

ANNEXE III-C-5

- Goro Nickel, *Plan de surveillance de la faune et de la flore terrestre*, mai 2007
- Goro Nickel, *Plan de revégétalisation*, mars 2007
- Stéphane McCoy, *Plan de réutilisation de la terre végétale dans l'emprise du projet Goro Nickel*
- Goro Nickel, *Plan de sauvegarde de la biodiversité*, mai 2007
- Goro Nickel, *Plan préliminaire de maîtrise des espèces exogènes*

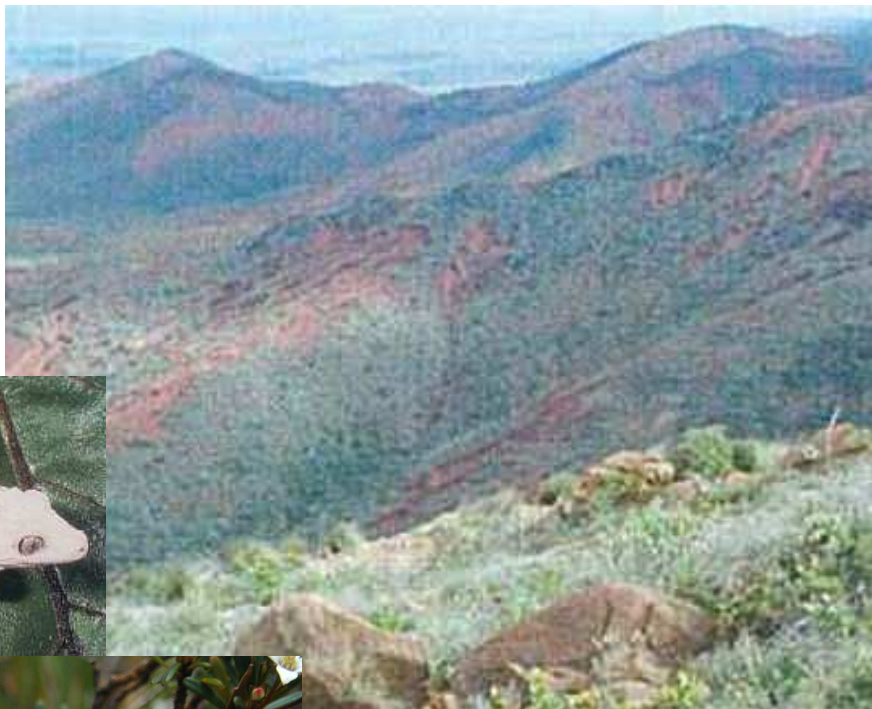


ANNEXE III-C-5-1

Goro Nickel, *Plan de surveillance de la faune et de la flore terrestre*, mai 2007



PLAN DE SURVEILLANCE DE LA FLORE ET DE LA FAUNE TERRESTRES



Mai 2007

TABLE DES MATIÈRES

OBJECTIF	1
PRINCIPES	1
DETERMINATION DES HABITATS POUR LE SUIVI ET LA SURVEILLANCE DES MILIEUX NATURELS	2
SUIVI ET SURVEILLANCE DE LA FLORE ET DES HABITATS NATURELS	3
1. Protocole de surveillance : méthode générale des parcelles	3
2. Localisation des sites de suivi.....	4
3. Fréquence des suivis	5
4. Méthode d'analyse de la physiologie des végétaux : mesure de l'activité photosynthétique.....	6
5. Méthode d'analyse chimique du sol, du feuillage et de la litière forestière.....	7
SUIVI ET SURVEILLANCE DE LA FAUNE TERRESTRE.....	8
LA MYRMECOFAUNE	8
Protocole de surveillance.....	9
Sélection des sites de surveillance.....	9
Fréquence des suivis.....	9
L'HERPETOFAUNE	10
Protocole de surveillance.....	10
Sélection des sites de surveillance.....	10
Fréquence des suivis.....	10
L'AVIFAUNE	11
Protocole de surveillance.....	11
Sélection des sites de surveillance.....	12
Fréquence des suivis.....	12
POPULATIONS PISCICOLES ET QUALITE BIOLOGIQUE DES HABITATS	12
Populations piscicoles	12
Protocole de suivi	12
Qualité biologique des habitats d'eau douce.....	13
Méthode de l'Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie (IBNC)	13
Sélection des sites de surveillance	13
Fréquence des suivis	14

OBJECTIF

Le plan de surveillance de la flore et de la faune terrestres a pour but principal de suivre la qualité des écosystèmes en tant qu'habitats et d'adopter des mesures correctives si un dysfonctionnement dans les populations d'espèces ou une altération de l'état des écosystèmes étaient observés. Ce plan prévoit donc une surveillance des écosystèmes sur le long terme, en effectuant des suivis réguliers de l'évolution des forêts humides en tant qu'écosystèmes d'intérêt.

Le plan de surveillance suit une démarche précise dans un but final de sauvegarde des forêts humides du Grand Sud.

Connaître son patrimoine naturel, c'est identifier, analyser et évaluer l'état de santé des espèces et de leurs habitats ;

Maintenir l'état initial de ces écosystèmes, c'est mettre en place des programmes de conservation appropriés ;

Evaluer les impacts potentiels sur les espèces faunistiques et floristiques et leurs habitats, c'est déterminer, suivre et vérifier l'évolution de ces incidences ;

Prévenir et **Eviter** les risques éventuels engendrés par l'ensemble des activités de Goro Nickel sur les milieux naturels environnants ;

Maîtriser et **Réduire** les incidences sur le patrimoine naturel, c'est établir une gestion raisonnée des espaces naturels du site.

PRINCIPES

Etabli en cohérence avec la politique environnementale de Goro Nickel, dans le cadre d'une démarche volontaire d'amélioration permanente des performances environnementales accompagnée d'une communication active avec les différents acteurs, ce plan détermine les pratiques, les moyens et le calendrier de réalisation des études de suivis.

Le principe de ce plan de surveillance est d'observer l'évolution de la biodiversité terrestre, d'en comprendre le fonctionnement, d'estimer les effets potentiels du projet et d'agir si un dysfonctionnement et/ou une altération des écosystèmes terrestres est observée durant l'exploitation minière de Goro Nickel.

Pour cela, des sites de référence ont été choisis et des parcelles permanentes d'études floristiques et faunistiques ont été mises en place. Ces parcelles permanentes sont

nécessaires pour mesurer des paramètres qualitatifs et quantitatifs adaptés aux populations d'espèces de la flore et de la faune. Ainsi, les données récoltées au cours de ces phases de surveillance sur parcelles permanentes seront comparées aux sites de références.

DETERMINATION DES HABITATS POUR LE SUIVI ET LA SURVEILLANCE DES MILIEUX NATURELS

Les sites d'habitats pour le suivi et la surveillance des écosystèmes terrestres ont été choisis en fonction de l'importance des impacts engendrés sur les milieux naturels et de la valeur patrimoniale des différentes espèces végétales et animales rencontrées ainsi que de leurs habitats. Ainsi, il a été convenu que les habitats ayant la plus forte valeur patrimoniale en termes de richesse et de diversité d'espèces à la fois végétales et animales sont les forêts humides du Grand Sud.

Il existe dans la zone du projet 3 réserves spéciales de botanique :

- Forêt Nord : forêt humide sempervirente de basse altitude
- Pic du Grand Kaori : forêt humide sempervirente de basse altitude
- Pic du Pin : forêt humide sempervirente de basse altitude

Deux réserves spéciales de botanique sont situées dans la zone d'influence du projet Goro Nickel : la réserve spéciale de la Forêt Nord, située à moins de 100 m de l'usine, et la réserve spéciale du Pic du Grand Kaori, située à 5 km au Nord-ouest des installations.

Afin de détecter et de confirmer toutes perturbations potentielles liées aux activités industrielles, la réserve spéciale du Pic du Pin a été choisie comme site de référence pour l'ensemble des programmes de surveillance de la flore et de la faune terrestres.

La réserve spéciale du Pic du Pin est située hors de la zone d'influence de l'usine, à environ 18 km du site de Goro Nickel.

SUIVI ET SURVEILLANCE DE LA FLORE ET DES HABITATS NATURELS

Un système de suivi de parcelles permanentes a été mis en place au sein de la forêt Nord et de la forêt du Pic du Grand Kaori pour suivre l'état de santé de ces habitats tout au long du projet.

Pour évaluer des changements potentiels, trois types d'évaluation seront mis en œuvre :

L'évaluation de la composition floristique

Il s'agira ici d'évaluer le nombre d'espèces végétales présentes sur les parcelles permanentes forestières, leur abondance respective, ainsi que la diversité totale observée.

La structure de la forêt

Au sein d'une forêt, la canopée est la structure la plus sensible aux changements atmosphériques. Ainsi, des relevés de la hauteur des arbres pour une espèce donnée, du diamètre à 130 cm du sol, et du recouvrement de la végétation apparaissent comme de bons indicateurs de perturbation de la canopée.

L'état physiologique de la flore

Une analyse chimique avancée des litières et des feuilles de la canopée sera réalisée. Elle permettra d'évaluer les teneurs des différents éléments chimiques et notamment du soufre. Cette approche permettra de détecter d'éventuelles anomalies dans le comportement physiologique des plantes.

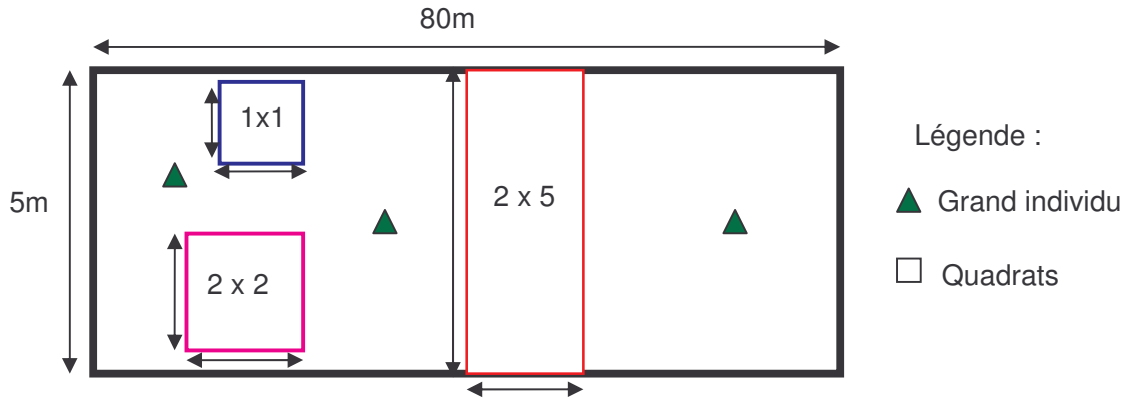
1. Protocole de surveillance : méthode générale des parcelles

Les parcelles de suivi et de surveillance de la flore sont installées selon le placement du type "croisé" avec le facteur distance. Chaque parcelle posée sera inventoriée, répertoriée, et présentera des coordonnées GPS.

Le schéma d'une parcelle de 400 m² (contour noir) avec les différents types de quadrats à l'intérieur est représenté ci-dessous. Au total, il est prévu par site sélectionné :

- 4 parcelles de 5x80m (pour les arbres de grande taille avec un diamètre >10cm)
puis, dans une parcelle de 5x80m :
 - 6 quadrats de 2x5m (pour les arbustes > 1m)
 - 8 quadrats de 2x2m (pour les arbustes < 1m)

- 8 quadrats de 1x1m (pour les herbacées et les fougères)



Les 4 tailles de parcelles utilisées dans ce protocole représentent un type d'échantillonnage différent et donc des informations différentes. Plus la parcelle est petite, plus l'échantillonnage est fin et donc les individus recensés sont de petite taille. L'échantillonnage consiste donc ici à mesurer, identifier et recenser les espèces présentes sur chacun des quadrats.

Ce type d'échantillonnage à plusieurs échelles permet d'avoir un aperçu complet des différentes strates de la végétation d'une forêt dense humide. Le tableau ci-dessous retrace les différences d'échantillonnage entre quadrats.

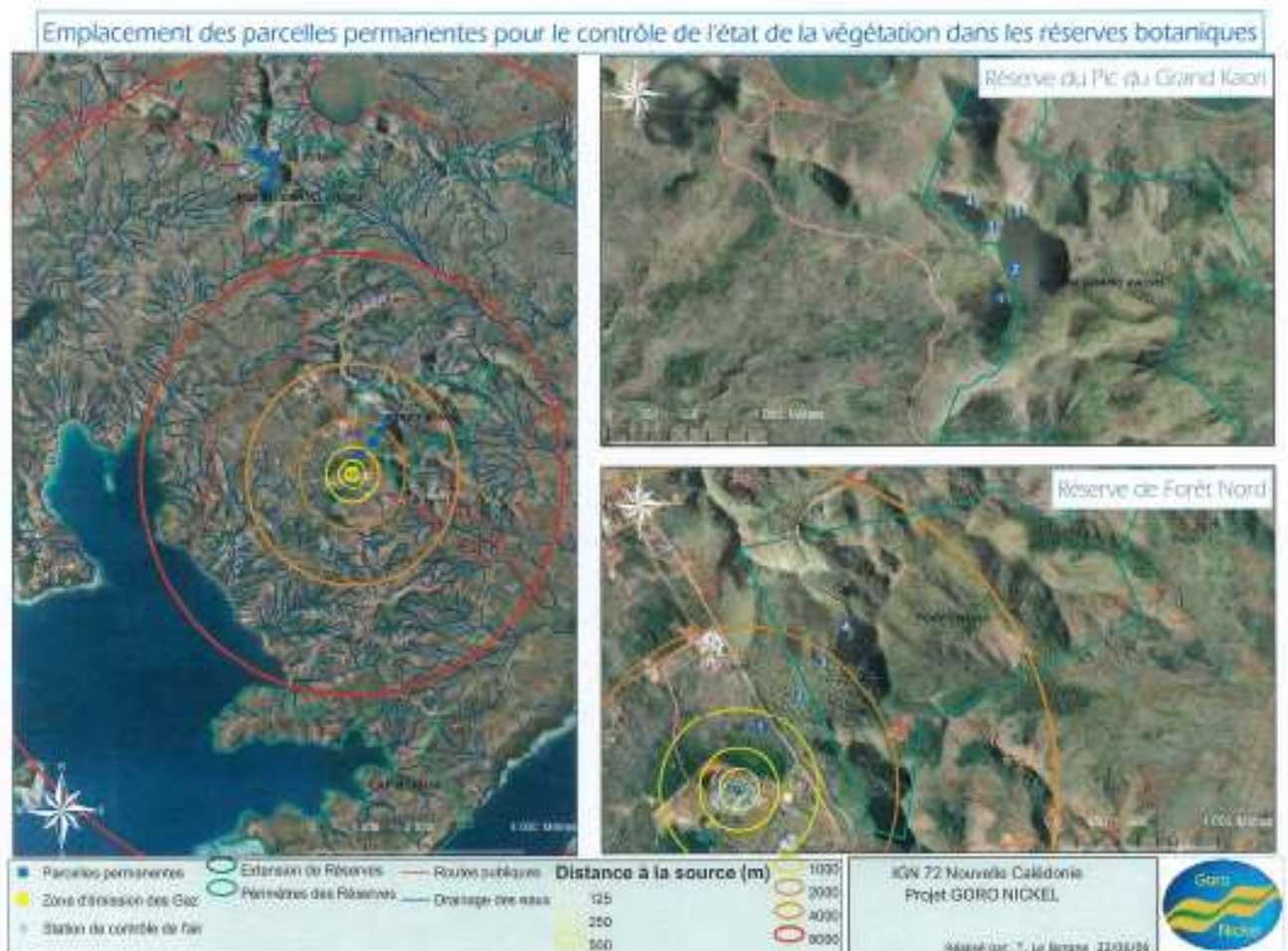
Type de quadrat	Type et taille des végétaux recensés
5m x 80m	Arbres de grande taille, diamètre >10cm
2m x 5m	Arbustes > 1m
2m x 2m	Arbustes < 1m
1m x 1m	Herbacées et fougères <20cm

2. Localisation des sites de suivi

Les parcelles de suivi ont été placées en fonction de la direction des vents dominants, de l'altitude (en privilégiant les hauteurs) et de la distance par rapport à l'usine. Elles sont orientées nord-ouest.

Trois sites ont été sélectionnés qui correspondent aux trois réserves spéciales botaniques précitées.

4 grandes parcelles (80mx5m) sont réparties dans les réserves de la Forêt Nord et du Pic du Grand Kaori. La répartition des parcelles dans chacune des réserves forestières se fait selon un gradient d'altitude et de distance par rapport à l'usine (source d'émission).



3. Fréquence des suivis

Afin de distinguer les variations naturelles saisonnières de l'année "témoin", puis de mieux contrôler la première année de production, les parcelles permanentes seront suivies régulièrement. Cela permettra aussi de mieux cibler une période de l'année en fonction des observations faites durant cette première année "témoin".

La surveillance de la flore grâce aux parcelles permanentes est réalisée selon les stations, les paramètres et les fréquences suivantes (S : Semestrielle ; A : Annuelle, T : Trimestrielle) :

Paramètre	Site								
	Forêt Nord			Pic du Grand Kaori			Pic du Pin (site témoin)		
FREQUENCE DES SUIVIS									
	1 ^{ère} année	2 ^{ème} année	N+1	1 ^{ère} année	2 ^{ème} année	N+1	1 ^{ère} année	2 ^{ème} année	N+1
Diversité spécifique	S	A		S	A		S	A	
Structure de la végétation	S	A		S	A		S	A	
Composition chimique du sol, des feuillages et de la litière	T	T	A	T	T	A	T	T	A

4. Méthode d'analyse de la physiologie des végétaux : mesure de l'activité photosynthétique

Hansatech "Handy PEA meter" sera un instrument utilisé pour étudier l'activité photosynthétique de la plante et donner une appréciation de son état de santé en pourcentage. Il se révèle efficace pour évaluer parallèlement des stress tels que les pollutions atmosphériques.



Aspect du "Plant Efficiency Analyser Meter" :
un outil léger et performant

5. Méthode d'analyse chimique du sol, du feuillage et de la litière forestière

Des échantillons de sol seront prélevés de façon aléatoire dans chaque parcelle carrée de 20 m de côté. 40 échantillons seront ainsi prélevés par parcelle et par trimestre. Le poids d'un échantillon correspond à 50 g de sol.

Les analyses porteront sur : l'azote, l'azote assimilable, le phosphore, le phosphore assimilable, la capacité d'échange (CEC). Des mesures du pH ainsi qu'un extrait complet pour les éléments suivants seront également réalisés : EC, K, Ca, Mg, Cl, S, B, Ni, Mn.

Des prélèvements de feuilles seront également effectués sur les arbres composant majoritairement la canopée de chacune des trois forêts afin d'avoir des résultats stables et comparables.

Les échantillons de litière végétale seront prélevés de la même façon que les échantillons de sol (manière aléatoire et 40 par parcelle) pour procéder à des analyses chimiques de teneur en éléments toxiques tels que le SO_4 .

Dans la litière ainsi que dans le feuillage, une analyse sera effectuée pour quantifier l'azote, le rapport Silice/cendres ainsi que 7 éléments chimiques (P, K, Ca, Mg, Mn, S, Na).

SUIVI ET SURVEILLANCE DE LA FAUNE TERRESTRE

Les connaissances sur la faune du Grand Sud sont encore très réduites. Cependant, depuis plusieurs années les différents inventaires réalisés sur l'emprise du projet et les analyses bibliographiques sur la faune calédonienne, ont permis la mise en place d'un programme général de surveillance de la faune terrestre du site de Goro Nickel.

Le programme de surveillance faunistique concerne essentiellement un suivi de la myrmécofaune, de l'herpétofaune, de l'avifaune et de la faune dulcicole. Le niveau des connaissances de ces groupes faunistiques est encore limité, et des inventaires supplémentaires seront nécessaires afin d'optimiser ce programme de suivi des populations.

Ce programme permettra de déceler les changements potentiels liés à l'activité industrielle de GNI dans les populations d'espèces. Les variations d'abondance dans les populations des espèces clés ou encore les modifications dans la richesse spécifique (espèces allochtones introduites), pourront ainsi être observées tout en tenant compte des fluctuations naturelles des populations.

Deux groupes faunistiques, les fourmis et les lézards, font l'objet d'un effort particulier de concordance de choix au niveau des sites. En effet, le choix des sites de suivi et de surveillance pour ces deux groupes faunistiques sera réalisé avec les experts scientifiques en myrmécofaune et en herpétofaune, afin d'observer et de confirmer d'éventuelles relations dans le dynamisme de leur populations respectives.

En outre, l'impact des invasions d'espèces allochtones, comme la fourmi électrique, incite à considérer les interactions que ces espèces introduites ont avec les autres espèces autochtones. Dans ce cas précis, l'impact de la fourmi électrique sur les populations de lézards est supposé très significatif. Pour cette raison, les programmes de surveillance de la myrmécofaune et de l'herpétofaune sont étroitement liés.

Le plan de surveillance de la faune terrestre est abordé ici par groupe faunistique.

LA MYRMECOFAUNE

Plusieurs études ont montré que les fourmis sont de bons indicateurs biologiques de la qualité des milieux car, de petite taille, elles sont plus sensibles aux soudaines variations environnementales. De plus, l'introduction des espèces de fourmis exotiques et en particulier la fourmi électrique, *Wasmannia auropunctata*, représente aujourd'hui une menace pour les habitats terrestres.

En se basant sur les connaissances acquises au cours de ces études, un programme de surveillance orienté sur la prévention des introductions d'espèces exotiques sera mis en place.

Protocole de surveillance

La surveillance des introductions d'espèces exotiques et en particulier la fourmi électrique, *Wasmannia auropunctata*, sera réalisée selon un protocole qui sera établi par les experts concernés. En effet, la sélection des sites de références pour l'installation du programme de suivi nécessite un travail préliminaire de prospection de terrain afin d'évaluer la faisabilité du programme.

Le protocole de surveillance utilisera la technique d'échantillonnage par appâts, appropriée à la détection d'espèces introduites.

Sélection des sites de surveillance

Les sites choisis sont les mêmes que ceux du programme de surveillance de la flore, qui sont les 3 réserves spéciales botaniques de la Forêt Nord, du Pic du Grand Kaori et du Pic du Pin (site témoin). D'autres sites sont encore en phase de prospection et de sélection afin de corréliser ce programme avec celui de l'herpétofaune.

Fréquence des suivis

La fréquence des suivis des populations de fourmis (présentée dans le tableau ci-dessous) sera validée par les experts et pourra être modifiée en fonction des résultats obtenus.

Paramètre	Site								
	Forêt Nord			Pic du Grand Kaori			Pic du Pin (site témoin)		
FREQUENCE DES SUIVIS									
	1 ^{ère} année	2 ^{ème} année	N+1	1 ^{ère} année	2 ^{ème} année	N+1	1 ^{ère} année	2 ^{ème} année	N+1
Richesse spécifique (pitfall)	S	A		S	A		S	A	
Présence de W. auropunctata	S	A		S	A		S	A	

(S : Semestrielle ; A : Annuelle)

L'HERPETOFAUNE

A partir des différents inventaires de lézards réalisés sur l'ensemble du site de Goro Nickel, quatre espèces de lézards ont été sélectionnés comme des espèces indicatrices de variations environnementales anormales.

Les espèces choisies sont :

- *Sigaloseps deplanchei*, un petit scinque semi fouisseur réagissant à la variation de l'humidité du sol et de la forêt ;
- *Caledoniscincus atropunctatus*, un petit scinque diurne des strates inférieures de la forêt, affecté par la présence de la fourmi envahissante *W. auropunctata* ;
- *Bavayia septuiclavis*, un petit gecko nocturne, pouvant être affecté par la lumière et les émissions atmosphériques générées par l'usine, mais aussi par l'introduction des rats, chats ainsi que par l'invasion de la fourmi électrique ;
- *Rhacodactylus sarasinorum*, un grand gecko nocturne des strates inférieures et supérieures de la forêt, pouvant lui aussi être affecté par la lumière et les émissions atmosphériques générées par l'usine, mais aussi par l'introduction des rats, chats ainsi que par l'invasion de la fourmi électrique.

La mise en place du programme de surveillance de l'herpétofaune sera étroitement liée à celui de la myrmécofaune. En effet, comme il a été mentionné précédemment, la problématique de l'espèce envahissante *W. auropunctata* est l'un des impacts négatifs pouvant affecter les populations de lézards.

Protocole de surveillance

Le protocole de surveillance dépend de l'activité diurne ou nocturne des espèces de lézards. Ainsi, les espèces diurnes seront suivies selon la méthode de recensement par observation chronométrée durant le jour et le long d'un transect. Cette méthode d'observation sera aussi associée au piégeage par « pit-fall » des espèces du sol. Les espèces nocturnes de lézards seront suivies selon la méthode d'observations opportunistes chronométrées le long d'un transect la nuit.

Sélection des sites de surveillance

Une étude de terrain sera effectuée pour sélectionner les sites de suivi appropriés.

Fréquence des suivis

Les suivis sont dépendants des conditions météorologiques car les lézards ont une activité optimale les jours de beau temps, et se cachent en temps de pluie.

La fréquence des suivis des populations de lézards (présentée dans le tableau ci-dessous) sera validée par les experts et pourra être modifiée en fonction des résultats du programme de suivi.

Paramètre	Site								
	Forêt Nord			Pic du Grand Kaori			Pic du Pin (site témoin)		
FREQUENCE DES SUIVIS									
	1 ^{ère} année	2 ^{ème} année	N+1	1 ^{ère} année	2 ^{ème} année	N+1	1 ^{ère} année	2 ^{ème} année	N+1
Espèce diurne	A	A		A	A		A	A	
Espèce nocturne	A	A		A	A		A	A	

(S : Semestrielle ; A : Annuelle)

L'AVIFAUNE

L'inventaire de l'avifaune du Plateau de Goro de 2004 a déterminé la présence de corridors écologiques théoriques correspondant aux différentes formations forestières présentes sur l'emprise du projet.

Des études complémentaires sur l'écologie des espèces d'oiseaux présentes sont nécessaires et pourraient confirmer l'hypothèse de ces corridors écologiques ; cependant, la reconnaissance de ces corridors en tant que tel se base essentiellement sur un principe de précaution.

Le programme de surveillance de l'avifaune préconise ainsi de préserver ces formations forestières d'une totale destruction et de suivre l'évolution des populations d'oiseaux tout au long du projet. Par la sauvegarde de ces formations forestières, l'impact physique sur les habitats inféodés aux oiseaux peut être considéré comme négligeable.

Ainsi, ce programme de suivi observera d'autres perturbations comme la pollution sonore ou lumineuse générées par l'usine et la mine. La non-présence d'une espèce d'une année à une autre sera un indicateur de perturbation à observer.

Protocole de surveillance

Le programme de surveillance de l'avifaune consistera à utiliser la méthode d'Indices Ponctuels d'Abondance (IPA) recensant les espèces d'oiseaux terrestres. La méthode

d'IPA se fait par l'enregistrement des chants d'oiseaux à des points d'écoute sur des sites prédéfinis et ensuite géo-référencés.

Sélection des sites de surveillance

Les sites de surveillance de l'avifaune seront sélectionnés en se basant sur les corridors écologiques théoriques.

Fréquence des suivis

La fréquence des suivis sera semestrielle en tenant compte de la saisonnalité. En effet, les oiseaux ont une activité plus réduite en saison humide et ont un pic d'activité et donc de présence en saison sèche.

POPULATIONS PISCICOLES ET QUALITE BIOLOGIQUE DES HABITATS

Plusieurs facteurs environnementaux peuvent être à l'origine de la disparition ou de la migration de la faune piscicole des cours d'eau.

Le programme de surveillance des cours d'eau du site évaluera quantitativement et qualitativement les espèces de poissons et la qualité biologique globale des habitats inféodés aux espèces.

Populations piscicoles

Protocole de suivi

Le protocole de surveillance sera basé sur l'évaluation qualitative et quantitative des espèces de poissons, selon la méthode de la pêche électrique. Cette technique est probablement la mieux adaptée aux cours d'eau de Nouvelle-Calédonie étant donné la faible profondeur des rivières du Territoire. Il convient d'adapter la norme européenne NF EN 14011 par rapport au contexte local. En effet, pour obtenir une image représentative d'une communauté piscicole d'un cours d'eau, la norme NF EN 14011 conseille les démarches suivantes :

- la stratégie doit se baser sur une communauté piscicole optimale et un écosystème en bonne santé.

- la stratégie doit définir la longueur des tronçons à échantillonner. Un tronçon de 50 m pour des cours d'eau d'une largeur de 5 à 15 m pour un rendement minimum de 200 poissons. Les effectifs de poissons pêchés dans les rivières calédoniennes sont en général bien inférieurs à 200 pour des tronçons de 50 à 100 m linéaires. Il est proposé des longueurs de tronçon de 100 m.

Qualité biologique des habitats d'eau douce

Méthode de l'Indice Biotique de Nouvelle-Calédonie (IBNC)

Les indices biotiques sont des méthodes biologiques d'évaluation de la qualité de l'eau des rivières. Ces méthodes se basent sur l'étude des organismes vivants inféodés aux milieux aquatiques. Elles sont fondées sur le fait que des formes animales ou végétales de sensibilités différentes vis-à-vis de facteurs environnementaux coexistent dans les eaux courantes. Si la pollution fait varier ces paramètres, les organismes les plus sensibles, ou **bio indicateurs**, régressent au profit des plus résistants. Ces méthodes s'appuient généralement sur l'organisation des communautés de macro-invertébrés (mollusques, oligochètes, larves d'insectes, crustacés...) qui colonisent le substrat des rivières.

En Nouvelle-Calédonie, un indice biotique, fondé sur la même approche que les méthodes existant en Australie et en Nouvelle-Zélande a été proposé par MARY N. (1999). L'Indice Biotique de la Nouvelle-Calédonie (IBNC) permet de détecter des **pollutions organiques en milieu courant** et se réfère à une soixantaine de *taxa* auxquels il a été attribué un score en fonction de leur sensibilité aux teneurs en matières organiques dans les eaux, et à différents paramètres indicateurs de pollution organique (chlorures, sulfates, sodium, potassium, ammonium, phosphates, MES).

Sélection des sites de surveillance

Les cours d'eau pour le suivi des populations de poissons ont été définis en fonction de leur exposition directe aux activités industrielles. Ainsi, les activités de Goro Nickel ont des interactions directes avec 2 principaux cours d'eau :

- le creek Baie-Nord (sous l'influence de l'usine)
- la rivière Kwé principale (sous l'influence de la mine et des installations associées).

La rivière Trou Bleu située dans un bassin versant limitrophe représente un milieu bien conservé et de bonne qualité. Cette rivière sera le site de référence.

Fréquence des suivis

Le tableau ci-dessous, donne les fréquences, les sites d'échantillonnage et les paramètres.

Paramètre	Site		
	Creek Baie Nord	Kwé principale	Wadjana
Poissons	A	A	A
IBNC	S	S	S

S: semestrielle; A: annuelle