inscrites aux arrêtés d'exploitation et réalisées rapportées au nombre d'espèces sensibles identifiées sur mine.

6. DISCUSSION GENERALES ET PERSPECTIVES POUR LA CONSERVATION DE LA BIODIVERSITE VEGETALE SUR MINES

Les résultats de cette analyse ont été présentés et discutés au cours d'une série de réunions réalisées au cours du projet ERMines. En réunissant les scientifiques locaux, les institutions, et les compagnies minières, l'objectif de ces discussions était de partager les constats réalisés, et de faire émerger des solutions possibles.

L'ensemble des acteurs concernés s'accordent désormais sur le constat d'échec des mesures entreprises jusqu'à aujourd'hui pour limiter l'impact de la mine sur les espèces végétales rares et menacées en Nouvelle-Calédonie. Mais au-delà de ce constat, les discussions ont permis de faire émerger des voies d'amélioration.

En effet, plusieurs points ont fait consensus au cours des différentes réunions. Tout d'abord, devant les résultats décevants concernant les espèces faisant actuellement l'objet de mesures de gestion, les institutions ont demandé à ce qu'une série de recommandations soit émises par le projet ERMines afin d'améliorer les pratiques. Ces mesures ont été énumérées dans ce travail, en les sectorisant en fonction de l'étape du processus auxquelles elles se rapportent.

Cependant, devant le nombre d'ERM déjà connues, et le nombre important ajouté par le projet ERMines, l'ampleur de la tâche à accomplir pour assurer leur protection paraît à tous insurmontable. Aussi, toutes les parties sont convenues de la nécessité de changer l'approche de gestion des ERM sur mines pour une approche plus intégrée et englobante. De même, il a été souligné à de nombreuses reprises que le traitement différencié entre espèces et végétations, actuellement en vigueur dans l'ensemble des documents disponibles, allait à l'encontre d'une optimisation des moyens, et de l'efficacité générale des mesures. Plusieurs pistes de réflexions ont été ouvertes pour permettre de réaliser la synthèse de ces deux aspects de la biodiversité végétale.

Ainsi, il a été décidé que les conclusions du projet ERMines serviraient de tremplin à une évolution de notre manière d'envisager la protection de la biodiversité sur mines. Ce chemin suivra 3 voies parallèles.

D'abord, les recommandations émises dans le présent document sont rendues publiques et doivent servir à faire évoluer les pratiques de tous les acteurs concernés, que ce soit les bureaux d'études, les services environnement des entreprises minières, ou encore les entreprises de restauration et pépinières de revégétalisation. Les recommandations émises ici sont donc volontairement techniques, et se rapportent à des points précis identifiés au cours de l'étude comme problématique pour atteindre l'objectif de conservation.

Ensuite, le CNRT s'est fait porteur d'une démarche de concertation des différents acteurs en vue de faire évoluer les pratiques de gestion. Ces concertations, réalisées sous forme d'ateliers de travail avec les représentants des institutions, sont en cours d'élaboration et feront suite au rendu du projet ERMines. Elles auront pour but de faire émerger une approche concertée et acceptée par tous de la gestion de la biodiversité, qui tienne compte à la fois des impératifs liés à l'érosion de la biodiversité, mais également des réalités techniques rencontrées par les acteurs du secteur minier, ou les institutions.

Enfin, les équipes scientifiques se sont accordées pour réaliser une étude témoin ayant pour but d'établir une méthode permettant d'arriver à la réalisation d'un plan de conservation / restauration sur un massif minier. Suivant les conclusions présentées ici, cette méthode sera établie à l'échelle d'un massif cohérent (vallée ou montagne), et non plus à l'échelle d'une mine. Elle réalisera également la synthèse espèces / végétations, et donc la synthèse restauration / conservation, de manière à optimiser les chances de réussite, et les moyens alloués. Par ailleurs, les discussions ont également mis au jour la nécessité d'allier les mesures de restauration active et les mesures de restauration passive.

Ces trois approches, articulées au cours des mois et années à venir, seront en mesure de faire évoluer la conservation de la biodiversité au cours des mois et années à venir.

7. BIBLIOGRAPHIE :

- Albrecht MA, Maschinski J (2012) Influence of founder population size, propagule stages, and life history on the survival of reintroduced plant populations. 'Plant Reintroduction Chang. Clim.' pp. 171–188
- Association minière du Canada (2020) Vers le développement minier durable : Protocole de gestion de la conservation de la biodiversité. (Ottawa)
- Australian Government (2016a) Leading practice sustainable development program for the mining industry.
- Australian Government (2016b) Mine rehabilitation : Leading practice sustainable development program for the mining industry.
- BBOP (2018) The BBOP Principles on Biodiversity Offsets. Business and Biodiversity Offsets Programme,
- Bell TJ, Bowles ML, McEachern AK (2003) Projecting the success of plant population restoration with viability analysis. 'Popul. Viability Plants'. Ecological Studies. pp. 313–348. (Springer-Verlag: Berlin)
- Bordez L, Fogliani B, L'Huillier L, Amir H (2018) Guide sur l'utilisation des topsoils en restauration écologique des terrains miniers.
- CDB (2021) Premier projet de cadre mondial de la biodiversité pour l'après-2020.
- CSBI (2013) CSBI Timeline Tool : A tool for aligning timelines for project execution, biodiversity management and financing.
- Dalrymple SE, Banks E, Stewart GB, Pullin AS (2012) A meta-analysis of threatened plant reintroductions from across the globe. 'Plant Reintroduction Chang. Clim.' pp. 31–50
- Delvienne Q, Demenois J, Queffelec Y, Lardeux C, Dominique Y (2019) Stratégie pour la restauration écologique des sites dégradés du Grand Sud - Province Sud de Nouvelle-Calédonie. RESCCUE, (Nouméa)

- Department of Environmental Affairs, Department of Mineral Resources, Chamber of Mines, South African Mining and Biodiversity Forum, South African National Biodiversity Institute (2013) Mining and Biodiversity Guideline : Mainstreaming biodiversity into the mining sector. (Pretoria)
- DIMENC, DTSI (2012) Cartographie des surfaces dégradées par l'activité minière à l'aide de SPOT 5.
- EMR (2010) Cartographie des milieux naturels en Province Sud.
- ENSCONET (2009) Seed Collecting Manual for Wild Species. ENSCONET,
- Frankham R, Ballou JD, Eldridge MDB, Lacy RC, Ralls K, Dudash MR, Fenster CB (2011) Predicting the probability of outbreeding depression. *Conservation Biology* **25**, 465–475.
- Frankham R, Bradshaw CJA, Brook BW (2014) Genetics in conservation management : Revised recommendations for the 50/500 rules, Red List criteria and population viability analyses. *Biological Conservation* **170**, 56–63.
- Franklin IR (1980) Evolutionary change in small populations. 'Conserv. Biol. Evol.-Ecol. Perspect.' pp. 135–149. (Sinauer, Sunderland, MA)
- Franklin J, Davis FW, Ikegami M, Syphard A, Flints LE, Hannah L (2013) Modeling plant species distributions under future climates : how fine scale do climate projections need to be ? *Global Change Biology* 473–483.
- Gâteblé G (2016) 'Flore ornementale de Nouvelle-Calédonie.' (Au vent des îles: Papeete)
- Godefroid S, Piazza C, Rossi G, Buord S, Stevens A-D, Aguraiuja R, Cowell C, Weekley CW, Vogg G, Iriondo JM, Johnson I, Dixon B, Gordon D, Magnanon S, Valentin B, Bjureke K, Koopman R, Vicens M, Virevaire M, Vanderborcht T (2011) How successful are plant species reintroductions ? *Biological Conservation* **144**, 672–682.
- Gullison RE, Hardner J, Anstee S, Meyer M (2019) Good practices for the collection of Biodiversity Baseline Data. Multilateral Financing Institutions Biodiversity Group & Cross-Sector Biodiversity initiative,
- ICMM (2006) Good practice guidance for mining and biodiversity. ICMM,
- IUCN (2012) 'Catégories et critères de la liste rouge de l'UICN.' (UICN: Gland)
- Kayet N, Pathak K, Chakrabarty A, Kumar S, Chowdary VM, Singh CP, Sahoo S, Basumatary S (2019) Assessment of foliar dust using Hyperion and Landsat satellite imagery for mine environmental monitoring in an open cast iron ore mining areas. *Journal of Cleaner Production* **218**, 993–1006. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.305>.
- Kettle CJ, Hollingsworth M, Jaffré T, Moran B, Ennos RA (2007) Identifying the early genetic consequences of habitat degradation in a highly threatened tropical conifer, *Araucaria nemorosa* Laubenfels. *Molecular Ecology* **16**, 3581–3591.
- Lannuzel G, Balmot J, Dubos N, Thibault M, Fogliani B (2021) High-resolution topographic variables accurately predict the distribution of rare plant species for conservation area selection in a narrow-endemism hotspot in New Caledonia. *Biodiversity and Conservation*. doi:<https://doi.org/10.1007/s10531-021-02126-6>.
- L'Huillier L, Jaffré T, Wulff A (2010) 'Mines et environnement en Nouvelle-Calédonie : les milieux sur substrats ultramafiques et leur restauration.' (Nouméa)

- Maschinski J, Albrecht MA (2017) Center for plant conservation's best practice guidelines for the reintroduction of rare plants. *Plant Diversity* **39**, 390–395.
- Menges ES (2008) Restoration demography and genetics of plants : when is a translocation successful ? *Australian Journal of Botany* **56**, 187–196.
- Monks L, Coates D, Bell T, Bowles M (2012) Determining success criteria for reintroductions of threatened long-lived plants. 'Plant Reintroduction Chang. Clim. Promises Perils'.
- PNUD, World Economic Forum, Columbia Center on Sustainable Investment, Sustainable development solutions network (2016) Cartographie de l'exploitation minière en fonction des objectifs de développement durable : un atlas.
- Rinnhofer LJ, Roura-Pascual N, Arthofer W, Dejaco T, Thaler-Knoflach B, Wachter GA, Christian E, Steiner FM, Schlick-Steiner BC (2012) Iterative species distribution modelling and ground validation in endemism research : an Alpine jumping bristletail example. *Biodiversity and Conservation* **21**, 2845–2863.
- Silcock JL, Simmons CL, Monks L, Dillon R, Reiter N, Jusaitis M, Vesk PA, Byrne M, Coates DJ (2019) Threatened plant translocation in Australia : A review. *Biological Conservation* **236**, 211–222.
- Sonter LJ, Dade MC, Watson JEM, Valenta RK (2020) Renewable energy production will exacerbate mining threats to biodiversity. *Nature Communications* **6**.
- Sonter LJ, Saleem HA, Watson JEM (2018) Mining and Biodiversity : key issues and research needs in conservation science. *Proceedings of the Royal Society B* **285**, 20181926. doi:<http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2018.1926>.
- Souquet M, Sibora N (2018) Guide méthodologique de l'étude d'impact environnemental des projets et de la mise en oeuvre de la séquence ERC (Eviter-Réduire-Compenser) en Nouvelle-Calédonie. Communauté du Pacifique et provinces de Nouvelle-Calédonie,
- Tomlinson S, Lewandowski W, Elliott CP, Miller BP, Turner SR (2019) High-resolution distribution modeling of a threatened short-range endemic plant informed by edaphic factors. *Ecology and Evolution* **1–15**.
- UICN France (2011) La compensation écologique : Etat des lieux et recommandations.
- UNICEM (2016) Elaboration des études d'impact de carrières - guide de recommandations.
- Volis S (2016a) Conservation-oriented restoration - how to make it a success. *Israel Journal of Plant Sciences* **63**,. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/07929978.2016.1255020>.
- Volis S (2016b) Conservation meets restoration - rescuing threatened plant species by restoring their environments and restoring environments using threatened plants species. *Israel Journal of Plant Sciences* **63**, 262–275.
- Volis S (2019) 'Plant conservation. The role of habitat restoration.' (New York)
- World Bank (2017) The growing role of minerals and metals for a low carbon future. (Washington)
- Wulff A (2012) Le micro-endémisme dans un hotspot de biodiversité : approche globale sur la flore vasculaire de la Nouvelle-Calédonie et analyse comparative au sein du genre *Scaevola*. Université de la Nouvelle-Calédonie, Nouméa.
- Wulff A, Fogliani B, L'Huillier L (2014) Etude de la diversité et de la structuration génétique des populations d'*Araucaria rulei*. IAC, Rapport final de convention 11/EcoRCE/2014. (Païta)

- Wulff A, Fogliani B, L'Huillier L, Jaffré T (2014) Recommandations pour la conservation et la gestion de la biodiversité floristique de Nouvelle-Calédonie. IAC, UNC, IRD, (Nouméa)
- Wulff A, Hollingsworth PM, Ahrends A, Jaffré T, Veillon J-M, L'Huillier L, Fogliani B (2013) Conservation priorities in a biodiversity hotspot : analysis of narrow endemic plant species in New Caledonia. *PLOS ONE* **8**, e73371.

