Suivi de l'état de santé de la flore des Réserves forestières provinciales à proximité de l'usine de Vale Nouvelle-Calédonie

Bilan 2015-2016

Figure 1: Sous-bois de forêt sur éboulis (Parcelle FN3)

Vale Nouvelle-Calédonie
Novembre 2016

SOMMAIRE

INTRODUCTION 1

1. LES PARCELLES PERMANENTES 3
   - 1.1 Protocole de suivi 3
   - 1.2 Objectifs et indicateurs 3
   - 1.3 Localisation des parcelles permanentes 4

2. MÉTHODE DE SUIVI 7
   - 2.1 Mesures de la santé des plantes 7
   - 2.2 Mesures chimiques du sol, de la litière et des feuilles des espèces communes 7
   - 2.3 Traitement des données 8
   - 2.4 Fréquence d'échantillonnage et données disponibles 9

3. RÉSULTATS 11
   - 3.1 Santé des parcelles en Forêt-Nord et au Pic du Grand Kaori 11
   - 3.2 Caractéristiques chimiques des sols, des litières et des espèces communes des stations 19
   - 3.3 Analyse de variance (ANOVA) de la teneur en Azote (N -%) et Soufre (S -%) dans le sol, la litière et les espèces communes 27
   - 3.4 Analyse de variance (ANOVA) de la teneur en Azote (N -%) et Soufre (S -%) entre les arbres communs à Forêt Nord, Pic du Grand Kaori et Pic du Pin (*Gardenia*, *Sparattocyce*) 40

4. ANALYSE DES RESULTATS 43
   - 4.1 Bilan générale des campagnes de suivies des parcelles permanentes 43
   - 4.2 État de santé des de la végétation des parcelles et leurs systèmes de photosynthèse 44
   - 4.3 Evolution de la condition chimique des sols, des litières et des végétaux communs 45
     - 4.3.1 Evolution de la condition chimique des sols 45
     - 4.3.2 Evolution de la condition chimique des litières 46
     - 4.3.3 Evolution de la condition chimique des arbres 47

5. CONCLUSION 51
   - 5.1 Etat de santé des parcelles 51

6. RÉFÉRENCES 53

TABLEAUX

Tableau 1 : Localisation et description des parcelles en Forêt-Nord (FN), au Pic du Grand Kaori (PGK) et au Pic du Pin (PP) 5
Tableau 2 : Planning des suivies, échantillonnage et analyses effectues en 2015 et 2016. 9
Tableau 3 : Nombre d'échantillons et analyses fait par échantillon pour les échantillons de sol litière et feuilles des espèces sélectionnées sur Forêt Nord et Pic du Grand Kaori en 2015. 10
Tableau 4 : Fluorimétrie par espèce selon strate - Forêt-Nord 16
Tableau 5 : Fluorimétrie par espèce selon strate – Pic du Grand Kaori 18
Tableau 6 : Caractéristiques chimiques des échantillons de litière et de sol des parcelles permanentes - Forêt-Nord (2007-2016) 19
Tableau 7 : Caractéristiques chimiques des échantillons de litière et de sol des parcelles permanentes - Pic du Grand Kaori (2007-2016) 20
Tableau 8 : Caractéristiques chimiques des échantillons de litière et de sol des parcelles permanentes - Pic du Pin (2009, 2011, 2015) 21
Tableau 9 : Teneur foliaire des espèces communes - Forêt-Nord (2007-2016) 23
Tableau 10 : Teneur foliaire des espèces communes - Pic du Grand Kaori (2007-2016) 25
Tableau 11 : Teneurs foliaires des espèces d'arbres communes des deux parcelles sur Pic du Pin en Avril 2015. 26
Tableau 12 : Nombre d'échantillons prélevées sur les trois Reserves (Forêt Nord, Pic du Grand Kaori, Pic du Pin) et analyses chimiques effectuées sur les échantillons de 2015. 43
Tableau 13: Les nombres de mesures, de prélèvements et d'analyses chimiques fait pour la campagne de suivi concernant la période janvier 2016 à mars 2016. 44
Tableau 14 : Le nombre d'arbres, arbustes, juvéniles et plantules total des parcelles permanentes ayant fait l'objet d'un mesure d'activité photosynthétique en 2012, 2014 et 2016. 44
Tableau 15 : Caractéristiques chimiques des sols des formations du Grand massif du Sud (Read *et al*, 2006) et valeurs moyennes des stations (2007-2014) et 2015 et 2016. 45
Tableau 16 : Caractéristiques chimiques des litières des formations du Grand massif du Sud (Read *et al*, 2006) et valeurs moyennes des stations en 2015 et 2016 46
Tableau 17 : Comparaison de la teneur foliaire en 2015 et 2016 des espèces communes d'arbres de Forêt Nord, Pic du Grand Kaori et Pic du Pin avec les valeurs moyennes des espèces forestières et para forestières décrites par Jaffré *et al* (1994 b) 48

FIGURES

Figure 1: Sous-bois de forêt sur éboulis (Parcelle FN3) 1
Figure 2 : Localisation des parcelles en Forêt-Nord, au Pic du Grand Kaori et au Pic du Pin 4
Figure 3 : Plantes numérotées avec dispositif de clip pour les mesures de fluorimétrie 7
Figure 4 : Mesure de fluorescence chlorophyllienne avec un fluorimètre portatif 7
Figure 5 : *Gardenia aubreyii* (haut gauche), *Garcinia neglecta* (haut droit), *Sparattocyce dioica* (bas gauche), *Xylopia cf. veillardii* (bas droit). 8
Figure 6 : L'état de santé (fluorimétrie) des différentes strates de végétation des parcelles permanentes à Forêt Nord entre 2006 et 2016 11
Figure 7 : L'état de santé (fluorimétrie) des différentes strates de végétation pour chaque parcelle permanente au Forêt Nord entre 2006 et 2016 11
Figure 8 : L'état de santé (fluorimétrie) des différentes strates de végétation des parcelles permanentes au Pic du Grand Kaori entre 2007 et 2016 12
Figure 9 : L'état de santé (fluorimétrie) des différentes strates de végétation pour chaque parcelle permanente au pic du Grand Kaori entre 2007 et 2016. 12
Figure 10 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des sols - Forêt-Nord selon l'année (gauche) et l'altitude (droite) 27
Figure 11 : ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des sols - Forêt-Nord selon l'année (gauche) et l'altitude (droite) 27
Figure 12 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des sols - Pic du Grand Kaori 28
Figure 13 : ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des sols - Pic du Grand Kaori 28
Figure 14 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des sols - Pic du Pin 29
Figure 15 : ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des sols - Pic du Pin 29
Figure 16 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des litières - Forêt-Nord 30
Figure 17 : ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des litières - Forêt-Nord 30
Figure 18 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des litières - Pic du Grand Kaori 31
Figure 19 : ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des litières - Pic du Grand Kaori 31
Figure 20 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) et souffre (S-%) des litières - Pic du Pin 32
Figure 21: ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de *Garcinia neglecta (Guttiferae)* - Forêt-Nord 33
Figure 22: ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des feuilles de *Garcinia neglecta (Guttiferae)* - Forêt-Nord 33
Figure 23 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de *Gardenia aubreyii (Rubiaceae)* - Forêt-Nord 34
Figure 24: ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des feuilles de *Gardenia aubreyii (Rubiaceae)*- Forêt-Nord 34
Figure 25 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de *Sparattocyce dioica (Moraceae)* - Forêt-Nord selon l'année (gauche) et l'altitude (droite) pour la période 2007 à 2016. 35
Figure 26: ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des feuilles de *Sparattocyce dioica (Moraceae)* - Forêt-Nord selon l'année (gauche) et l'altitude (droite) pour la période 2007 à 2016. 35
Figure 27: ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de *Xylopia sp (veillardii)* - Forêt-Nord selon l'année (à gauche) et altitude (m) (droite) pour la période 2007 à 2016. 36
Figure 28: ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des feuilles de *Xylopia sp (veillardii)* - Forêt-Nord selon l'année (à gauche) et altitude (m) (droite) pour la période de 2007 à 2016. 36
Figure 29: ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de *Gardenia aubreyii*- Pic du Grand Kaori 38
Figure 30: ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des feuilles de *Gardenia aubreyii (Rubiaceae)* - Pic du Grand Kaori 38

Figure 31: ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de *Sparattocyce dioica* Pic du Grand Kaori 39
Figure 32: ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des feuilles de *Sparattocyce dioica* - Pic du Grand Kaori 39
Figure 33: ANOVA teneur en Azote total (N-%) (gauche) et Souffre (S%) (droite) des feuilles de *Gardenia aubreyii* entre Forêt Nord, Pic du Grand Kaori et Pic du Pin. 40
Figure 34: ANOVA teneur en Azote total (N-%) (gauche) et Souffre (S%) (droite) des feuilles de *Sparattocyce dioica* entre Forêt Nord, Pic du Grand Kaori et Pic du Pin 41
Figure 35 : Teneur moyenne en soufre (S%) des arbres des espèces communes (avec des valeurs >0,2%) en Forêt-Nord de 2007 à 2016 49

INTRODUCTION

Vale Nouvelle Calédonie a mis en œuvre des plans de suivi des milieux vivants qui sont inscrits dans sa démarche pour la protection de la biodiversité. Ainsi, Vale Nouvelle-Calédonie a réalisé un programme de surveillance des écosystèmes terrestres pour suivre les effets de ses émissions atmosphériques sur la diversité biologique dans sa zone d'influence. Ce programme « suivi de l'état de santé de la végétation sur parcelles forestières.

Des parcelles permanentes ont été installées sur 3 stations de suivi au niveau des forêts humides sempervirentes de basse altitude des réserves terrestres suivantes :

- Forêt-Nord
- Pic du Grand Kaori
- Pic du Pin

Ces formations forestières de premier ordre ont été sélectionnées de par leur localisation dans la zone d'influence, leur richesse biologique et leur intérêt patrimonial à l'échelle du Grand Sud. Ces formations ont le statut de réserve faunistique et floristique provinciale et sont situées à proximité du site industriel de Vale Nouvelle-Calédonie.

La surveillance des milieux terrestres au regard des émissions gazeuses industrielles n'a jamais été effectuée en Nouvelle-Calédonie et le programme proposé par Vale Nouvelle-Calédonie représente donc une première en la matière. L'étude de Vale Nouvelle-Calédonie s'appuie sur une méthodologie développée par le Professeur F. Murray de l'université de Murdoch en Australie occidentale. Cette approche a été utilisée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) pour suivre les effets des gaz, notamment industriels, sur la végétation australienne (Mulgrew, A & William, P. 2000). Le protocole est décrit dans les chapitres suivants.

1. LES PARCELLES PERMANENTES

1.1 Protocole de suivi

Vale Nouvelle-Calédonie a fait appel en 2004 au Professeur F. Murray de l'université de Murdoch en Australie occidentale, pour mettre en place une méthode de suivi de la santé des parcelles. Le protocole a pour objectif de fournir les informations nécessaires pour déterminer si les émissions atmosphériques de l'usine ont des effets directs ou indirects sur les formations forestières.

Le protocole se base sur les postulats suivants :

- Le risque d'exposition des arbres aux émissions atmosphériques varie en fonction de la distance par rapport à la source.
- Les polluants de l'air sont absorbés par les végétaux et s'accumulent dans les feuilles. L'analyse foliaire permet d'évaluer cette accumulation et de détecter les éventuelles anomalies physiologiques.

La réserve de la Forêt-Nord est localisée à environ 600 mètres dans le champ proche des sources d'émission atmosphérique de l'usine. Plus éloigné du site industriel, la réserve du Pic du Grand Kaori est situé à environ 5 km, dans le champ éloigné de la zone d'influence des émissions atmosphériques. La réserve du Pic du Pin est placée hors de la zone d'influence du site industriel et a été choisie comme site témoin pour permettre une comparaison des données de suivi des stations de la zone d'influence.

Ces trois formations forestières sont positionnées dans une direction Nord-ouest par rapport au site industriel et sont sous les vents du Sud-est. Ainsi, des parcelles permanentes ont été établies en Forêt-Nord et Pic du Grand Kaori, à proximité du chemin rural n° 7, pour évaluer l'effet des émissions immédiates provenant du trafic routier (poussières, gaz). Les parcelles sont placées en piedmont et en ligne de crête des réserves de Forêt-Nord et du Pic du Grand Kaori afin de détecter les effets potentiels des panaches d'émissions atmosphériques de l'usine dont la progression a été modélisée par la société Katestone en 2007.

1.2 Objectifs et indicateurs

Les objectifs du suivi des réserves depuis 2012 ont été modifiés suite à l'analyse des résultats de 2011 et des recommandations proposées par le Professeur Francis Murray lors de son évaluation en Décembre 2011 (Murray, 2012). En effet, les mesures effectuées pour établir le bilan sur l'état de santé des réserves forestières ont montré que la végétation dans les parcelles permanentes de ces formations n'a pas changée de composition floristique ni de structure entre 2006 et 2010. Ces faibles changements peuvent être attribués en grande partie à leur lent métabolisme. Les suivies en 2012 de Forêt Nord et Pic du Grand Kaori ont été modifiés selon les recommandations de Frank Murray comme suit :

- Les relevés de la composition floristique et de la structure des parcelles (hauteur ou DBH des individus) à Forêt Nord et Pic de Grand Kaori se feront tous les 5 ans.
- Les suivies des parcelles du Pic du Pin ont été supprimées à cause des dégâts importants causés par des cochons sauvages en 2011.
- L'échantillonnage de sol et de litière montre très peu de variabilité dans les teneurs des éléments suivies. Leur nombre a ainsi été réduit à 5 au lieu de 10 dès 2012.
- Les analyses chimiques des feuilles des espèces communes entre 2006 et 2011 ne montraient que peu de variation. L'absence de variation dans les *Pandanus* and *Meryta*, 2 espèces de sous-bois, n'apportaient pas d'éléments pour l'analyse des conditions chimiques de la canopée. Ainsi, deux espèces d'arbres communes de la canopée (ex : *Gardenia aubryi* et *Sparattocyce dioica)* sur Pic du Grand Kaori, Pic du pin et Forêt Nord ont été choisies pour

l'échantillonnage foliaire: cela permettra d'avoir un meilleur aperçu de l'état de santé de ce milieu récepteur des émissions atmosphériques.

De ce fait, les objectifs de la campagne de surveillance de 2015 et 2016 présentés dans ce rapport sont les suivant :

- Déterminer tout changement dans la santé des végétaux en lien direct ou indirect avec les émissions atmosphériques industrielles. Cette détermination est évaluée via l'état de santé des plantes sur les différentes parcelles permanentes par voie de leur activité photosynthétique et les teneurs chimiques.
- Evaluer l'apport des polluants atmosphériques et leur absorption à différents niveaux grâces aux mesures de concentration en S, N et métaux dans les feuilles, la litière et le sol.

1.3 Localisation des parcelles permanentes

Au total, 10 parcelles ont été établies pour suivre l'état de santé de la flore de la Forêt-Nord (FN1, FN2, FN3, FN4), du Pic du Grand Kaori (PGK1, PGK2, PGK3, PGK 4) et du Pic du Pin (PP1, PP2). La localisation et la description de ces parcelles sont présentées à la figure 1 et au tableau 1.

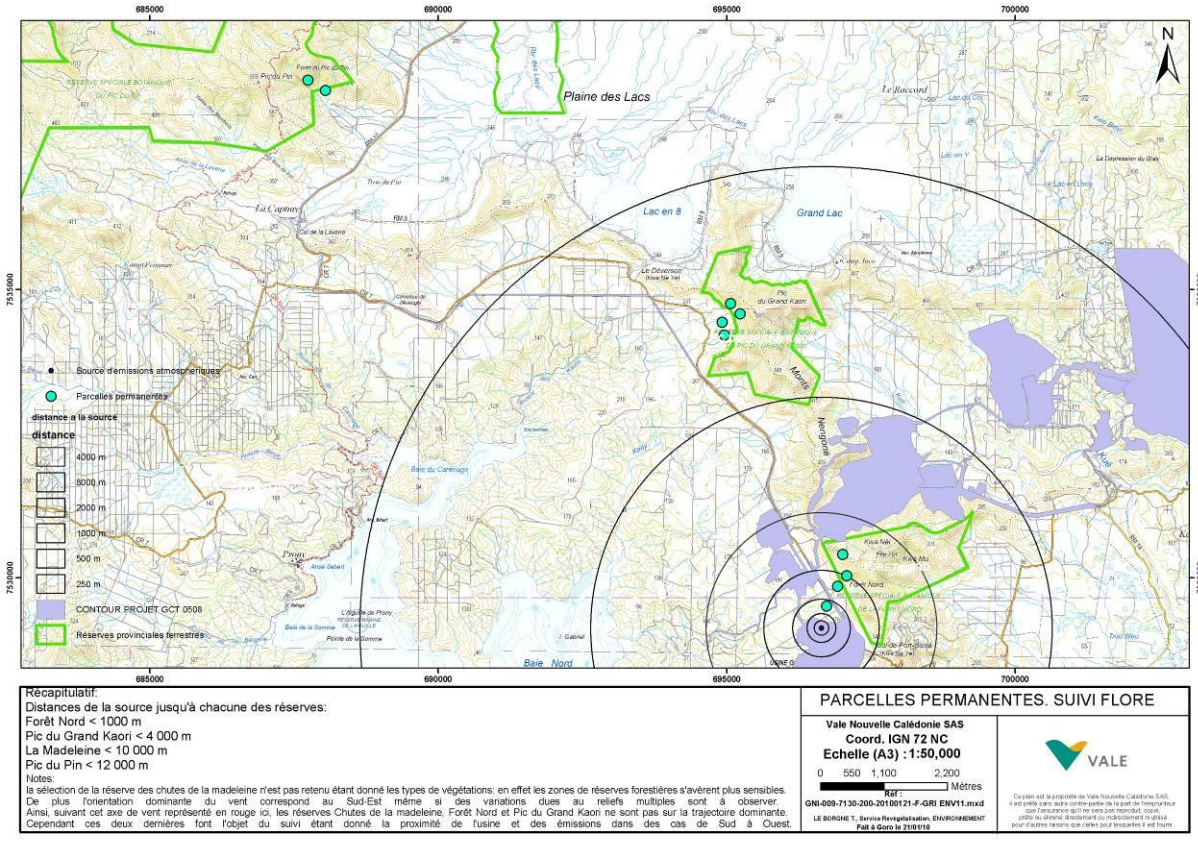


Figure 2 : Localisation des parcelles en Forêt-Nord, au Pic du Grand Kaori et au Pic du Pin

Nom	Position Topo	Altitude	Sol	Type de forêt	IGN 72 Est	IGN 72 Nord	RGNC Latitude	RGNC Longitude
FN1	Plaine	185m	Colluviale	Forêt Humide	696913	7529857	494280.700502	208621.914826
FN2	Piedmont	243m	Colluviale /éboulis	Forêt humide	697074	7530039	494437.801372	208809.148578
FN3	Pente	287m	Eboulis	Forêt humide à *Macaranga alc*	696979	7530409	494367.517709	209174.913238
FN4	Plaine	179m	Eboulis	Forêt humide à *Araucaria nem*	696726	7529511	494096.469222	208276.212386
PGK1	Plaine	240m	Colluviale	Forêt Humide à *Arillastrum*	694956	7534216	492293.373754	212968.095453
PGK2	Piedmont	250m	Colluviale/ éboulis	Forêt Humide	694913	7534434	492253.672788	213189.7478
PGK3	Pente	330m	Eboulis	Forêt Humide	695226	7534577	492561.699401	213334.511953
PGK 4	Crete	315m	Eboulis	Forêt Humide	695064	7534758	492397.636887	213510.292511
PP1	Plaines	299m	Colluviale	Forêt Humide à *Nothofagus*	688460	7538653	485348.325723	217157.849409
PP2	Piedmont	313m	Colluviale	Forêt Humide	688385	7539456	485040.4024	217332.852416

Tableau 1 : Localisation et description des parcelles en Forêt-Nord (FN), au Pic du Grand Kaori (PGK) et au Pic du Pin (PP)

2. MÉTHODE DE SUIVI

2.1 Mesures de la santé des plantes

Mesures de stress des plantules par fluorescence chlorophyllienne (fluorimétrie)

La fluorescence est observée au niveau des feuilles de toutes les plantes : c'est une conséquence de la transformation par la plante de l'énergie lumineuse en matière végétale. L'émission de la fluorescence varie selon l'état de stress de la plante, et notamment selon ses carences en éléments nutritifs. Le diagnostic de la fluorescence de la plante permet de déterminer son stress.

Une mesure de fluorescence chlorophyllienne a été effectuée sur une feuille de chaque plante à Forêt-Nord et Pic du Grand Kaori pour donner une valeur numérique instantanée de leur état de vitalité. L'émission de fluorescence est directement liée au processus de photosynthèse sur lequel se répercute tout état de stress de la plante. La mesure de fluorescence chlorophyllienne est effectuée grâce à un fluorimètre portatif qu'on appelle "PLANT EFFICIENCY ANALYZER", ou PEA meter (Cambridge Scientifique). La mesure est effectuée de la manière suivante :

- **Une surface foliaire test** est placée dans l'obscurité par un « clip » durant 15 minutes. Sur le plan physiologique cette opération supprime la photosynthèse.
- **Un flash lumineux** est ensuite envoyé sur la surface test. L'énergie lumineuse excédant les possibilités de collecte des systèmes de photosynthèse est alors réémise sous forme de fluorescence, selon une cinétique particulière et numérisée par l'appareil (courbe de fluorescence).

La valeur numérique d'une plante saine est d'environ 0,8 et diminue en cas de stress (Krauss & Weiss, 1991; Kupper *et al*, 1996).

Figure 3 : Plantes numérotées avec dispositif de clip pour les mesures de fluorimétrie

Figure 4 : Mesure de fluorescence chlorophyllienne avec un fluorimètre portatif

2.2 Mesures chimiques du sol, de la litière et des feuilles des espèces communes

Critères et techniques de prélèvement

5 échantillons de 100 grammes de sol et de litière ont été récupérés de manière aléatoire à l'intérieur de chaque parcelle afin d'avoir une bonne représentation de l'hétérogénéité chimique de ces milieux. La litière a été prélevée en surface et comprend les parties partiellement décomposées mais non minéralisées des végétaux. Une surface de 0 à 10 cm² d'échantillon de sol a ensuite été prélevée à l'emplacement des prélèvements de litière. Les prélèvements de sols, de litière et de feuilles pour

les analyses chimiques ont été effectués à l'extérieur des placettes afin d'éviter tout impact sur les plantes dans un rayon de 10 m autour de chaque parcelle.

5 échantillons de 40 grammes de feuilles à différent stades de développement ont été récoltés sur les deux espèces d'arbres communs de chaque parcelle. Ces prélèvements ont été réalisés sur des arbres mesurant 6 à 12 m de haut à l'aide d'un échenilloir télescopique afin d'évaluer l'état de santé de la strate canopée, milieu récepteur des émissions atmosphériques. Les espèces retenues pour l'échantillonnage foliaire à Forêt Nord, Pic du Grand Kaori et Pic du Pin sont *Gardenia aubryi*, *Garcinia neglecta, Sparattocyce dioica* et *Xylopia vieillardii* (figure 2).

Figure 5 : *Gardenia aubreyii* (haut gauche), *Garcinia neglecta* (haut droit), *Sparattocyce dioica* (bas gauche), *Xylopia cf. veillardii* (bas droit).

Les échantillons ont été envoyés pour prétraitement et analyses chimiques au Laboratoire des analyses chimiques de l'Université de Queensland (Center for Minesite Rehabilitation) en Australie.

2.3 Traitement des données

Les mesures présentées dans ce rapport concernent la santé (fluorimétrie) pour la période début 2016 et les conditions chimiques des parcelles permanentes à Forêt Nord et Pic du Grand Kaori pour la période début 2015 et début 2016. Cette information est présentée sous forme d'un tableau de synthèse composé de données exprimées en moyennes selon l'altitude de la parcelle. Des moyennes et écarts-types sont choisis pour mieux décrire la variabilité des mesures de fluorimetrie entre parcelles et effectuer des comparaisons entre stations. Les tableaux de synthèse sont les suivants :

- Synthèse de la santé (fluorimétrie) par espèce pour la Forêt-Nord et le Pic du Grand Kaori.

- Synthèse de la teneur des éléments des sols et litières échantillonnées sur la Forêt-Nord et le Pic du Grand Kaori et Pic du Pin.
- Synthèse de la teneur en éléments dans les feuilles des espèces échantillonnées la Forêt-Nord (2007-2016), Pic du Grand Kaori (2007-2016) et Pic du Pin (2015).

Des analyses de variance multifactorielle (MANOVA) ont été appliquées aux bases de données avec le logiciel statistique JMP3 sur les analyses chimiques sur les teneurs en Azote (N %) et Soufre (S %) des sols, litières et feuilles des espèces commun. Les résultats de ces analyses sont présentés sous forme de graphiques pour les données comportant des différences significatives de la strate, l'année ou l'altitude. Les traitements statistiques effectués sont les suivants :

- Comparaison des teneurs en N % et S % des sols de Forêt-Nord et du Pic du Grand Kaori entre 2007 (T0) et 2016 MANOVA
- Comparaison des teneurs par élément en N % et S % des sols de Forêt-Nord et du Pic du Grand Kaori, selon l'altitude. MANOVA
- Comparaison des teneurs en N% et S% des sols de Pic du Pin entre 2009 et 2015. MANOVA
- Comparaison des teneurs en N % et S % des litières de Forêt-Nord et du Pic du Grand Kaori entre 2007 (T0) et 2016 MANOVA
- Comparaison des teneurs en N% et S% des litières de Pic du Pin entre 2009 et 2015. MANOVA
- Comparaison des teneurs en N % et S % des litières de Forêt-Nord et du Pic du Grand Kaori selon l'altitude. MANOVA
- Comparaison des teneurs en N % et S % dans les feuilles des espèces communes en Forêt-Nord du Pic et du Grand Kaori entre 2007 (T0) et 2016 MANOVA

2.4 Fréquence d'échantillonnage et données disponibles

Le programme de mesures de l'activité chlorophyllienne des plantés et échantillonnage des parcelles permanentes de 2015 et 2016 a été fait pour Forêt Nord et Pic du Grand Kaori entre fin Décembre 2014 et Avril 2016. Par contre, le bilan de suivi sur Pic du Pin de 2010 (Vale Rapport Flore, 2010) a montrée des importants dégâts des parcelles permanentes par des cochons. La suivie de l'état de santé de ses parcelles à Pic du Pin a ainsi été réduit à des analyses chimiques des milieux litière et sol ainsi que les espèces indicatrices communes toutes les deux ans comme stipulé dans les recommandations de la DENV en 2013. Ainsi une campagne a été faite en 2015 pour comparer avec les années 2009 et 2011.

Le calendrier ci-dessous présent le planning qui a été suivi en 2015 et 2016 pour les mesures et analyses des parcelles permanentes des stations forestières. Les échantillons de sols et de feuilles de campagne de suivi de 2015 ont été ré analysés en début 2016 par l'université de Queensland pour confirmation des données.

Activité de suivi ou analyse	Decembre 2014	Janvier 2015	Fevrier 2015	Mars 2015	Avril 2015	Mai 2015	Juin 2015	Juillet 2015	Aout 2015	Septembre 2015	Octobre 2015	Novembre 2015	Decembre 2015	Janvier 2016	Fevrier 2016	Mars 2016	Avril 2016	Mai 2016	Juin 2016	Juillet 2016	Aout 2016	Septembre 2016	Octobre 2016	Novembre 2016	Decembre 2016
Prélèvement sols litière et feuilles pour analyses chimiques à Forêt Nord																									
Prélèvement sols litière et feuilles pour analyses chimiques à Pic du Grand Kaori																									
Prélèvement sols litière et feuilles pour analyses chimiques à Pic du Pin																									
Analyses chimiques effectues par UQ (Centre Minsite Rehabilitation) pour échantillons des trois Reserves																									
Réception des résultats des analyses Chimiques des trois Reserves																									
Analyses des données et rédaction rapport 2015/2016																									

Tableau 2 : Planning des suivies, échantillonnage et analyses effectues en 2015 et 2016.

Le tableau ci-dessous synthétise le nombre d'échantillons prélevés en 2015 sur les parcelles sur les parcelles de Forêt Nord et Pic du Grand Kaori. Le même protocole d'échantillons a été applique en 2016 sauf que Pic du Pin n'a pas été échantillonné (une fois toutes des deux ans).

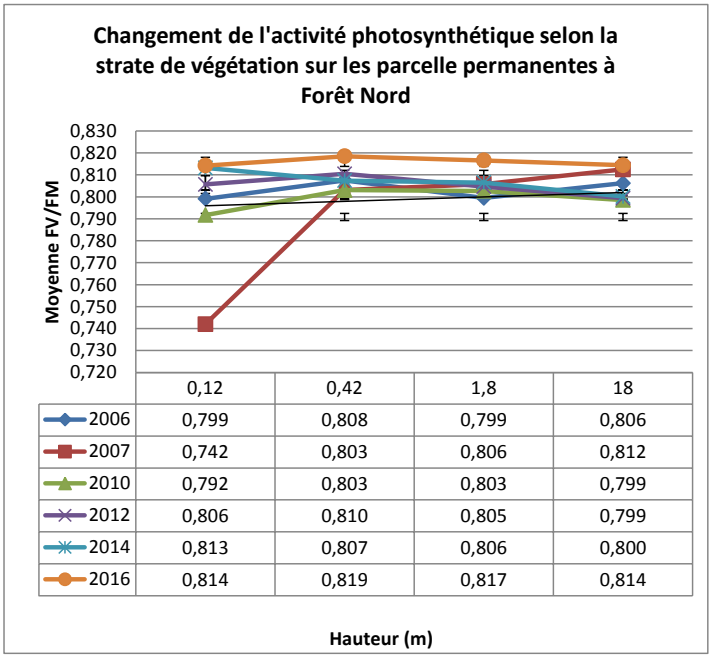
Analyses chimique	Nombre d'échantillons à Forêt Nord					Nombre d'échantillons à Pic du Grand Kaori					Nombre d'échantillons à Pic du Pin		
	FN1	FN2	FN3	FN4	Total	PGK 1	PGK 2	PGK 3	PGK 4	Total	PP1	PP2	Total
Litière	5	5	5	5	20	5	5	5	5	20	5	5	10
Sol	5	5	5	5	20	5	5	5	5	20	5	5	10
Gardenia aubreyii			5	5	10	5	5	5	5	20		5	5
Garcinia neglecta	5			5	10						5	5	10
Sparattocyse dioica		5	5		10	5	5	5	5	20	5		5
Xylopia veillardii	5	5			10								
TOTAL					80					80			40

Tableau 3 : Nombre d'échantillons et analyses fait par échantillon pour les échantillons de sol litière et feuilles des espèces sélectionnées sur Forêt Nord et Pic du Grand Kaori en 2015.

3. RÉSULTATS

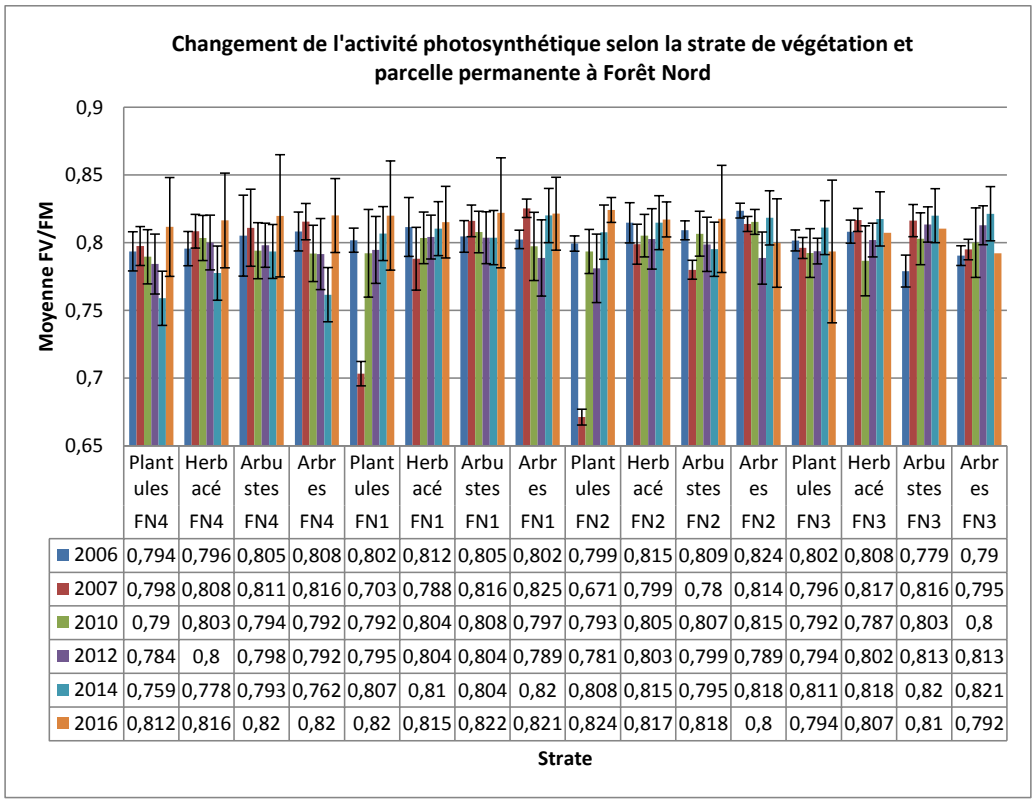
3.1 Santé des parcelles en Forêt-Nord et au Pic du Grand Kaori

Fluorimétrie de la végétation par strate sur les parcelles de la Forêt-Nord



	0,12	0,42	1,8	18
2006	0,799	0,808	0,799	0,806
2007	0,742	0,803	0,806	0,812
2010	0,792	0,803	0,803	0,799
2012	0,806	0,810	0,805	0,799
2014	0,813	0,807	0,806	0,800
2016	0,814	0,819	0,817	0,814

Figure 6 : L'état de santé (fluorimétrie) des différentes strates de végétation des parcelles permanentes à Forêt Nord entre 2006 et 2016



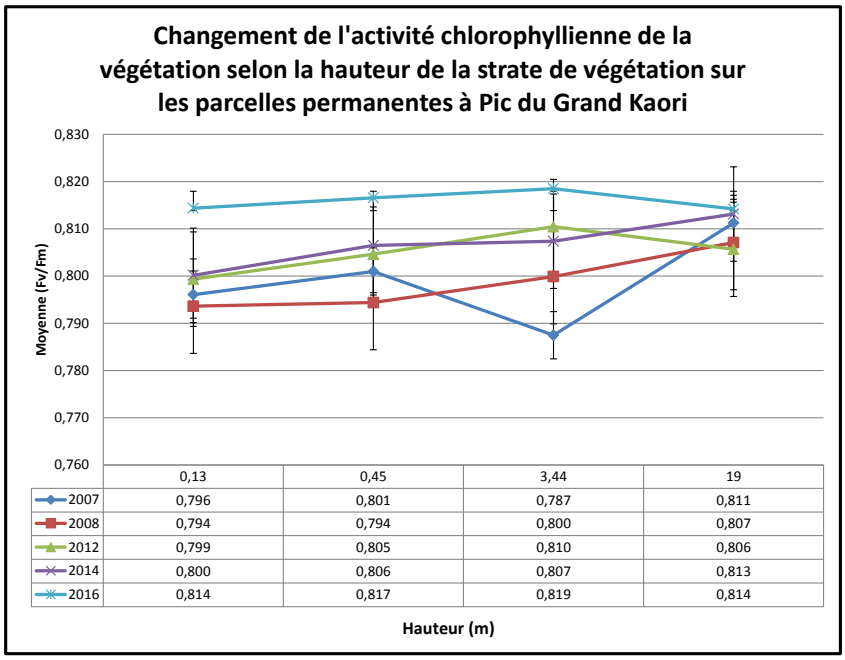
	Plantules FN4	Herbacé FN4	Arbustes FN4	Arbres FN4	Plantules FN1	Herbacé FN1	Arbustes FN1	Arbres FN1	Plantules FN2	Herbacé FN2	Arbustes FN2	Arbres FN2	Plantules FN3	Herbacé FN3	Arbustes FN3	Arbres FN3
2006	0,794	0,796	0,805	0,808	0,802	0,812	0,805	0,802	0,799	0,815	0,809	0,824	0,802	0,808	0,779	0,79
2007	0,798	0,808	0,811	0,816	0,703	0,788	0,816	0,825	0,671	0,799	0,78	0,814	0,796	0,817	0,816	0,795
2010	0,79	0,803	0,794	0,792	0,792	0,804	0,808	0,797	0,793	0,805	0,807	0,815	0,792	0,787	0,803	0,8
2012	0,784	0,8	0,798	0,792	0,795	0,804	0,804	0,789	0,781	0,803	0,799	0,789	0,794	0,802	0,813	0,813
2014	0,759	0,778	0,793	0,762	0,807	0,81	0,804	0,82	0,808	0,815	0,795	0,818	0,811	0,818	0,82	0,821
2016	0,812	0,816	0,82	0,82	0,82	0,815	0,822	0,821	0,824	0,817	0,818	0,8	0,794	0,807	0,81	0,792

Figure 7 : L'état de santé (fluorimétrie) des différentes strates de végétation pour chaque parcelle permanente au Forêt Nord entre 2006 et 2016

Les mesures de fluorimétrie des parcelles selon la strate de végétation en Forêt-Nord ont montré que :

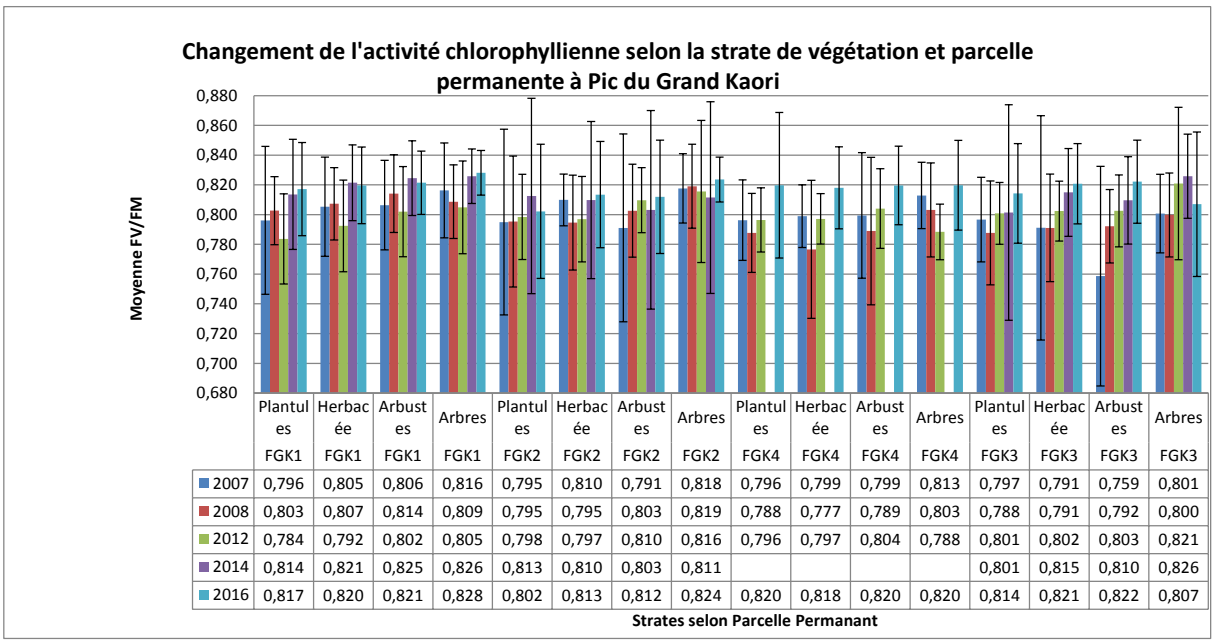
- Ensemble des strates affichent des valeurs FV/FM > 0,79 suggérant des systèmes photosynthétique des plantes affichent une bonne activité depuis 2010.
- Les valeurs moyennes de FV/Fm sont légèrement plus élevées en 2016 que les années précédant pour ensemble des strates (Figure 6).
- Le changement positif de l'état de santé du système de photosynthèse pour l'ensemble des strates a Forêt-Nord entre 2014 et 2016 est plus marquant sur FN4 (Figure 7).

Fluorimétrie de la végétation par strate sur les parcelles permanentes au Pic du Grand Kaori



	0,13	0,45	3,44	19
2007	0,796	0,801	0,787	0,811
2008	0,794	0,794	0,800	0,807
2012	0,799	0,805	0,810	0,806
2014	0,800	0,806	0,807	0,813
2016	0,814	0,817	0,819	0,814

Figure 8 : L'état de santé (fluorimétrie) des différentes strates de végétation des parcelles permanentes au Pic du Grand Kaori entre 2007 et 2016



	Plantules FGK1	Herbacée FGK1	Arbustes FGK1	Arbres FGK1	Plantules FGK2	Herbacée FGK2	Arbustes FGK2	Arbres FGK2	Plantules FGK4	Herbacée FGK4	Arbustes FGK4	Arbres FGK4	Plantules FGK3	Herbacée FGK3	Arbustes FGK3	Arbres FGK3
2007	0,796	0,805	0,806	0,816	0,795	0,810	0,791	0,818	0,796	0,799	0,799	0,813	0,797	0,791	0,759	0,801
2008	0,803	0,807	0,814	0,809	0,795	0,795	0,803	0,819	0,788	0,777	0,789	0,803	0,788	0,791	0,792	0,800
2012	0,784	0,792	0,802	0,805	0,798	0,797	0,810	0,816	0,796	0,797	0,804	0,788	0,801	0,802	0,803	0,821
2014	0,814	0,821	0,825	0,826	0,813	0,810	0,803	0,811					0,801	0,815	0,810	0,826
2016	0,817	0,820	0,821	0,828	0,802	0,813	0,812	0,824	0,820	0,818	0,820	0,820	0,814	0,821	0,822	0,807

Figure 9 : L'état de santé (fluorimétrie) des différentes strates de végétation pour chaque parcelle permanente au pic du Grand Kaori entre 2007 et 2016.

Les mesures de fluorimétrie des parcelles selon la strate de végétation à Pic du Grand Kaori ont montré une végétation en général en bonne santé, avec plusieurs similitudes et différences :

- Ensemble des strates affichent des valeurs FV/FM > 0,79 suggérant des systèmes photosynthétique des plantes affichent une bonne activité depuis début des mesures en 2007.
- Les valeurs moyennes de FV/Fm sont légèrement plus élevées en 2016 que les années précédant pour ensemble des strates (Figure 6).
- Les valeurs FV/FM de 2016 sont plus élevées sur l'ensemble des strates sur PGK1 et PGK2 que sur les autres parcelles en altitude.

Famille/Genre ou Espèce	Arbre						Arbuste						Juvénile						Plantule					
	2012		2014		2016		2012		2014		2016		2012		2014		2016		2012		2014		2016	
	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM
Agathis lanceolata	2	0,81	3	0,80	3	0,82																		
Agathis moorei	1	0,77					1	0,82	1	0,82	1	0,83												
Alangium bussyanum							1	0,79																
Alphitonia neocaledonica	1	0,83	1	0,82	1	0,82							1	0,84	1	0,82	1	0,85	1	0,81	1	0,79	1	0,84
Alstonia sp																								
Alyxia sp													3	0,83	2	0,84	1	0,84	1	0,80	2	0,70	1	0,80
Amphorogyne spicata							2	0,82	2	0,82	1	0,83												
ANNONACEAE sp									6	0,82			2	0,82	1	0,81	2	0,68	1	0,75	1	0,77	1	0,83
Annonaceae/Xylopia															2	0,79								
APOCYNACEAE sp													1	0,76										
Apodytes clusiifolia	2	0,82	2	0,81	2	0,82	1	0,82																
Archidendropsis granulosa	1	0,85	2	0,82	2	0,83	14	0,81	14	0,79	12	0,80	78	0,80	79	0,78	70	0,81	5	0,78	5	0,81	3	0,82
Atractocarpus pseudo-terminalis									1	0,79	1	0,79												
Atractocarpus sp.							7	0,79	5	0,79	5	0,80	6	0,72	6	0,77	6	0,78						
Austrobuxus pauciflorus											1	0,80												
Austrobuxus sp.							2	0,80	1	0,82	1	0,78												
Balanops cf. vieillardii			1	0,84																				
Balanops sp.	1	0,82			1	0,85	8	0,78	8	0,79	7	0,79	3	0,79	2	0,80	3	0,83						
Basselinia pancheri							1	0,82	1	0,81	1	0,78												
Beauprea sp.							1	0,83	1	0,80														
Beccariella sp.																			1	0,80	1	0,83	1	0,84
Bocquillonia rhomboidea							20	0,79	18	0,79	19	0,80	7	0,79	7	0,80	6	0,82	1	0,78	1	0,82	1	0,78
Bureavella endichleri																								
Bureavella sp.			3	0,81	1	0,81			1	0,76														
Bureavella wakere															1	0,81								
Calophyllum caledonicum	6	0,81	6	0,82	6	0,78	3	0,82	3	0,81	3	0,82	1	0,85	1	0,69	1	0,83	1	0,80				
Canarium oleiferum	2	0,78	1	0,82	2	0,80	1	0,76	1	0,83	1	0,82												
Casearia sp							5	0,82	3	0,82	4	0,81	2	0,81	2	0,81	1	0,81	1	0,79	1	0,81	1	0,80
Cerberiopsis candelabra	4	0,82	4	0,82	4	0,80																		
cf. Homalium									2	0,82														
cf. Xylosma									1	0,80														
Chambeyronia macrocarpa	1	0,78	1	0,78	1	0,79																		
Chionanthus brachystachys	2	0,82	3	0,78	2	0,76							1	0,81	1	0,82	1	0,82	1	0,82	1	0,80		
Cleidion vieillardii							3	0,78	3	0,81	3	0,81	1	0,81	1	0,77	1	0,78	2	0,80	2	0,77	2	0,79
Cleistanthus stipitatus							27	0,80	24	0,80	25	0,82	7	0,77	7	0,78	7	0,82						
Codia discolor	3	0,81	2	0,83	2	0,81																		
Codia jaffrei	1	0,83	2	0,82	2	0,70																		
Codia sp	2	0,80	2	0,83	2	0,78	4	0,83	2	0,83	4	0,81												
Comptonella sp	1	0,77			1	0,84																		
Cordyline neocaledonica							6	0,80	5	0,79	5	0,79	3	0,79	3	0,81	3	0,80						
Crossostylis grandiflora	2	0,78	2	0,83	2	0,82	2	0,78	2	0,80	2	0,81												
Cryptocarya sp.	3	0,77	3	0,76	3	0,80	28	0,80	24	0,79	24	0,81	39	0,80	37	0,80	38	0,81	2	0,75	1	0,81	1	0,83
Cunonia cf balansae									2	0,78														
Cunonia sp													1	0,84	1	0,79	1	0,82						
Cupaniopsis cf. oedipoda X			1	0,80																				
Cupaniopsis cf. sylvatica									1	0,82														
Cupaniopsis macrocarpa			1	0,80	1	0,82																		
Cupaniopsis myrmoctona															1	0,78	1	0,81						
Cupaniopsis oedipoda			1	0,82	1	0,84																		
Cupaniopsis sp	5	0,78	2	0,81	3	0,82	31	0,79	26	0,77	24	0,82	62	0,80	45	0,79	50	0,81	15	0,79	13	0,76	12	0,79
Cyphokentia macrostachya	1	0,83	1	0,79	1	0,80																		
Delarbrea sp							3	0,80	3	0,82	2	0,82	1	0,79					4	0,77	3	0,78	3	0,81
Deplanchea speciosa							2	0,84	2	0,84	2	0,84												
Dicarpellum sp															1	0,66	1	0,82						
Diospyros olen							3	0,78	3	0,75	3	0,82												
Diospyros sp.	1	0,77	1	0,65	1	0,84	9	0,81	6	0,82	7	0,82	11	0,79	10	0,79	9	0,81						
Dysoxylum cf. minutiflorum			1	0,79																				
Dysoxylum minutiflorum					4	0,82																		
Dysoxylum rufescens			4	0,81	1	0,83																		
Dysoxylum rufescens subs			3	0,81	3	0,78																		
Dysoxylum sp.	9	0,78	1	0,80	1	0,80	8	0,82	8	0,81	8	0,81	8	0,81	5	0,80	5	0,82	1	0,79				
Elaeocarpus leratii															3	0,81	4	0,81						
Elaeocarpus sp.	1	0,66	1	0,81	1	0,82	2	0,81	1	0,83	1	0,84	7	0,79	3	0,80	3	0,82						
Elaeocarpus yateensis	2	0,82	1	0,82	2	0,80																		
Endiandra sp.													3	0,82	3	0,80								
Euroschinus elegans	1	0,82	1	0,81																				
Euroschinus sp.	3	0,82	3	0,83	3	0,83	1	0,83	1	0,82	1	0,80												
Ficus cf. prolixa			1	0,82	1	0,81																		
Ficus cf. webbiana									1	0,83														
Ficus dzumacense			1	0,82	1	0,79																		
Ficus habrophylla			1	0,82	1	0,80																		
Ficus sp.	4	0,80	1	0,83	1	0,83	15	0,79	15	0,79	16	0,80	4	0,75	3	0,81	3	0,81	1	0,81	1	0,79	1	0,79
Flindersia fournieri	1	0,75	1	0,79	1	0,81																		
Freycinetia sp.													2	0,79			1	0,80	2	0,79	1	0,81	1	0,83
Garcinia balansae	1	0,78	2	0,79	2	0,79	1	0,79	1	0,79	1	0,80			6	0,80	7	0,79			1	0,82		
Garcinia neglecta	5	0,80	7	0,80	7	0,79	1	0,78	1	0,78	1	0,79			2	0,78	1	0,82			4	0,79	4	0,82

Famille/Genre ou Espèce	Arbre						Arbuste						Juvénile						Plantule					
	2012		2014		2016		2012		2014		2016		2012		2014		2016		2012		2014		2016	
	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM
Garcinia sp.	7	0,75	4	0,79	4	0,76	19	0,80	18	0,78	16	0,80	40	0,81	18	0,83	20	0,81	34	0,78	23	0,77	25	0,81
Gardenia aubryi							8	0,80	6	0,79	6	0,81	3	0,79	5	0,78	4	0,80	2	0,79				
Geissois pruinosa	1	0,77	1	0,81	1	0,81																		
Geissois sp.	1	0,79	1	0,82	1	0,84	1	0,84	1	0,83	1	0,83												
Geniostoma									1	0,79														
Guettarda sp.	1	0,84			1	0,84	4	0,82	4	0,79	4	0,82	1	0,80	1	0,82	1	0,82	1	0,80	1	0,81	1	0,78
Guettarda wagapensis	1	0,82	2	0,82	1	0,81	2	0,84	3	0,82	4	0,84	1	0,83	1	0,84	1	0,83						
Guioa sp.													1	0,82	1	0,81								
Gymnostoma sp.			1	0,83	1	0,84																		
Halfordia kendac	2	0,79	2	0,78	2	0,84																		
Hedycarya parviflora	1	0,73	1	0,78	1	0,82													1	0,81			1	0,82
Hibbertia pancheri	1	0,83	1	0,84	1	0,83																		
Homalium sp.	2	0,81	2	0,78	1	0,77	7	0,80	3	0,79	4	0,82	2	0,80	2	0,82	2	0,80	2	0,76				
Hugonia sp.							2	0,78	2	0,80	2	0,83												
Hypserpa sp.													3	0,79			2	0,84	3	0,74	3	0,78	3	0,81
Icacinaceae									1	0,81	1	0,82												
Ilex sebertii	1	0,79	1	0,78	1	0,83							1	0,79			1	0,80			1	0,81		
Ixora comptonii															7	0,82	8	0,81						
Ixora montana									8	0,79	8	0,80							1	0,83	8	0,82	8	0,80
Ixora sp.							12	0,69					11	0,80	2	0,82	3	0,82	10	0,80				
Ixora yahouensis			1	0,90			2	0,78	5	0,80	5	0,83									1	0,80	2	0,82
Lethedon sp.							4	0,81	4	0,81	3	0,81	3	0,80	3	0,76	2	0,71						
Litsea sp.													1	0,81	1	0,81	1	0,78						
Macaranga alchorneoides	3	0,80	3	0,81	3	0,80	8	0,80	8	0,81	8	0,82	6	0,81	6	0,82	6	0,83			1	0,82		
Machaerina											1	0,81												
Maxwellia lepidota	1	0,70	1	0,79																				
Meiogyne tiebaghiensis													9	0,79	9	0,82	9	0,80						
Melicope sp.													1	0,80			1	0,82	1	0,78	1	0,79	1	0,88
Meryta coriaceae							28	0,82	24	0,82	27	0,82	4	0,80	4	0,82	2	0,83						
MIMOSACEAE sp	1	0,82																	1	0,80			1	0,83
Montrouziera gabriellae	1	0,82	1	0,80	1	0,83																		
MORACEAE sp																			3	0,80	4	0,80	3	0,82
Morierina montana							1	0,77			1	0,90												
MYRTACEAE sp	1	0,82	1	0,82	1	0,81			1	0,78	1	0,78											1	0,81
Oxera sp											1	0,82	2	0,82	2	0,81	2	0,82						
Pagiantha cerifera	1	0,77	1	0,80	1	0,82	9	0,81	8	0,81	8	0,82	20	0,77	20	0,78	19	0,82	4	0,80	2	0,78	2	0,81
Pandanus sp							8	0,79	6	0,83	4	0,81	6	0,79	5	0,79	5	0,81	3	0,68	2	0,78	2	0,81
Periomphale balansae																								
Phyllanthus caudatus									1	0,73	1	0,82												
Phyllanthus montis-fontium																	1	0,81						
Phyllanthus sp							4	0,80	3	0,82	3	0,79	4	0,82	2	0,81	2	0,84						
Pittosporum sp							5	0,80	6	0,80	5	0,79	1	0,82	1	0,80	1	0,86	1	0,80	1	0,80	1	0,79
Planchonella endichleri	1	0,83			1	0,82	1	0,79																
Planchonella sp	8	0,78			2	0,81	3	0,80			1	0,81	11	0,77	10	0,77	10	0,80	11	0,77	8	0,72	7	0,80
Planchonella thiensis	1	0,83	4	0,78	5	0,83					1	0,83												
Planchonella wakere	1	0,78															1	0,81			3	0,75		
Pleurocalyptus pancheri	2	0,81	2	0,82	2	0,77																		
Podocarpus lucienii	2	0,82	2	0,83	2	0,77	1	0,83	1	0,81	1	0,85	2	0,83	2	0,81	2	0,84						
Podonephelium homei							1	0,75			1	0,78												
Polyalthia nitidissima							5	0,78	4	0,79	5	0,82	2	0,79	1	0,75								
Polyscias dioica																					1	0,82	1	0,84
Polyscias sp	2	0,82	2	0,82			1	0,58			1	0,81							1	0,82				
Psychotria douarrei															1	0,82	1	0,81						
Psychotria sp							6	0,79	6	0,79	6	0,79	5	0,81	3	0,82	2	0,84						
Pycnandra chartacea	1	0,81																						
Pycnandra sp							5	0,80	4	0,81	4	0,83	4	0,79	4	0,79	3	0,82	2	0,81	2	0,82	2	0,81
Rapanea sp	1	0,74	1	0,82	1	0,79							2	0,80	2	0,80	2	0,77						
Rourea balanseana													3	0,78	3	0,79	3	0,79						
RUBIACEAE sp							2	0,81			1	0,78									1	0,81		
RUTACEAE sp							1	0,81	1	0,81	1	0,83							1	0,81	1	0,80	1	0,72
SAPINDACEAE sp	1	0,81	1	0,82	1	0,84			1	0,81			1	0,78	1	0,76	1	0,81						
SAPOTACEAE sp	1	0,81	1	0,81	1	0,79			1	0,83			18	0,80	17	0,80	15	0,81	8	0,80	5	0,81	8	0,81
Sarcomelicope simplicifolia	3	0,80	3	0,53	3	0,77																		
Schefflera gordonii									1	0,82			1	0,80										
Schefflera reginae									5	0,70	4	0,81			3	0,81	3	0,83						
Schefflera sp							8	0,81	1	0,84	4	0,84	7	0,82	3	0,81	2	0,81	3	0,77	3	0,79	3	0,81
Sloanea sp							1	0,82			1	0,83												
Smilax sp							2	0,78	2	0,79	1	0,82	19	0,79	17	0,77	15	0,80	5	0,79	3	0,81	3	0,81
Sp Annonaceae															1	0,72								
Sparattosyce dioica	1	0,83	1	0,81	1	0,77	7	0,81	4	0,80	7	0,81					1	1,00	2	0,80	2	0,79	2	0,83
Spiraeanthemum meridionale							1	0,78																
Storckiella pancheri	1	0,73	1	0,71	1	0,82	1	0,80	1	0,83	1	0,84	1	0,81	1	0,77	1	0,83						
Storthocalyx chryseus			3	0,82	3	0,83																		
Storthocalyx leioneurus			1	0,82	1	0,82																		
Storthocalyx sp	4	0,79					11	0,80	10	0,79	11	0,81	21	0,79	19	0,80	18	0,81	8	0,77	6	0,81	6	0,82
Styphelia cymbulae	1	0,83	1	0,84	1	0,82																		
Syzygium arboreum			1	0,80	1	0,82																		

	Arbre						Arbuste						Juvénile						Plantule					
	2012		2014		2016		2012		2014		2016		2012		2014		2016		2012		2014		2016	
Famille/Genre ou Espèce	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM
Syzygium macranthum			1	0,82	1	0,82																		
Syzygium multipetalum	2	0,82	2	0,82	2	0,81																		
Syzygium sp	10	0,78	7	0,79	8	0,79	9	0,78	8	0,80	5	0,81	12	0,79	9	0,80	10	0,80	3	0,78	2	0,69	3	0,81
Tapeinosperma sp							4	0,80	1	0,78	3	0,82	1	0,81	1	0,79	1	0,83						
Tarenna sp							1	0,76			1	0,78												
Tieghemopanax bracteata									1	0,82														
Ventilago sp.																					1	0,80		
Vitex sp	2	0,77	2	0,82	2	0,83																		
Xanthomyrtus hienghenensis							1	0,81																
Xylopia sp	2	0,79					5	0,79	4	0,78	4	0,82	12	0,79	9	0,80	7	0,80	3	0,78	4	0,79	2	0,81
Xylopia vieillardii			2	0,83	2	0,81			1	0,82	1	0,77			1	0,79	1	0,81						
Xylosma confusum									1	0,82	1	0,80												
Xylosma sp							4	0,80	2	0,77	3	0,83												
Zygogynum sp							5	0,77	3	0,80	3	0,82	3	0,82	2	0,82	3	0,82						
Nombre total & Moyenne FV/FM	142	0,80	136	0,80	135	0,81	423	0,80	376	0,80	372	0,81	499	0,80	436	0,79	422	0,81	154	0,79	129	0,79	122	0,81

Tableau 4 : Fluorimétrie par espèce selon strate - Forêt-Nord

L'évaluation du fluorimetrie par espèces selon les strates montres que :

- La plupart des espèces des strates arbres, arbustes, juvéniles affichent une légère augmentation de leur activité photosynthétique de 2012 à 2016.
- Les valeurs FV/FM les plus élevées de strate arbres représentent par des espèces cicatricielles telles qu'Agathis *lanceolata, Gymnostoma poissoniana, Deplanchea speciosa, Alphitonia neocaledonica, Archidendropsis granulosa, Geissois* spp. *Macaranga alchorneoides, Hibbertia pancheri* qui montent le moyenne de l'activité photosynthétique vers le haut.
- Les arbres et arbustes de forêt humide à croissance lente telles de *Calophyllum caledonicum, Garcinia balansae, Meryta coriaceae, Syzygium* sp, *Bocquillonia rhomboidea* ont généralement opèrent a des valeurs d'activité photosynthétique inferieur (>0,77<0,81) a les espèces cicatricielles (>0,82<0,85) car adaptée plutôt à la faible luminosité aux milieux sombre des sous-bois.

Famille/ Genre ou Espèces	Adultes						Arbuste						Juvéniles						Plantules					
	2012		2014		2016		2012		2014		2016		2012		2014		2016		2012		2014		2016	
	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM
Acropogon sp							1	0,78	1	0,81	1	0,83												
Agatea longipedicellata							1	0,77	1	0,81	1	0,83									1	0,81		
Agathis lanceolata	2	0,81	2	0,82	2	0,71	2	0,83	1	0,84	2	0,80			1	0,82								
Alphitonia neocaledonica	1	0,82					6	0,83	5	0,84	5	0,84	1	0,81	1	0,81	1	0,79	2	0,83	1	0,83	1	0,84
Alstonia sp													1	0,81	1	0,82	1	0,79						
Alyxia baillonii							1	0,81	1	0,82	1	0,83												
Alyxia sp													1	0,82	3	0,81	1	0,83						
ANNONACEAE sp													1	0,81	1	0,81								
APOCYNACEAE sp													2	0,81	1	0,82	1	0,78						
Apodytes clusiifolia	2	0,83	2	0,70	4	0,81	4	0,82	4	0,81	4	0,82	2	0,82	2	0,81	2	0,83	3	0,81	3	0,78	3	0,81
Apodytes sp	1	0,79	1	0,82																				
ARALIACEAE sp																			3	0,80	2	0,80	2	0,76
Archidendropsis granulosa	5	0,83	5	0,82	5	0,81	12	0,81	3	0,82	11	0,82	13	0,79	19	0,81	12	0,81	3	0,80	2	0,81	2	0,80
ARECACEAE sp													2	0,81	2	0,81	2	0,81						
Arillastrum gummiferum	1	0,81	1	0,80	2	0,83									1	0,84								
Arthrophyllum sp							2	0,81	1	0,79	1	0,82							1	0,79			1	0,82
Atractocarpus ngoyensis							1	0,81	1	0,81	1	0,82												
Atractocarpus pseudo-terminalis							1	0,79	2	0,80	1	0,79	1	0,81	1	0,82	1	0,77						
Atractocarpus pterocarpon							4	0,76	4	0,81	4	0,81	3	0,78	1	0,78	3	0,79						
Atractocarpus sp.							3	0,80	2	0,81	3	0,80	7	0,78	7	0,80	7	0,81	1	0,78	1	0,77	1	0,80
Austrobuxus pauciflorus	2	0,82			2	0,80	3	0,80	1	0,80	3	0,80			1	0,79								
Austrobuxus sp.	1	0,78			1	0,84							1	0,58	1	0,80	1	0,82						
Balanops pancheri							1	0,80	1	0,82	1	0,62												
Balanops sp.	1	0,81			1	0,84							2	0,81	1	0,83	2	0,81						
Basselinia pancheri									1	0,80			1	0,81					1	0,79				
Beauprea montana	1	0,84	1	0,79	1	0,82																		
Beauprea sp.	2	0,82	2	0,84	2	0,81																		
Beccariella longipetiolata									1	0,84	1	0,81												
Beccariella sp.							4	0,81	4	0,82	4	0,83							3	0,76	2	0,82	2	0,79
Bikkia parviflora							2	0,81			2	0,82			2	0,82								
Bocquillonia rhomboidea							14	0,80	6	0,79	14	0,80	5	0,81	12	0,82	5	0,80	1	0,79			1	0,81
Calophyllum caledonicum	6	0,81	2	0,81	5	0,82	9	0,82	3	0,72	8	0,82	9	0,81	8	0,82	5	0,82	10	0,80	2	0,63	6	0,82
Campecarpus fulcitus							1	0,82	1	0,83	1	0,76												
Canarium oleiferum	1	0,81			1	0,83																		
Casearia montana							9	0,80	8	0,82	8	0,83	1	0,81	2	0,82	1	0,79						
Casearia silvana							3	0,81			3	0,81	1	0,80	3	0,81								
Casearia sp							11	0,81	6	0,80	10	0,81	6	0,80	6	0,81	5	0,79						
Cerberiopsis candelabra							1	0,80	1	0,83	1	0,84												
Chionanthus brachystachys							1	0,83			1	0,84	2	0,74	1	0,82	2	0,81						
Cleidion vieillardii							12	0,80	4	0,80	11	0,81	1	0,81	5	0,80			11	0,81	3	0,78	8	0,80
CLUSIACEAE sp													1	0,82	1	0,83	1	0,83						
Codia jaffrei	7	0,80	8	0,83	4	0,83	2	0,83	1	0,83	1	0,84												
Codia sp	6	0,83	4	0,84	7	0,83	1	0,81	2	0,84	1	0,83	10	0,80	6	0,81	6	0,82	5	0,76	5	0,83	4	0,80
Comptonella sp							1	0,82			1	0,84	1	0,81	1	0,81	1	0,81						
Cordyline neocaledonica							1	0,78	1	0,82	1	0,82												
Coronanthera pulchra							1	0,77	1	0,83	1	0,83	4	0,81	2	0,83	4	0,83						
Cryptocarya guillauminii							4	0,77	1	0,79	4	0,78			2	0,79								
Cryptocarya sp.	7	0,78	4	0,79	7	0,80	15	0,79	7	0,79	15	0,80	47	0,80	32	0,80	31	0,80	11	0,79	6	0,80	8	0,80
Cunonia cf balansae	1	0,81	6	0,83	1	0,82	1	0,82			1	0,81							1	0,82			1	0,80
Cunonia sp	2	0,77			2	0,79	1	0,82	1	0,84	1	0,84												
Cunoniaceae sp	1	0,83					1	0,82			1	0,84			1	0,82								
Cupaniopsis oedipoda													1	0,83	1	0,83	1	0,82						
Cupaniopsis sp							4	0,78	1	0,82	3	0,80	13	0,80	14	0,80	10	0,81	6	0,81	4	0,81	6	0,79
Cyclophyllum balansae											1	0,82	1	0,79										
Cyclophyllum sp																			1	0,78	1	0,81	1	0,80
Cyphokentia macrostachya							3	0,81	1	0,75	3	0,80												
Delarbrea sp	1	0,82	1	0,84	1	0,85	2	0,82	2	0,81	2	0,82	1	0,81			1	0,83	18	0,80	4	0,82	10	0,80
Deplanchea speciosa	4	0,82	3	0,82	4	0,82	2	0,79	1	0,83	2	0,83	1	0,82	1	0,83	1	0,84						
Dicarpelleum pronyensis cf																							1	0,80
Dicarpellum sp							1	0,81			1	0,81			1	0,81								
Diospyros macrocarpa							4	0,79			3	0,80	1	0,78	2	0,79	1	0,83						
Diospyros olen	3	0,72	3	0,83	3	0,81	9	0,79	3	0,72	8	0,82	1	0,82			1	0,80						
Diospyros parviflora							1	0,79			1	0,79			1	0,80								
Diospyros sp.	3	0,81	3	0,81	3	0,82	10	0,81	8	0,77	9	0,87	21	0,79	15	0,80	19	0,81	17	0,80	14	0,81	14	0,81
Dysoxylum canalense													3	0,77	2	0,80	2	0,79	1	0,79	1	0,81	1	0,80
Dysoxylum rufescens	1	0,81	1	0,82	1	0,85																		
Dysoxylum rufescens ssp dzumacense							1	0,81			1	0,81			1	0,84								
Dysoxylum sp.							1	0,69	1	0,81	1	0,82	6	0,80	4	0,80	5	0,81	9	0,79	6	0,79	7	0,79
Elaeocarpus sp.	2	0,74	1	0,83	2	0,82	2	0,81	2	0,81	2	0,83	1	0,79			1	0,81						
Elaeocarpus yateensis	2	0,80			2	0,80																		
Endiandra sp.							5	0,81	1	0,82	6	0,81	8	0,81	8	0,77	7	0,81						
Eugenia sp.	1	0,80	1	0,81	1	0,81	8	0,80	5	0,82	8	0,78	8	0,80	9	0,80	8	0,80	2	0,80	2	0,80	2	0,79
Euroschinus elegans							1	0,78			1	0,72			1	0,83								
Euroschinus sp.	1	0,81	1	0,83	1	0,82																		
Falcatifolium taxoides													1	0,82	1	0,83	1	0,80						
Ficus asperula							1	0,82			1	0,81	1	0,82	1	0,82	1	0,82						
Ficus nitidifolia							2	0,81			2	0,83												
Ficus sp.							5	0,81	3	0,80	5	0,82	3	0,79	3	0,81	2	0,79						
Fissistigma punctulatum							7	0,78	3	0,76	6	0,78	3	0,77	1	0,57	3	0,80						
Flindersia fournieri	1	0,83	2	0,79	1	0,83	6	0,83	5	0,82	6	0,83	4	0,81	3	0,83	4	0,83						
Garcinia balansae							4	0,77	3	0,81	4	0,81	1	0,76	2	0,80	1	0,79						
Garcinia neglecta							1	0,80			1	0,82												
Garcinia sp.	3	0,80	1	0,80	4	0,81	6	0,80	4	0,81	6	0,81	32	0,80	25	0,80	29	29,51	21	0,79	12	0,76	12	0,80
Gardenia aubryi							11	0,80	8	0,81	10	0,81	4	0,81	5	0,82	4	0,79	1	0,80	1	0,80		
Gastrolepis austrocaledonica	6	0,80	4	0,83	6	0,80	2	0,82	2	0,70	2	0,83	1	0,80	1	0,82	1	0,82	1	0,78	1	0,80	1	0,81
Gea platycarpa							2	0,80	1	0,79	2	0,76												
Geissois sp.	1	0,83	1	0,84	1	0,83	3	0,79	3	0,81	3	0,83												
Geniostoma rupestre							1	0,81			1	0,81												
Guettarda eximia	5	0,82	4	0,82	5	0,82	15	0,82	10	0,81	14	0,81	1	0,80	2	0,81	1	0,83	1	0,79			1	0,80
Guettarda sp.							2	0,83	1	0,83	2	0,82	2	0,83					4	0,81	2	0,81	3	0,81
Guioa villosa							1	0,81			1	0,82	1	0,80	2	0,81	1	0,82						
Hibbertia lucens	5	0,85	5	0,78	5	0,85																		
Hibbertia sp	2	0,81	2	0,85	2	0,84																		
Homalium sp.	2	0,77			2	0,79	2	0,82	1	0,80	2	0,82												
Hugonia sp.							2	0,82	1	0,83	2	0,81	1	0,79	2	0,81	1	0,79						
Hybanthus austrocaledonicum							6	0,80	6	0,81	5	0,81	6	0,79	5	0,81	5	0,81	4	0,76	5	0,79	5	0,78
Hypserpa sp.													2	0,81	1	0,78	1	0,82	1	0,81				
Ixora cauliflora							1	0,82			1	0,82												

Famille/ Genre ou Espèces	Adultes						Arbuste						Juvéniles						Plantules					
	2012		2014		2016		2012		2014		2016		2012		2014		2016		2012		2014		2016	
	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM	N°	FV/FM
Ixora sp.							5	0,82	2	0,84	3	0,84	1	0,80	1	0,83	1	0,81						
LAURACEAE sp							1	0,79							1	0,82								
Lethedon sp.							3	0,82	3	0,82	3	0,81												
Melicope sp.																			2	0,80	2	0,81	2	0,82
Melicope vieillardii							5	0,78	3	0,80	5	0,80												
Meryta coriaceae							9	0,82	7	0,80	9	0,82			2	0,79	1	0,81						
Montrouziera gabriellae							5	0,80	2	0,83	4	0,82	2	0,79	3	0,80	2	0,82	1	0,79	1	0,84	1	0,78
Montrouziera sp													2	0,81	1	0,84	1	0,83						
MORACEAE sp																								
Myodocarpus fraxinifolius	5	0,83	4	0,84	4	0,83	5	0,81	2	0,85	5	0,81			4	0,84					12	0,83		
Myodocarpus involucratus	1	0,81			1	0,85																		
Myodocarpus sp																								
MYRTACEAE sp	2	0,80	2	0,82	2	0,81	2	0,80							2	0,84			6	0,81	1	0,79	6	0,79
Neissosoperma miana			1	0,81																				
Ochrosia balansae							5	0,81	5	0,81	4	0,82	1	0,78			1	0,83						
Ochrosia sp	3	0,80	2	0,81	3	0,79	4	0,81	1	0,83	4	0,82	2	0,77	3	0,80	2	0,81						
Pagiantha cerifera							11	0,80	8	0,81	11	0,81	7	0,80	9	0,81	7	0,82						
PANDANACEAE sp													1	0,82	1	0,82	1	0,83	1	0,81				
Pandanus sp							1	0,81	1	0,82	1	0,83	5	0,76	3	0,82	3	0,82						
Periomphale balansae											1	0,82												
Phelline billardieri							3	0,80	2	0,79	3	0,80			1	0,82								
Phyllanthus montis-fontium													1	0,81			1	0,83						
Phyllanthus sp							6	0,82	6	0,83	6	0,83	5	0,81	7	0,82	6	0,82	10	0,79	9	0,81	7	0,80
Piliocalyx sp	1	0,81	1	0,82	1	0,83																		
Pittosporum deplanchei							2	0,82	2	0,82	2	0,83												
Pittosporum pronyense							2	0,80	2	0,82	2	0,83												
Pittosporum sp							7	0,81	2	0,81	6	0,81	2	0,79	2	0,80	2	0,81						
Planchonella endichleri	4	0,77	3	0,78	4	0,82	12	0,82	6	0,83	9	0,83	6	0,81	7	0,82	5	0,82					1	0,81
Planchonella sp	3	0,83	3	0,83	3	0,81	3	0,77	3	0,82	3	0,82	3	0,81	4	0,82	3	0,84						
Planchonella thiensis													1	0,81			1	0,80						
Planchonella wakere							5	0,80	5	0,79	5	0,82	4	0,81	5	0,79	3	0,83	1	0,80	1	0,75	1	0,78
Pleurocalyptus pancheri	2	0,69	1	0,81	2	0,81																		
Polyalthia nitidissima													1	0,81	1	0,81			1	0,82	1	0,82	1	0,82
Polyscias dioica	1	0,83	1	0,79			5	0,80	4	0,80	5	0,82												
Polyscias sp	1	0,80	1	0,81	1	0,82							1	0,81					3	0,80	1	0,67	3	0,81
Psychotria douarrei							4	0,78	2	0,80	4	0,79							11	0,77	8	0,79	8	0,80
Psychotria leratii							3	0,80	2	0,80	3	0,80	2	0,78	1	0,81	1	0,81						
Psychotria semperflorens							1	0,76			1	0,76												
Psychotria sp							6	0,78	6	0,77	7	0,78	10	0,79	11	0,79	10	0,81	2	0,80	2	0,80	2	0,82
Pycnandra sp			1	0,85									2	0,81	2	0,80	2	0,83						
Rapanea sp	1	0,79			1	0,80	1	0,81	1	0,80	1	0,83	2	0,80	2	0,82	1	0,75	1	0,80			1	0,81
Rauvolfia balansae	1	0,84	1	0,82	1	0,80	4	0,82	3	0,82	3	0,83	1	0,81	1	0,82	1	0,83						
Rauvolfia sp																	1	0,83						
Rourea balanseana							1	0,80	1	0,80	1	0,81	13	0,79	5	0,78	10	0,79	3	0,79	1	0,80	1	0,80
RUBIACEAE sp													1	0,80	1	0,80	1	0,81	1	0,81	1	0,81		
SAPINDACEAE sp													7	0,79	6	0,82	6	0,80	13	0,78	10	0,80	9	0,81
SAPOTACEAE sp	1	0,83	1	0,74	1	0,82													2	0,80	1	0,79	1	0,77
Scagea sp	1	0,83	1	0,78	1	0,84			1	0,84	1	0,84												
Schefflera gordonii			1	0,81			1	0,83			1	0,83			1	0,84								
Schefflera reginae							2	0,83	1	0,85	2	0,81												
Schefflera sp	1	0,85			1	0,82													4	0,82	1	0,83	2	0,78
Sebertia acuminata	1	0,82	1	0,83	1	0,83	3	0,80	2	0,84	3	0,81			1	0,80								
Semecarpus sp							1	0,81			1	0,80			1	0,83								
Shefflera sp																					1	0,81		
Smilax sp													2	0,80										
Sp CF Apodytes									1	0,82														
Sparattosyce dioica	10	0,79	6	0,81	9	0,79	2	0,81	1	0,82	1	0,82												
Spiraeanthemum meridionale	6	0,84	1	0,85	6	0,81							2	0,80	2	0,82	2	0,84						
Stenocarpus sp	1	0,82	1	0,82	1	0,84							1	0,81	1	0,81	1	0,83	1	0,81	1	0,81	1	0,81
Stenocarpus trinervis							1	0,77			1	0,83			1	0,81								
Storthocalyx leioneurus							1	0,82			1	0,80												
Storthocalyx sp	1	0,81	1	0,78	1	0,80	4	0,82	2	0,82	4	0,81	9	0,80	7	0,79	8	0,80	4	0,80	3	0,79	2	0,81
Styphelia cymbulae	1	0,84	1	0,83	1	0,83	1	0,83	1	0,85	1	0,84												
Syzygium multipetalum	1	0,81	1	0,81	1	0,81	2	0,80	1	0,84	2	0,83												
Syzygium sp	3	0,83	1	0,81	2	0,83	3	0,82	3	0,83	3	0,82							6	0,81	5	0,81	5	0,81
Tapeinosperma sp							2	0,82			2	0,80	2	0,79	1	0,81	1	0,81						
Virotia neurophylla	2	0,80			2	0,84							1	0,81										
Vitex sp	1	0,83	1	0,83	1	0,82							1	0,81										
Xylopia veillardii													1	0,81										
Total plantes/ moyenne FV/FM	148	0,81	109	0,81	142	0,82	421	0,80	251	0,81	397	0,81	359	0,80	345	0,81	294	0,82	217	0,80	145	0,80	160	0,80

Tableau 5 : Fluorimétrie par espèce selon strate – Pic du Grand Kaori

L'évaluation du fluorimetrie par espèces sur les parcelles permanentes de Pic du Grand Kaori selon les strates montres que :

- La plupart des espèces affichent une légère augmentation de leur activité photosynthétique de 2012 à 2016 sauf pour la strate plantules.
- Les valeurs FV/FM les plus élevées de strate arbres représentent par des espèces cicatricielles telles qu'Agathis *lanceolata, Deplanchea speciosa, Alphitonia neocaledonica, Hibbertia lucens, Myodocarpus fraxinifolius, Styphelia cymbulae, Spiraeanthemum meridionale, Schefflera* spp., *Hibbertia pancheri* qui montent la moyenne de l'activité photosynthétique vers le haut.
- Les arbres et arbustes de forêt humide à croissance lente telles de *Calophyllum caledonicum, Arillastrum gummiferum, Montrouziera gabriellae, Cryptocarya* spp., *Meryta coriaceae, Bocquillonia rhomboidea, Psychotria* ssp., *Attractocarpos* spp., ont généralement opèrent a des valeurs d'activité photosynthétique inferieur (>0,77<0,81) a les espèces cicatricielles (>0,82<0,85) car adaptée plutôt à la faible luminosité aux milieux sombre des sous-bois.

3.2 Caractéristiques chimiques des sols, des litières et des espèces communes des stations

Caractéristiques chimiques des parcelles de Forêt-Nord

	PARCEL		FN4									FN1									FN2								FN3							
	Altitude (mètres)		179									185									243								287							
	Année		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2014	2015	2016	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2014	2015	2016	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2014	2015	2016	2007	2008	2009	2011	2012	2014	2015	2016
	Date		24/05/07	02/04/08	23/11/09	28/12/10	22/11/11	08/01/13	19/02/14	16/12/14	10/02/16	23/05/07	01/04/08	30/11/09	14/12/10	20/12/11	09/01/13	11/02/14	30/12/14	21/01/16	29/05/07	09/04/08	01/12/09	06/12/10	06/02/12	21/12/12	12/02/14	30/12/14	02/02/16	30/05/07	10/04/08	02/12/09	23/02/12	21/12/12	26/02/14	21/01/14	19/01/16
LITIERE	Analyses	Elément	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5
	CHNS Humide	N %	0,92	1,09	1,21	1,54	1,10	1,22	0,78	1,22	1,10	0,85	0,95	1,00	1,27	1,11	1,10	1,11	0,54	1,366	0,93	1,01	0,97	1,30	1,08	1,05	1,08	0,87	1,03	0,58	0,71	0,83	0,85	0,80	0,85	0,62	1,4006
		C %		48,97	50,35	46,86	48,45	51,29	43,73	51,29	43,59		49,63	47,76	47,84	50,30	50,41	50,30	44,77	45,044		44,47	35,53	44,66	45,45	41,50	45,45	45,38	41,59			46,52	46,99	48,31	44,24	48,31	39,85	40,736
		S %	0,11	0,05	0,12	0,13	0,13	0,13	0,17	0,13	0,11	0,12	0,06	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,15	0,12	0,15	0,08	0,12	0,14	0,13	0,15	0,13	0,17	0,10	0,10	0,04	0,12	0,11	0,14	0,11	0,13	0,14
	Attaque totale acide/fusion alcaline	Ca %	1,44	1,44	1,47	1,39	1,51	1,65	1,76	1,65	1,47	1,82	1,52	1,63	1,97	1,62	1,46	1,62	1,68	1,34	1,50	1,32	1,55	1,56	1,34	1,50	1,34	1,03	1,48	1,46	1,69	1,97	1,99	1,81	1,99	1,58	1,05
		Mg %	0,23	0,23	0,29	0,38	0,22	0,19	0,27	0,19	0,26	0,29	0,30	0,32	0,32	0,33	0,28	0,33	0,31	0,19	0,43	0,39	0,39	0,42	0,39	0,36	0,39	0,43	0,19	0,24	0,22	0,27	0,27	0,24	0,27	0,27	0,35
		Na %	0,08	0,01	0,05	0,05	0,05	0,04	0,03	0,04	0,03	0,07	0,02	0,03	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	0,14	0,04	0,10	0,06	0,04	0,03	0,04	0,04	0,02	0,05	0,01	0,05	0,03	0,02	0,03	0,03	0,06
		K %	0,16	0,05	0,13	0,12	0,13	0,10	0,12	0,10	0,09	0,12	0,06	0,08	0,13	0,08	0,07	0,08	0,10	0,14	0,12	0,07	0,15	0,11	0,09	0,09	0,09	0,11	0,04	0,07	0,03	0,07	0,05	0,05	0,05	0,09	0,10
		P ppm	161	155	159	212	205	199	179	199	216	222	198	212	260	197	225	197	233	142	259	284	168	314	254	305	254	176	100	82	84	99	78	116	78	117	297
		Mn ppm	910	1280	1178	1027	1290	968	676	968	1103	1606	1235	1518	1398	860	1028	860	1336	696	269	328	104	602	229	401	229	299	419	333	429	407	502	483	502	1002	221
SOL	Année		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2014	2015	2016	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2014	2015	2016	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2014	2015	2016	2007	2008	2009	2011	2012	2014	2015	2016
	Date		24/05/2007	20/04/2008	23/11/2009	28/12/2010	22/11/2011	08/01/2013	19/02/2014	16/12/2014	10/02/2016	23/05/2007	01/04/2008	30/11/2009	14/12/2010	20/12/2011	09/01/2013	11/02/2014	30/12/2014	21/01/16	29/05/2007	09/04/2008	01/12/2009	06/12/2010	06/02/2012	21/12/2012	12/02/2014	30/12/2014	02/02/2016	30/05/2007	10/04/2008	02/12/2009	23/02/2012	21/12/2012	26/02/2014	21/01/14	19/01/2016
	Analyses	Elément	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5
		pH H20				5,75	5,40	5,42	5,14	6,33	5,27				6,06	5,97	5,68	5,60	6,07	5,42				6,45	6,33	6,25	6,28	7,20	5,52				6,21	6,40	6,25	7,03	5,81
	CHNS Humide	N%	0,68	0,68	0,54	0,50	0,36	0,42	0,35	0,97	0,90	0,30	0,36	0,23	0,43	0,22	0,28	0,34	0,57	0,47	0,89	0,83	0,63	0,75	0,63	0,58	0,64	0,99	0,41	0,52	0,54	0,51	0,28	0,38	0,43	0,55	0,30
		C%	12,73	10,39	6,39	5,89	6,26	6,57	4,68	15,58	10,05	6,03	7,14	4,08	5,72	4,00	5,03	4,92	7,04	4,68	14,41	12,40	6,15	6,39	7,33	7,94	8,62	12,13	5,38	12,22	11,39	6,13	5,44	7,82	9,38	10,98	3,88
		S%	0,19	0,07	0,11	0,09	0,08	0,08	0,06	0,12	0,10	0,14	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08	0,09	0,07	0,08	0,18	0,12	0,08	0,07	0,08	0,08	0,11	0,10	0,07	0,12	0,06	0,08	0,06	0,07	0,08	0,08	0,07
	Capacité d'échange	méq%	27	22	23	19	16	28	12	43	25	15	17	14	17	12	24	12	24	20	30	29	27	24	24	26	24	47	54	25	27	27	13	23	24	24	22
		Ca g/kg	3	2	2	2	1	2	1	4	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	5	5	4	4	4	5	3	2	1	9	5	29	2	6	5	3	1
		Mg mg/kg	7186	8124	7244	8212	9014	10681	9997	1598	11505	11854	12663	13842	13201	15079	15818	18894	988	903	33052	38908	47792	37355	51886	43485	34879	23854	3329	8944	12875	12395	10593	10499	9557	1819	1584
		Na mg/kg	63	141	122	400	106	181	179	91	149	73	56	19	171	249	92	188	53	93	177	232	114	284	186	150	257	102	91	290	142	355	162	58	240	63	95
		K mg/kg	30	412	185	180	47	170	73	208	177	148	250	123	183	160	132	166	105	77	66	375	202	169	105	175	168	174	79	177	467	137	31	120	155	97	69
		Fe g/kg	334	351	353	366	379	351	423	158	150	363	389	334	359	381	354	383	174	215	236	270	243	290	268	272	313	115	227	330	382	298	401	379	392	191	199
	Attaque totale acide/fusion alcaline	Co mg/kg	580	588	675	698	684	604	809	29	146	1409	327	650	1570	1032	798	1382	6	28	640	706	538	898	788	809	963	100	33	474	605	470	654	655	667	51	31
		Cr mg/kg	24062	26235	30322	27951	19700	31100	30604	4327	2267	21965	24595	34096	19224	23917	39174	33872	5652	5738	17641	19857	27528	19243	24515	22277	25847	1800	5916	16457	19706	20767	24747	22251	22227	5047	6206
		Mn mg/kg	5866	7302	6390	7599	6237	5479	6923	2709	3411	14667	15872	8171	12966	8730	7857	11814	2202	3279	4604	6344	5458	5618	5062	5880	6449	2737	2821	3151	4942	2846	3705	4021	4244	2980	3027
		Ni mg/kg	5525	7107	5348	7240	8792	6545	9656	4466	6258	5494	5789	3980	7730	7060	5959	6845	4105	5821	7036	7173	2011	10338	9555	8752	8220	6227	5470	5742	7020	4410	7935	7018	7478	4657	4818
		Al g/kg	19	22	22	23	23	24	25	9	7	22	23	24	24	24	26	28	10	12	13	16	17	18	16	16	17	5	15	19	22	19	24	21	22	12	12
		Cu mg/kg	23	79	27	24	19	23	22	20	16	22	103	6	23	23	22	13	16	23	17	122	7	20	29	13	13	14	23	25	70	12	28	16	20	24	16
		P mg/kg	261	311	391	343	266	272	305	308	456	336	391	322	395	415	377	481	348	255	502	562	395	495	491	572	633	362	115	74	120	112	82	180	114	117	363
		Zn mg/kg	277	154	241	306	327	262	427	161	163	288	189	211	286	282	209	406	159	211	237	141	73	247	240	274	339	124	225	264	189	212	340	288	365	195	189

Tableau 6 : Caractéristiques chimiques des échantillons de litière et de sol des parcelles permanentes - Forêt-Nord (2007-2016)

Les analyses chimiques des litières et des sols des parcelles de Forêt-Nord montrent plusieurs tendances :

- Les teneurs en Azote (N) et Carbone (C) sont en général plus élevées dans la litière que dans les sols de toutes les parcelles.
- Les teneurs en Soufre (S), Phosphore (P), Potasse (K), Calcium (Ca), Magnésium (Mg) et Manganèse (Mn) sont en général plus élevées dans le sol que dans la litière des parcelles.
- La différence de teneur de Sodium (Na) entre les horizons de litière et de sol varie indépendamment des facteurs horizons et parcelles.
- L'élément Fer (Fe) est le plus abondant des métaux dans le sol, suivi du Magnésium (Mg), du Chrome (Cr), du Manganèse(Mn), du Nickel (Ni), de l'Aluminium (Al), du Cobalt (Co), du Zinc (Zn) et du Cuivre (Cu).
- Le Magnésium (Mg) est plus élevé sur la parcelle FN2 que sur les autres parcelles à cause des affleurements de péridotite sur cette parcelle.
- Les sols à FN4 ont un pH légèrement plus acide que sur FN1 et FN2.

Caractéristiques chimiques des parcelles au Pic du Grand Kaori

	Parcel		PGK1									PGK2									PGK4								PGK3								
	Altitude (metres)		240									250									315								330								
	Année		2007	2008	2009	2010	2011	2013	2014	2015	2016	2007	2008	2009	2010	2011	2013	2014	2015	2016	2007	2008	2009	2010	2011	2013	2014	2015	2016	2007	2008	2009	2010	2011	2013	2014	2015	2016
	Date		28/11/07	06/10/08	15/12/09	ecembre 2	fevrier 20	17/01/13	06/03/14	09/03/15	11/02/16	29/11/07	14/10/08	16/12/09	15/03/11	19/03/12	17/01/13	31/03/14	17/03/15	17/02/16	05/12/07	09/10/08	06/01/10	23/03/11	23/04/12	16/01/13	27/02/14	17/03/15	15/03/16	04/12/07	16/10/08	17/12/09	17/03/11	12/04/12	16/01/13	19/02/14	17/03/15	01/03/16
LITIERE	Analyses	Element	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5
	CHNS Humide	N %	0,92	1,09	1,21	1,20	1,06	1,06	0,83	0,54	1,41	0,85	0,95	1,00	1,04	1,07	1,07	0,81	0,59	0,98	0,58	0,71	0,83	1,03	1,13	1,13	1,02	0,55	1,17	0,93	1,01	0,97	1,03	1,16	1,16	0,83	0,43	1,11
		C %		48,97	50,35	46,27	51,55	51,55	49,57	47,76	44,73		49,63	47,76	48,05	50,56	50,56	51,05	46,67	42,81		46,52	46,99	46,13	48,98	48,98	48,82	45,91	43,31		44,47	35,53	46,13	48,94	48,94	50,39	45,24	42,09
		S %	0,11	0,05	0,12	0,11	0,12	0,12	0,13	0,11	0,08	0,12	0,06	0,13	0,11	0,11	0,11	0,12	0,13	0,08	0,10	0,04	0,12	0,11	0,13	0,13	0,13	0,15	0,10	0,15	0,08	0,12	0,11	0,12	0,12	0,12	0,13	0,10
	Attaque totale acide/fusion alcaline	Ca %	1,44	1,44	1,47	1,35	1,04	1,04	1,36	0,91	0,77	1,82	1,52	1,63	1,29	1,17	1,17	1,31	1,44	0,92	1,46	1,69	1,97	1,52	1,59	1,59	1,99	1,45	1,08	1,50	1,32	1,55	1,52	1,36	1,36	1,67	1,28	1,43
		Mg %	0,23	0,23	0,29	0,30	0,19	0,19	0,25	0,27	0,21	0,29	0,30	0,32	0,23	0,20	0,20	0,26	0,54	0,18	0,24	0,22	0,27	0,28	0,28	0,28	0,27	0,39	0,20	0,43	0,39	0,39	0,28	0,25	0,25	0,24	0,25	0,24
		Na %	0,08	0,01	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,07	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,05	0,01	0,05	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,14	0,04	0,10	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
		K %	0,16	0,05	0,13	0,07	0,09	0,09	0,09	0,13	0,06	0,12	0,06	0,08	0,04	0,06	0,06	0,05	0,11	0,05	0,07	0,03	0,07	0,06	0,06	0,06	0,07	0,09	0,04	0,12	0,07	0,15	0,06	0,07	0,07	0,05	0,12	0,05
		P ppm	161	155	159	108	78	78	119	160	79	222	198	212	71	55	55	90	149	83	82	84	99	78	81	81	112	157	130	259	284	168	78	81	81	85	141	203
		Mn ppm	910	1280	1178	1663	1019	1019	1311	2012	669	1606	1235	1518	1133	1131	1131	1385	2167	403	333	429	407	1496	1453	1453	1523	783	1002	269	328	104	1496	530	530	472	530	466
	Année		2007	2008	2009	2010	2011	2013	2014	2015	2016	2007	2008	2009	2010	2011	2013	2014	2015	2016	2007	2008	2009	2010	2011	2013	2014	2015	2016	2007	2008	2009	2010	2011	2013	2014	2015	2016
	Date		28/11/07	06/10/08	15/12/09	09/12/09	29/02/10	17/01/13	06/03/14	09/03/15	11/02/16	29/11/07	14/10/08	16/12/09	15/03/11	19/03/12	17/01/13	31/03/14	17/03/15	17/02/16	05/12/07	09/10/08	06/01/10	23/03/11	23/04/12	16/01/13	27/02/14	17/03/15	15/03/16	04/12/07	16/10/08	17/12/09	17/03/11	12/04/12	16/01/13	19/02/14	17/03/15	01/03/16
SOL	Analyses	Element	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=10	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5	MOY. n=5
		pH H20				5,70	5,46	5,95	5,71	5,53	5,00				5,27	5,06	5,99	5,84	5,87	5,37				6,17	6,34	6,00	6,55	5,59	5,87				6,37	6,13	6,26	6,39	5,85	6,58
	CHNS Humide	N%	0,63	0,32	0,27	0,34	0,28	0,37	0,33	0,47	0,52	0,65	0,63	0,30	0,30	0,25	0,32	0,38	0,59	0,65	0,99	0,55	0,41	0,47	0,42	0,42	0,49	0,81	0,60	0,52	0,56	0,35	0,40	0,40	0,45	0,79	1,08	0,43
		C%	13,32	4,68	4,88	5,27	5,46	6,17	4,92	10,72	6,75	13,08	12,92	5,30	5,76	4,57	5,06	6,84	12,36	10,48	20,87	9,41	6,12	6,22	6,79	4,95	8,17	11,83	8,97	8,53	8,37	5,75	6,59	6,23	6,57	11,74	10,85	4,71
		S%	0,12	0,09	0,09	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,08	0,11	0,09	0,08	0,09	0,08	0,06	0,09	0,10	0,09	0,14	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,10	0,10	0,08	0,07	0,06	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,07
	Capacité d'échange	méq%	25	16	12	14	14	19	12	25	25	26	31	13	13	12	19	14	29	30	39	29	17	22	19	24	19	31	32	22	27	17	19	18	23	31	36	30
		Ca g/kg	2	1	1	2	1	2	1	1	7	3	3	1	2	1	1	1	2	20	7	3	3	4	3	3	4	2	20	3	3	2	2	2	3	7	3	13
		Mg mg/kg	5547	11929	6068	16501	3575	20224	11925	1074	5140	10455	9550	8784	9962	7325	14192	11428	1458	4758	20695	21944	23796	20634	28815	27777	23552	6668	6821	14971	18484	12445	20725	19181	23563	19750	8432	6402
		Na mg/kg	119	117	74	394	96	86	128	100	94	128	126	63	153	88	137	152	128	111	152	136	301	241	120	106	218	120	101	84	129	81	266	144	115	233	107	92
		K mg/kg	168	40	172	51	45	102	47	141	95	82	137	144	155	10	233	68	169	148	274	183	277	226	66	178	183	163	164	45	119	215	212	45	171	196	177	106
		Fe g/kg	345	432	386	383	425	357	421	199	2108	339	334	365	371	396	339	396	178	1927	220	321	359	342	329	311	361	161	2084	368	347	391	353	369	326	278	166	1975
	Attaque totale acide/fusion alcaline	Co mg/kg	579	703	662	827	836	675	922	59	75	901	676	915	1130	956	914	1209	313	179	671	1053	1106	1269	1118	951	1414	233	216	1103	1101	901	1116	1149	1064	1086	150	127
		Cr mg/kg	20805	13870	17766	19096	17651	25544	22762	5904	5199	24258	21714	18727	24250	21511	32329	32615	5620	5731	18510	22373	20286	17758	19097	27317	24538	3324	4125	19746	23564	17129	19292	20038	30112	21444	3853	4204
		Mn mg/kg	4819	5798	4962	6689	6163	4600	6791	3996	3409	7187	5783	6521	8147	5564	8185	9102	5337	5302	6990	13774	10643	10759	10894	9848	12337	5937	5767	8736	9790	7412	10816	8875	8414	10311	4069	5322
		Ni mg/kg	3727	5822	4738	7229	4561	5202	6998	2713	4532	6222	4867	6334	5698	5231	3721	5629	3615	5169	4173	6727	8309	8675	7491	5054	7945	4235	5248	7595	7518	7645	9227	8779	6393	6936	4846	6461
		Al g/kg	23	29	28	28	33	27	30	16	17	18	21	25	31	31	23	28	11	10	11	18	20	18	18	18	18	8	9	18	18	19	22	20	19	14	7	10
		Cu mg/kg	35	39	34	29	48	30	39	29	32	30	12	20	32	20	17	19	23	21	15	14	23	27	22	21	18	15	19	18	14	15	22	23	22	17	15	18
		P mg/kg	100	141	141	112	129	136	141	151	143	101	143	134	98	111	160	143	153	130	138	155	114	124	121	167	165	138	172	106	155	153	108	133	184	147	149	147
		Zn mg/kg	229	573	346	351	351	569	456	182	208	310	250	290	335	337	411	386	171	191	226	207	297	297	277	122	384	152	203	332	277	363	337	358	324	301	160	200

Tableau 7 : Caractéristiques chimiques des échantillons de litière et de sol des parcelles permanentes - Pic du Grand Kaori (2007-2016)

Les analyses chimiques des litières et des sols des parcelles du Pic du Grand Kaori montrent plusieurs tendances :

- Les teneurs en Azote (N), Carbone (C) et Phosphore (P) sont en général plus élevées dans la litière que dans les sols de toutes les parcelles.
- Les teneurs en Soufre (S), Calcium (Ca), Magnésium (Mg), Sodium (Na) et Manganèse (Mn) sont en général plus élevées dans le sol que dans la litière des parcelles.
- Les différences de teneur en Potasse (K) entre les horizons de litières et de sols varient indépendamment des facteurs horizons et parcelles.
- L'élément Fer (Fe) est le plus abondant des métaux dans le sol, suivi du Magnésium (Mg), Chrome (Cr), Manganèse(Mn), Nickel (Ni), d'Aluminium (Al), Cobalt (Co), Zinc (Zn) et du Cuivre (Cu).
- Le Magnésium (Mg) est plus élevé sur la parcelle PGK3 et PGK4 que sur les autres parcelles cause des affleurements de péridotite sur ses parcelles.
- Les sols ont un pH légèrement plus acide sur PGK 1 et 2 que sur 3 et 4.

Caractéristiques chimiques des parcelles au Pic du Pin

	Altitude (m)		299			313		
	Annee		2009	2011	2015	2009	2011	2015
	Date		29/06/2009	30/03/2011	28/04/2015	01/07/2009	05/04/2011	28/04/2015
	Analyses	Element	Moyenne n= 10	Moyenne n= 10	Moyenne n= 5	Moyenne n= 10	Moyenne n= 10	Moyenne n= 5
LITIERE	CHNS Humide	N %	0,96	1,07	0,51	1,03	0,88	0,84
		S %	0,11	0,10	0,11	0,10	0,11	0,13
	Attaque totale acide/fusion alcaline	Ca %	1,19	1,06	1,21	1,21	1,14	1,50
		Mg %	0,24	0,28	0,24	0,25	0,21	0,28
		Na %	0,05	0,03	0,04	0,05	0,03	0,06
		K %	0,06	0,08	0,10	0,06	0,06	0,07
		P ppm	110,60	105,80	189,11	91,40	92,80	124,11
		Mn ppm	1381,70	2032,01	2099,78	1675,90	1993,30	1547,31
SOL	CHNS Humide	N%	0,28	2,38	0,32	0,19	1,90	0,35
		C%	53,97	38,94	3,86	37,50	36,12	5,26
		S%	0,08	0,07	0,06	0,09	0,09	0,08
	Attaque totale acide/fusion alcaline	Ca-g/kg	0,61	0,79	0,35	0,32	0,33	1,28
		Mg-mg/kg	8449,13	11628,94	2154,37	7607,06	4723,90	542,71
		Na-mg/kg	161,12	251,64	51,10	295,60	53,08	52,89
		K-mg/kg	196,03	110,04	50,75	154,58	111,03	41,72
		Fe-g/kg	377,56	362,38	183,25	451,38	427,28	215,88
		Co-mg/kg	695,11	973,49	189,55	622,61	622,39	9,13
		Cr-mg/kg	1598,33	2189,04	4702,91	1508,83	1859,85	6170,67
		Mn-mg/kg	8364,53	9667,12	7850,58	5507,72	6217,80	3688,69
		Ni-mg/kg	5337,04	7029,18	5023,59	6112,55	4837,94	3436,59
		Al-g/kg	26,52	29,65	14,72	25,72	26,32	15,02
		Cu-mg/kg	13,63	21,67	22,77	13,54	21,86	23,77
		P-mg/kg	93,11	106,84	109,48	86,79	100,11	112,46
		Zn-mg/kg	190,28	307,93	195,01	270,88	321,85	193,08

Tableau 8 : Caractéristiques chimiques des échantillons de litière et de sol des parcelles permanentes - Pic du Pin (2009, 2011, 2015)

Les analyses chimiques des litières et des sols des parcelles du Pic du Pin montrent plusieurs tendances :

- Les teneurs en Azote (N), Phosphore (P), Potasse (K), Soufre (S) et Calcium (Ca) sont en général plus élevées dans la litière que dans les sols de toutes les parcelles, à l'exception des teneurs en N des échantillons sol prélevées en 2011.
- Les teneurs en Magnésium (Mg), Sodium (Na) et Manganèse (Mn) sont en général plus élevées dans le sol que dans la litière des parcelles.
- Les différences de teneur en Potasse (K) entre les horizons de litières et de sols varient indépendamment des facteurs horizons et parcelles.
- L'élément Fer (Fe) est le plus abondant des métaux dans le sol, suivi du Magnésium (Mg), Chrome (Cr), Manganèse(Mn), Nickel (Ni), d'Aluminium (Al), Cobalt (Co), Zinc (Zn) et du Cuivre (Cu).

Caractéristiques chimiques des végétaux communs sur les parcelles de Forêt-Nord

Espèces par année et altitude (m)	N		P		K		Ca		Mg		Na		Mn		S	
	%	Écart	ppm	Écart	%	Écart	%	Écart	%	Écart	%	Écart	ppm	Écart	%	Écart
Garcinia-neglecta	**1,10**	**0,27**	**409**	**139**	**0,57**	**0,24**	**1,92**	**0,71**	**0,33**	**0,12**	**0,16**	**0,12**	**695**	**671**	**0,17**	**0,04**
2007	**0,93**	**0,22**	**358**	**135**	**0,54**	**0,13**	**2,11**	**0,76**	**0,36**	**0,13**	**0,18**	**0,05**	**962**	**870**	**0,17**	**0,03**
184	1,10	0,07	480	49	0,47	0,12	2,70	0,23	0,46	0,06	0,17	0,05	1569	871	0,18	0,02
287	0,75	0,16	236	47	0,61	0,09	1,52	0,62	0,26	0,10	0,18	0,05	356	146	0,17	0,04
2008	**1,00**	**0,33**	**350**	**147**	**0,51**	**0,20**	**1,87**	**0,57**	**0,33**	**0,13**	**0,10**	**0,07**	**859**	**976**	**0,16**	**0,04**
184	1,31	0,09	483	70	0,39	0,16	2,40	0,18	0,43	0,11	0,11	0,10	1437	1127	0,15	0,03
287	0,70	0,06	217	30	0,64	0,16	1,35	0,21	0,23	0,03	0,10	0,03	282	92	0,17	0,05
2009	**0,99**	**0,36**	**372**	**184**	**0,51**	**0,10**	**1,82**	**0,57**	**0,28**	**0,10**	**0,14**	**0,07**	**534**	**533**	**0,16**	**0,04**
184	1,33	0,09	528	127	0,47	0,10	2,28	0,41	0,36	0,07	0,15	0,08	746	706	0,15	0,04
287	0,64	0,02	217	30	0,55	0,09	1,36	0,22	0,20	0,03	0,13	0,06	323	86	0,18	0,03
2010	**1,18**	**0,05**	**448**	**71**	**0,38**	**0,08**	**2,12**	**0,68**	**0,38**	**0,06**	**0,39**	**0,28**	**1142**	**511**	**0,17**	**0,03**
184	1,18	0,05	448	71	0,38	0,08	2,12	0,68	0,38	0,06	0,39	0,28	1142	511	0,17	0,03
287																
2011	**1,11**	**0,24**	**374**	**159**	**0,48**	**0,12**	**2,02**	**0,69**	**0,28**	**0,09**	**0,09**	**0,04**	**424**	**327**	**0,19**	**0,04**
184	1,32	0,06	514	60	0,46	0,11	2,41	0,59	0,34	0,07	0,09	0,03	549	404	0,19	0,03
287	0,90	0,13	235	76	0,50	0,14	1,63	0,57	0,21	0,06	0,10	0,04	299	174	0,20	0,06
2012	**1,33**	**0,22**	**477**	**69**	**0,51**	**0,08**	**2,50**	**0,79**	**0,41**	**0,15**	**0,11**	**0,05**	**753**	**525**	**0,20**	**0,07**
179	1,26	0,18	443	45	0,52	0,09	2,38	0,90	0,32	0,13	0,13	0,06	716	424	0,20	0,09
184	1,41	0,25	511	77	0,51	0,08	2,63	0,74	0,50	0,10	0,09	0,05	790	661	0,19	0,04
2014	**1,29**	**0,22**	**549**	**71**	**0,64**	**0,12**	**2,22**	**0,42**	**0,47**	**0,06**	**0,24**	**0,11**	**1083**	**569**	**0,17**	**0,04**
179	1,48	0,13	509	64	0,69	0,14	1,95	0,27	0,45	0,06	0,30	0,11	1095	416	0,15	0,04
185	1,09	0,04	588	58	0,59	0,09	2,50	0,38	0,50	0,07	0,17	0,06	1071	744	0,18	0,05
2015	**1,10**	**0,11**	**466**	**78**	**0,68**	**0,20**	**1,55**	**0,62**	**0,25**	**0,05**	**0,17**	**0,07**	**367**	**304**	**0,20**	**0,04**
179	1,03	0,08	425	77	0,62	0,16	2,07	0,38	0,24	0,06	0,15	0,07	557	332	0,18	0,04
185	1,17	0,10	507	60	0,74	0,23	1,03	0,22	0,25	0,05	0,18	0,08	176	80	0,21	0,04
2016	**1,27**	**0,05**	**362**	**40**	**1,43**	**0,07**	**0,79**	**0,11**	**0,22**	**0,03**	**0,19**	**0,03**	**26**	**8**	**0,15**	**0,01**
179	1,24	0,13	442	80	0,54	0,20	1,26	0,37	0,33	0,05	0,10	0,05	405	340	0,12	0,02
185	1,26	0,09	402	73	0,98	0,49	1,02	0,35	0,27	0,07	0,15	0,06	215	302	0,13	0,02
Gardenia-aubreyii	**1,50**	**0,58**	**389**	**112**	**1,34**	**0,66**	**1,10**	**0,30**	**0,33**	**0,10**	**0,37**	**0,13**	**119**	**164**	**0,21**	**0,14**
2007	**1,39**	**0,10**	**356**	**22**	**1,43**	**0,28**	**1,18**	**0,13**	**0,32**	**0,03**	**0,49**	**0,10**	**65**	**10**	**0,16**	**0,01**
179	1,39	0,10	356	22	1,43	0,28	1,18	0,13	0,32	0,03	0,49	0,10	65	10	0,16	0,01
2008	**3,11**	**0,17**	**648**	**38**	**3,05**	**0,29**	**0,82**	**0,20**	**0,53**	**0,11**	**0,43**	**0,12**	**418**	**202**	**0,61**	**0,12**
179	3,11	0,17	648	38	3,05	0,29	0,82	0,20	0,53	0,11	0,43	0,12	418	202	0,61	0,12
2009	**1,55**	**0,08**	**339**	**22**	**1,20**	**0,18**	**1,19**	**0,17**	**0,36**	**0,05**	**0,46**	**0,09**	**72**	**15**	**0,18**	**0,01**
179	1,55	0,08	339	22	1,20	0,18	1,19	0,17	0,36	0,05	0,46	0,09	72	15	0,18	0,01
2010	**1,49**	**0,06**	**315**	**33**	**0,98**	**0,09**	**1,03**	**0,11**	**0,30**	**0,05**	**0,35**	**0,03**	**75**	**36**	**0,15**	**0,01**
179	1,49	0,06	315	33	0,98	0,09	1,03	0,11	0,30	0,05	0,35	0,03	75	36	0,15	0,01
2011	**1,31**	**0,10**	**404**	**30**	**1,25**	**0,17**	**0,99**	**0,13**	**0,34**	**0,04**	**0,46**	**0,11**	**97**	**58**	**0,20**	**0,02**
179	1,31	0,10	404	30	1,25	0,17	0,99	0,13	0,34	0,04	0,46	0,11	97	58	0,20	0,02
2012	**1,26**	**0,15**	**342**	**77**	**1,11**	**0,40**	**1,04**	**0,13**	**0,31**	**0,04**	**0,29**	**0,08**	**48**	**25**	**0,18**	**0,02**
179	1,29	0,08	398	59	1,33	0,42	1,01	0,14	0,29	0,05	0,24	0,07	61	31	0,19	0,02
287	1,22	0,21	286	43	0,90	0,27	1,07	0,12	0,33	0,04	0,34	0,07	35	6	0,16	0,01
2014	**1,46**	**0,27**	**410**	**109**	**1,40**	**0,27**	**1,03**	**0,12**	**0,33**	**0,04**	**0,32**	**0,05**	**39**	**7**	**0,18**	**0,03**
179	1,66	0,20	491	98	1,58	0,20	0,97	0,06	0,30	0,02	0,28	0,01	42	8	0,20	0,04
287	1,25	0,12	328	30	1,21	0,17	1,09	0,14	0,36	0,04	0,37	0,04	35	4	0,17	0,02
2015	**1,17**	**0,09**	**411**	**51**	**0,77**	**0,35**	**1,90**	**0,43**	**0,48**	**0,11**	**0,46**	**0,18**	**67**	**16**	**0,12**	**0,01**
179	1,21	0,05	422	20	0,65	0,31	1,73	0,54	0,47	0,13	0,35	0,12	64	16	0,12	0,01
287	1,12	0,11	401	72	0,90	0,39	2,07	0,23	0,49	0,09	0,57	0,16	70	17	0,12	0,01
2016	**1,27**	**0,05**	**362**	**40**	**1,43**	**0,07**	**0,79**	**0,11**	**0,22**	**0,03**	**0,19**	**0,03**	**26**	**8**	**0,15**	**0,01**
179	1,24	0,13	442	80	0,54	0,20	1,26	0,37	0,33	0,05	0,10	0,05	405	340	0,12	0,02
287	1,26	0,09	402	73	0,98	0,49	1,02	0,35	0,27	0,07	0,15	0,06	215	302	0,13	0,02

Espèces par année et altitude (m)	N		P		K		Ca		Mg		Na		Mn		S	
	%	Écart	ppm	Écart	%	Écart	%	Écart	%	Écart	%	Écart	ppm	Écart	%	Écart
Sparattocyce dioica	**1,29**	**0,16**	**382**	**77**	**0,91**	**0,26**	**1,88**	**0,54**	**0,39**	**0,12**	**0,39**	**0,15**	**79**	**36**	**0,12**	**0,02**
2007	**1,12**	**0,08**	**349**	**30**	**0,72**	**0,21**	**2,27**	**0,26**	**0,48**	**0,07**	**0,68**	**0,10**	**90**	**22**	**0,11**	**0,00**
287	1,12	0,08	349	30	0,72	0,21	2,27	0,26	0,48	0,07	0,68	0,10	90	22	0,11	0,00
2008	**1,25**	**0,06**	**354**	**37**	**1,00**	**0,15**	**2,27**	**0,46**	**0,26**	**0,04**	**0,32**	**0,07**	**73**	**21**	**0,10**	**0,01**
287	1,25	0,06	354	37	1,00	0,15	2,27	0,46	0,26	0,04	0,32	0,07	73	21	0,10	0,01
2009	**1,18**	**0,08**	**342**	**34**	**1,18**	**0,16**	**2,20**	**0,46**	**0,31**	**0,08**	**0,38**	**0,08**	**102**	**24**	**0,10**	**0,01**
287	1,18	0,08	342	34	1,18	0,16	2,20	0,46	0,31	0,08	0,38	0,08	102	24	0,10	0,01
2010																
287																
2011	**1,44**	**0,10**	**370**	**31**	**0,90**	**0,23**	**1,95**	**0,32**	**0,37**	**0,09**	**0,34**	**0,12**	**121**	**47**	**0,12**	**0,02**
287	1,44	0,10	370	31	0,90	0,23	1,95	0,32	0,37	0,09	0,34	0,12	121	47	0,12	0,02
2012	**1,37**	**0,14**	**404**	**89**	**0,87**	**0,27**	**1,77**	**0,24**	**0,39**	**0,12**	**0,29**	**0,11**	**78**	**26**	**0,13**	**0,01**
243	1,39	0,18	476	65	0,82	0,33	1,78	0,34	0,47	0,10	0,27	0,16	62	5	0,13	0,01
287	1,36	0,10	332	23	0,91	0,24	1,76	0,14	0,30	0,05	0,30	0,05	93	30	0,13	0,01
2014	**1,39**	**0,20**	**418**	**89**	**1,03**	**0,21**	**2,01**	**0,32**	**0,52**	**0,10**	**0,37**	**0,07**	**88**	**25**	**0,13**	**0,01**
243	1,24	0,13	491	56	1,09	0,23	1,78	0,22	0,59	0,06	0,38	0,08	79	28	0,13	0,01
287	1,54	0,12	345	36	0,98	0,19	2,23	0,22	0,45	0,07	0,36	0,07	97	21	0,13	0,00
2015	**1,17**	**0,09**	**411**	**51**	**0,77**	**0,35**	**1,90**	**0,43**	**0,48**	**0,11**	**0,46**	**0,18**	**67**	**16**	**0,12**	**0,01**
243	1,21	0,05	422	20	0,65	0,31	1,73	0,54	0,47	0,13	0,35	0,12	64	16	0,12	0,01
287	1,12	0,11	401	72	0,90	0,39	2,07	0,23	0,49	0,09	0,57	0,16	70	17	0,12	0,01
2016	**1,36**	**0,06**	**389**	**138**	**0,84**	**0,20**	**0,91**	**0,12**	**0,28**	**0,04**	**0,29**	**0,07**	**28**	**14**	**0,15**	**0,02**
243	1,37	0,07	516	32	0,80	0,19	0,94	0,10	0,29	0,03	0,25	0,05	30	19	0,16	0,03
287	1,36	0,06	262	39	0,88	0,21	0,87	0,14	0,27	0,04	0,33	0,06	26	5	0,14	0,01
Xylopia-sp.	**1,49**	**0,18**	**597**	**70**	**0,81**	**0,14**	**1,11**	**0,15**	**0,37**	**0,07**	**0,29**	**0,10**	**52**	**55**	**0,17**	**0,03**
2007	**1,21**	**0,09**	**567**	**36**	**0,82**	**0,19**	**1,21**	**0,15**	**0,43**	**0,06**	**0,39**	**0,08**	**37**	**12**	**0,16**	**0,02**
243	1,21	0,09	567	36	0,82	0,19	1,21	0,15	0,43	0,06	0,39	0,08	37	12	0,16	0,02
2008	**1,39**	**0,06**	**508**	**27**	**0,76**	**0,18**	**1,27**	**0,15**	**0,38**	**0,04**	**0,29**	**0,05**	**87**	**78**	**0,17**	**0,05**
243	1,39	0,06	508	27	0,76	0,18	1,27	0,15	0,38	0,04	0,29	0,05	87	78	0,17	0,05
2009	**1,58**	**0,07**	**616**	**23**	**0,80**	**0,08**	**1,09**	**0,11**	**0,40**	**0,05**	**0,32**	**0,04**	**32**	**6**	**0,16**	**0,02**
243	1,58	0,07	616	23	0,80	0,08	1,09	0,11	0,40	0,05	0,32	0,04	32	6	0,16	0,02
2010	**1,63**	**0,07**	**579**	**32**	**0,75**	**0,11**	**1,08**	**0,12**	**0,40**	**0,03**	**0,38**	**0,08**	**32**	**8**	**0,16**	**0,02**
243	1,63	0,07	579	32	0,75	0,11	1,08	0,12	0,40	0,03	0,38	0,08	32	8	0,16	0,02
2011	**1,57**	**0,18**	**650**	**78**	**0,80**	**0,11**	**1,00**	**0,11**	**0,37**	**0,06**	**0,23**	**0,07**	**30**	**6**	**0,16**	**0,01**
243	1,57	0,18	650	78	0,80	0,11	1,00	0,11	0,37	0,06	0,23	0,07	30	6	0,16	0,01
2012	**1,57**	**0,10**	**648**	**73**	**0,89**	**0,16**	**1,05**	**0,11**	**0,28**	**0,04**	**0,17**	**0,06**	**84**	**90**	**0,19**	**0,03**
184	1,54	0,10	647	66	0,89	0,17	1,10	0,13	0,27	0,06	0,18	0,07	145	96	0,20	0,03
243	1,61	0,09	648	87	0,89	0,16	1,00	0,06	0,29	0,03	0,17	0,05	24	6	0,18	0,01
2014	**1,30**	**0,08**	**668**	**33**	**1,12**	**0,20**	**1,21**	**0,20**	**0,36**	**0,07**	**0,23**	**0,09**	**131**	**141**	**0,21**	**0,04**
185	1,28	0,10	677	23	1,17	0,15	1,28	0,27	0,34	0,09	0,18	0,09	233	138	0,24	0,03
243	1,31	0,06	658	41	1,06	0,25	1,13	0,05	0,38	0,04	0,28	0,05	30	3	0,19	0,02
2015	**1,04**	**0,28**	**499**	**103**	**0,59**	**0,17**	**1,14**	**0,43**	**0,32**	**0,05**	**0,20**	**0,06**	**302**	**384**	**0,15**	**0,03**
185	0,79	0,06	426	82	0,44	0,06	1,39	0,50	0,31	0,06	0,14	0,02	578	375	0,15	0,05
243	1,30	0,07	571	66	0,74	0,05	0,88	0,04	0,32	0,04	0,25	0,04	26	8	0,15	0,02
2016	**1,47**	**0,10**	**496**	**46**	**0,79**	**0,08**	**0,89**	**0,07**	**0,26**	**0,06**	**0,14**	**0,06**	**174**	**93**	**0,20**	**0,02**
185	1,47	0,10	437	42	0,97	0,36	1,61	0,47	0,43	0,10	0,27	0,11	57	11	0,11	0,01
243	1,47	0,09	466	51	0,88	0,27	1,25	0,50	0,34	0,12	0,20	0,11	116	87	0,16	0,05

Tableau 9 : Teneur foliaire des espèces communes - Forêt-Nord (2007-2016)

L’analyse foliaire des espèces communes des parcelles en Forêt-Nord montrent plusieurs tendances :

- Les teneurs en P, K et S sont plus bas que pour les autres éléments mesurées pour l’ensemble des espèces.
- Toutes les espèces possèdent des teneurs en Calcium (Ca) supérieures aux concentrations de Magnésium (Mg).
- Les teneurs en N, S et Ca sont les plus élevées dans les échantillons de *Garcinia neglecta* suivi de *Gardenia aubreyii*, de *Sparattocyce dioica* et *Xylopia cf. veillardii*.

- ***Caractéristiques chimiques des végétaux communs sur les parcelles de Pic du Grand Kaori***

Espèces par année et altitude (m)	N		P		K		Ca		Mg		Na		Mn		S	
	%	Écart	ppm	Écart	%	Écart	%	Écart	%	Écart	%	Écart	ppm	Écart	%	Écart
Gardenia-aubryi	**1,11**	**0,20**	**275**	**45**	**0,93**	**0,27**	**1,05**	**0,36**	**0,34**	**0,08**	**0,38**	**0,12**	**66**	**255**	**0,16**	**0,03**
2007	**1,03**	**0,16**	**266**	**40**	**0,80**	**0,30**	**1,40**	**0,64**	**0,37**	**0,07**	**0,44**	**0,12**	**60**	**42**	**0,17**	**0,05**
240	1,15	0,09	281	26	0,91	0,18	1,07	0,21	0,33	0,06	0,53	0,08	46	11	0,19	0,03
250	1,12	0,08	289	31	1,00	0,14	1,06	0,23	0,40	0,08	0,46	0,05	83	68	0,15	0,02
315	1,04	0,07	275	43	0,93	0,18	1,04	0,07	0,39	0,03	0,51	0,08	28	11	0,11	0,03
330	0,81	0,06	220	14	0,36	0,06	2,45	0,19	0,35	0,07	0,26	0,03	83	23	0,22	0,03
2008	**1,09**	**0,11**	**268**	**31**	**0,95**	**0,21**	**0,97**	**0,15**	**0,35**	**0,05**	**0,47**	**0,08**	**40**	**26**	**0,15**	**0,04**
240	1,15	0,09	281	25	0,95	0,22	0,93	0,17	0,34	0,07	0,52	0,05	60	30	0,18	0,05
250	1,06	0,05	242	14	0,78	0,14	0,96	0,14	0,36	0,07	0,44	0,05	50	23	0,12	0,04
315	0,99	0,12	256	27	0,98	0,17	1,00	0,20	0,37	0,03	0,47	0,09	14	3	0,14	0,01
330	1,15	0,10	294	27	1,10	0,20	0,98	0,07	0,34	0,04	0,44	0,10	35	14	0,16	0,02
2009	**1,20**	**0,37**	**259**	**25**	**0,92**	**0,17**	**1,19**	**0,21**	**0,37**	**0,07**	**0,46**	**0,09**	**36**	**20**	**0,16**	**0,02**
240	0,69	0,03	241	15	0,91	0,15	0,99	0,11	0,43	0,05	0,55	0,11	29	24	0,16	0,02
250	1,56	0,20	261	24	1,05	0,10	1,25	0,10	0,37	0,06	0,45	0,09	29	8	0,16	0,01
315	1,20	0,37	259	25	0,92	0,17	1,19	0,21	0,37	0,07	0,46	0,09	36	20	0,16	0,02
330	1,35	0,08	284	31	0,69	0,21	1,16	0,18	0,38	0,08	0,36	0,07	30	17	0,15	0,02
2010	**1,30**	**0,10**	**273**	**30**	**0,83**	**0,24**	**1,02**	**0,31**	**0,34**	**0,08**	**0,34**	**0,05**	**44**	**54**	**0,15**	**0,03**
240	1,35	0,08	284	31	0,69	0,21	1,16	0,18	0,38	0,08	0,36	0,07	30	17	0,15	0,02
250	1,28	0,13	266	19	0,87	0,21	0,89	0,16	0,31	0,07	0,33	0,03	52	18	0,14	0,02
315	1,25	0,10	258	34	0,78	0,30	1,09	0,56	0,38	0,09	0,33	0,05	63	107	0,17	0,04
330	1,31	0,09	284	32	0,99	0,10	0,97	0,11	0,30	0,04	0,34	0,05	32	9	0,14	0,02
2012	**1,10**	**0,13**	**291**	**38**	**1,09**	**0,29**	**0,99**	**0,14**	**0,36**	**0,09**	**0,35**	**0,10**	**52**	**29**	**0,16**	**0,02**
240	1,22	0,10	317	37	1,11	0,18	0,92	0,10	0,36	0,07	0,35	0,10	70	30	0,17	0,02
250	1,18	0,07	312	20	1,41	0,22	0,99	0,13	0,26	0,03	0,23	0,06	72	23	0,17	0,02
315	0,99	0,06	253	24	0,95	0,23	1,00	0,14	0,42	0,08	0,41	0,08	28	18	0,14	0,01
330	1,01	0,10	282	35	0,92	0,23	1,04	0,17	0,40	0,09	0,39	0,05	40	19	0,16	0,02
2013	**1,01**	**0,13**	**298**	**41**	**0,96**	**0,20**	**0,99**	**0,17**	**0,34**	**0,06**	**0,33**	**0,10**	**37**	**21**	**0,18**	**0,03**
240	1,04	0,10	330	13	0,89	0,19	0,99	0,28	0,36	0,08	0,32	0,07	24	9	0,18	0,01
250	1,08	0,21	300	54	1,03	0,21	1,02	0,20	0,30	0,05	0,29	0,09	53	22	0,18	0,02
315	0,95	0,05	264	20	0,86	0,20	0,96	0,08	0,38	0,05	0,45	0,10	32	23	0,17	0,01
330	0,99	0,09	298	41	1,05	0,17	0,98	0,11	0,31	0,02	0,26	0,07	41	21	0,19	0,05
2014	**1,02**	**0,16**	**277**	**36**	**1,01**	**0,21**	**1,05**	**0,15**	**0,37**	**0,10**	**0,41**	**0,09**	**37**	**13**	**0,17**	**0,02**
240	1,04	0,21	308	13	1,10	0,26	1,05	0,13	0,30	0,03	0,37	0,09	38	16	0,18	0,02
250	1,06	0,22	248	29	1,09	0,16	0,96	0,07	0,35	0,11	0,37	0,05	39	13	0,15	0,02
315	0,94	0,06	282	45	0,94	0,25	1,02	0,20	0,41	0,07	0,40	0,06	31	7	0,16	0,01
330	1,05	0,11	270	26	0,91	0,12	1,20	0,10	0,45	0,11	0,53	0,07	40	17	0,18	0,02
2015	**1,00**	**0,11**	**244**	**84**	**0,77**	**0,41**	**0,90**	**0,46**	**0,26**	**0,07**	**0,26**	**0,14**	**309**	**859**	**0,13**	**0,02**
240	1,25	0,06	298	48	1,05	0,27	0,71	0,15	0,25	0,03	0,29	0,05	28	6	0,14	0,01
250	1,03	0,11	297	58	1,11	0,21	0,61	0,13	0,28	0,05	0,23	0,05	28	16	0,13	0,02
315	1,17	0,06	340	53	1,09	0,20	0,91	0,12	0,27	0,02	0,24	0,07	38	45	0,14	0,01
330	1,13	0,09	315	25	0,85	0,18	0,83	0,05	0,30	0,06	0,32	0,06	32	19	0,13	0,01
2016	**1,15**	**0,11**	**312**	**47**	**1,03**	**0,23**	**0,76**	**0,16**	**0,28**	**0,05**	**0,27**	**0,07**	**31**	**24**	**0,13**	**0,02**
240	1,17	0,06	340	53	1,09	0,20	0,91	0,12	0,27	0,02	0,24	0,07	38	45	0,14	0,01
250	1,13	0,09	315	25	0,85	0,18	0,83	0,05	0,30	0,06	0,32	0,06	32	19	0,13	0,01
315	1,15	0,11	312	47	1,03	0,23	0,76	0,16	0,28	0,05	0,27	0,07	31	24	0,13	0,02
330	1,11	0,20	269	47	0,94	0,25	1,13	0,44	0,38	0,14	0,38	0,12	42	33	0,15	0,04
Sparattocyce dioica	**1,31**	**0,17**	**373**	**73**	**1,02**	**0,25**	**1,43**	**0,33**	**0,42**	**0,13**	**0,26**	**0,08**	**95**	**50**	**0,12**	**0,02**
2013	**1,33**	**0,11**	**372**	**45**	**1,09**	**0,22**	**1,54**	**0,22**	**0,40**	**0,13**	**0,24**	**0,08**	**101**	**64**	**0,13**	**0,01**
240	1,41	0,14	396	46	1,06	0,24	1,61	0,23	0,35	0,05	0,27	0,07	72	33	0,13	0,01
250	1,28	0,10	361	36	1,14	0,22	1,44	0,14	0,50	0,15	0,23	0,08	84	21	0,13	0,01
315	1,25	0,06	340	22	0,87	0,08	1,70	0,29	0,44	0,15	0,30	0,07	141	118	0,14	0,00
330	1,36	0,08	389	56	1,28	0,12	1,40	0,08	0,31	0,08	0,18	0,07	106	29	0,14	0,01
2014	**1,28**	**0,26**	**369**	**43**	**1,11**	**0,24**	**1,67**	**0,33**	**0,51**	**0,15**	**0,30**	**0,09**	**111**	**41**	**0,13**	**0,01**
240	1,24	0,43	374	57	1,11	0,13	1,58	0,33	0,60	0,06	0,25	0,05	89	43	0,12	0,01
250	1,17	0,21	333	36	1,19	0,34	1,53	0,35	0,45	0,20	0,23	0,04	134	45	0,12	0,01
315	1,30	0,12	381	27	1,21	0,22	1,59	0,12	0,38	0,05	0,31	0,05	109	36	0,13	0,01
330	1,40	0,17	385	34	0,93	0,20	1,98	0,32	0,60	0,10	0,42	0,08	113	41	0,15	0,01
2015	**1,21**	**0,07**	**347**	**61**	**0,86**	**0,23**	**1,26**	**0,30**	**0,40**	**0,11**	**0,28**	**0,08**	**86**	**43**	**0,12**	**0,02**
240	1,25	0,09	308	32	0,76	0,06	0,91	0,24	0,31	0,05	0,33	0,08	70	65	0,14	0,01
250	1,18	0,06	353	51	1,16	0,16	1,29	0,16	0,36	0,12	0,23	0,05	111	49	0,11	0,01
315	1,23	0,05	351	54	0,71	0,23	1,52	0,17	0,41	0,12	0,31	0,06	86	25	0,12	0,01
330	1,18	0,05	375	89	0,81	0,15	1,34	0,28	0,51	0,05	0,26	0,09	78	22	0,13	0,02
2016	**1,42**	**0,09**	**407**	**112**	**1,04**	**0,22**	**1,23**	**0,24**	**0,39**	**0,10**	**0,20**	**0,05**	**81**	**44**	**0,11**	**0,01**
240	1,43	0,11	351	86	0,86	0,15	1,28	0,24	0,35	0,08	0,21	0,06	85	68	0,12	0,02
250	1,46	0,07	514	98	1,10	0,21	1,14	0,24	0,44	0,09	0,17	0,04	88	37	0,09	0,01
315	1,41	0,06	466	60	1,23	0,17	1,35	0,24	0,39	0,13	0,24	0,04	69	23	0,11	0,01
330	1,39	0,11	298	34	0,95	0,20	1,16	0,24	0,40	0,11	0,20	0,06	82	51	0,10	0,01

Tableau 10 : Teneur foliaire des espèces communes - Pic du Grand Kaori (2007-2016)

L'analyse foliaire des espèces communes des parcelles du Pic du Grand Kaori montrent plusieurs tendances :

- Les teneurs en P, K et S sont plus bas que pour les autres éléments mesurées pour l'ensemble des espèces.
- Toutes les espèces possèdent des teneurs en Calcium (Ca) supérieures aux concentrations de Magnésium (Mg).
- Les teneurs en N, S et Ca sont les plus élevées dans les échantillons de *Gardenia aubreyii* suivi de *Sparattocyce dioica*.

Espèces	Altitude (m)	N		P		K		Ca		Mg		Na		Mn		S	
		%	Écart	ppm	Écart	%	Écart	%	Écart	%	Écart	%	Écart	ppm	Écart	%	Écart
Garcinia neglecta	299	1	0,06	170	0,34	0	0,04	0	0,03	0	0,01	0,11	0,04	713	334	0,181	0,016
	313	1	0,09	183	0,28	0	0,07	0	0,14	0	0,04	0,12	0,04	615	315	0,192	0,060
Gardenia aubryi	313	1	0,11	186	0,78	1	0,34	0	0,04	0	0,01	0,2	0,07	45	31,7	0,152	0,020
Sparattosyce dioica	299	1	0,09	184	0,88	1	0,24	0	0,04	0	0,02	0,24	0,08	205	201	0,130	0,018

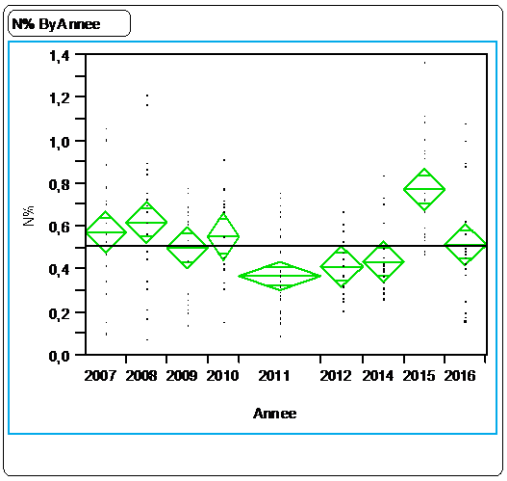
Tableau 11 : Teneurs foliaires des espèces d'arbres communes des deux parcelles sur Pic du Pin en Avril 2015.

L'analyse foliaire des espèces communes des parcelles du Pic du Grand Kaori montrent plusieurs tendances :

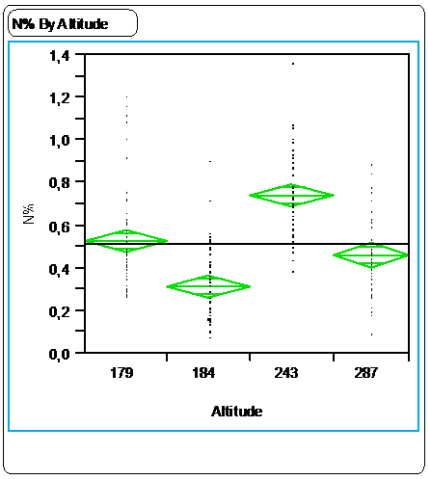
- Les teneurs en P, K et S sont plus bas que pour les autres éléments mesurées pour l'ensemble des espèces.
- Toutes les espèces possèdent des teneurs en Calcium (Ca) supérieures aux concentrations de Magnésium (Mg).
- Les teneurs en N, S et Ca sont les plus élevées dans les échantillons de *Garcinia neglecta* suivi de *Gardenia aubreyii* et de de *Sparattocyce dioica*

3.3 Analyse de variance (ANOVA) de la teneur en Azote (N -%) et Soufre (S -%) dans le sol, la litière et les espèces communes

ANOVA des teneurs en Azote total (N- %) et Soufre total (S -%) dans le sol de Forêt-Nord

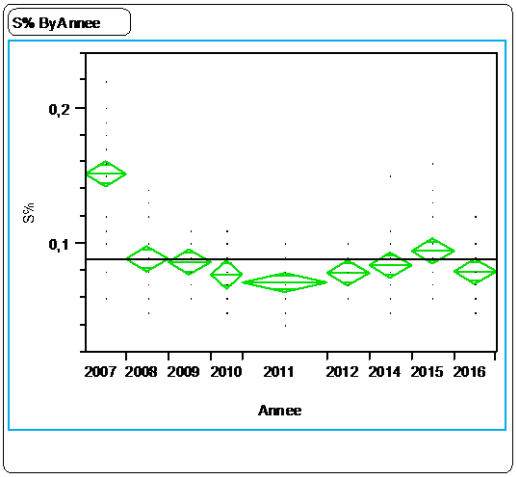


r²	0,220	n	195	F-ratio	6,570	F-prob	<0,0001

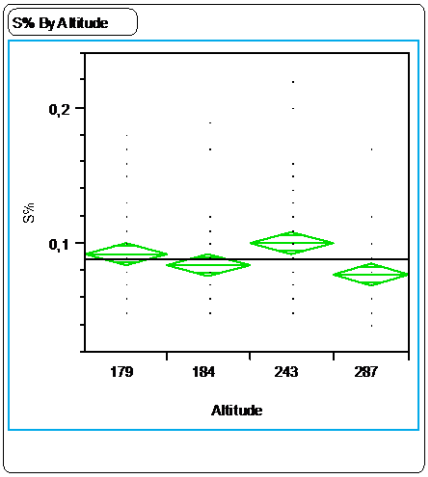


r²	0,380	n	195	F-ratio	39,260	F-prob	<0,0001

Figure 10 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des sols - Forêt-Nord selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)



r²	0,500	n	195	F-ratio	23,350	F-prob	<0,0001



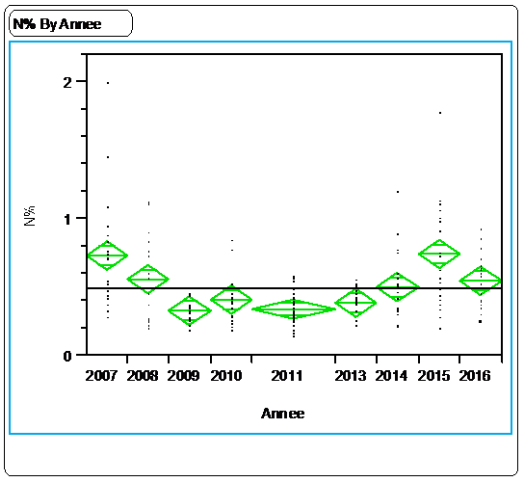
r²	0,078	n	195	F-ratio	5,390	F-prob	0,0014

Figure 11 : ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des sols - Forêt-Nord selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)

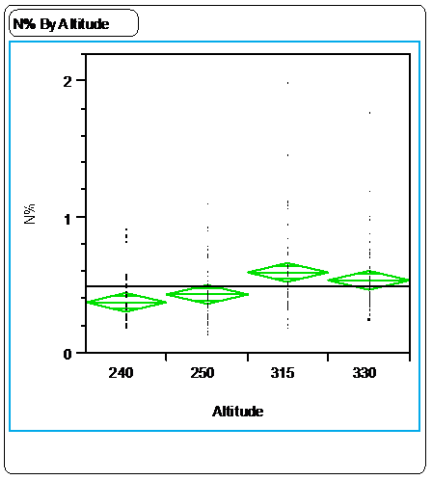
L'analyse de variance effectuée sur la composition chimique des sols de Forêt-Nord prélevés sur les parcelles permanentes de 2007 à 2016 montre plusieurs tendances :

- Les teneurs en S, montrent une diminution significative de 2007 à 2011 suivis d'une augmentation à 2015 suivi d'une diminution en 2016
- Les teneurs en N et S varient de manière significative entre les parcelles se trouvant à des altitudes différentes.

ANOVA des teneurs en Azote total (N- %) et Soufre total (S -%) dans les sols des parcelles du Pic du Grand Kaori

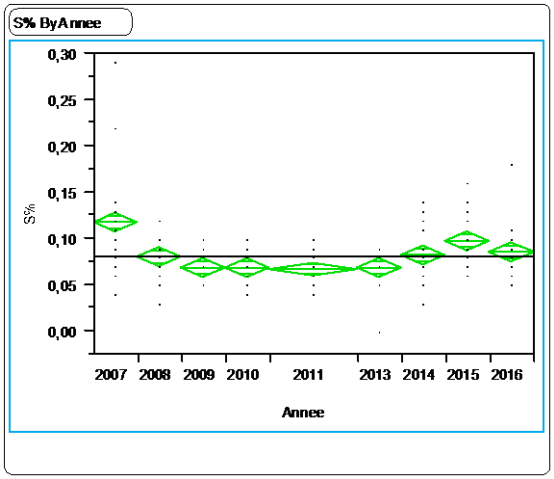


r²	0,283	n	200	F-ratio	9,430	F-prob	<0,0001

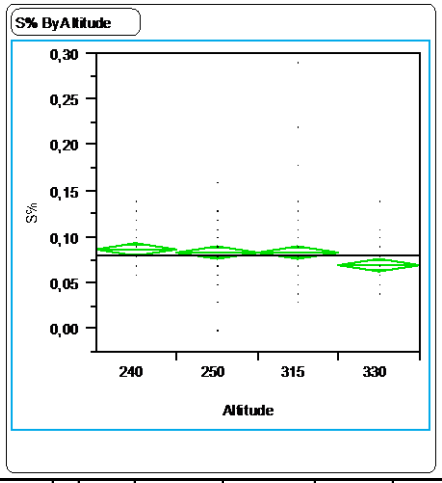


r²	0,098	n	200	F-ratio	7,120	F-prob	0,0010

Figure 12 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des sols - Pic du Grand Kaori selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)



r²	0,267	n	200	F-ratio	8,720	F-prob	<0,0001



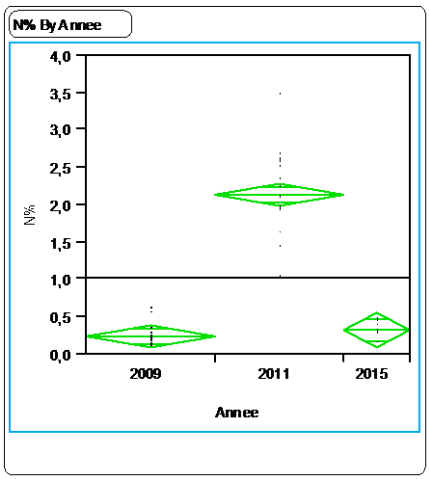
r²	0,048	n	200	F-ratio	3,330	F-prob	0,0205

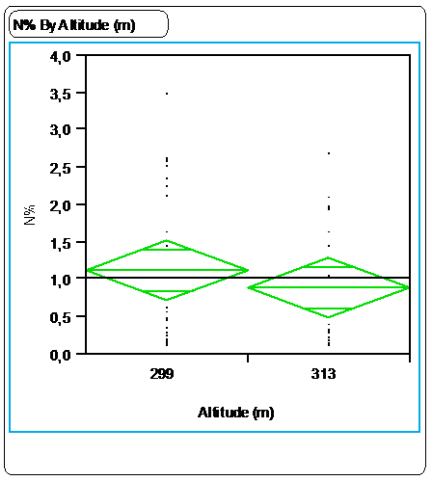
Figure 13 : ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des sols - Pic du Grand Kaori selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)

L'analyse de variance effectuée sur la composition chimique des sols du Pic du Grand Kaori prélevés sur les parcelles permanentes de 2007à 2016 montre plusieurs tendances :

- Les teneurs en N, et S, montrent une diminution significative de 2007 à 2011 suivis d'une augmentation à 2015 suivi d'une diminution en 2016.
- Les teneurs en N varient de manière significative entre les parcelles se trouvant à des altitudes différentes.
- La teneur en S diminue de manière légèrement significative avec l'augmentation en altitude.

ANOVA des teneurs en Azote total (N- %) et Soufre total (S -%) dans les sols des parcelles du Pic du Pin

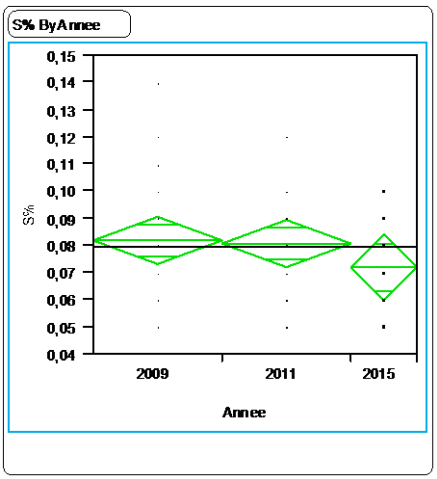


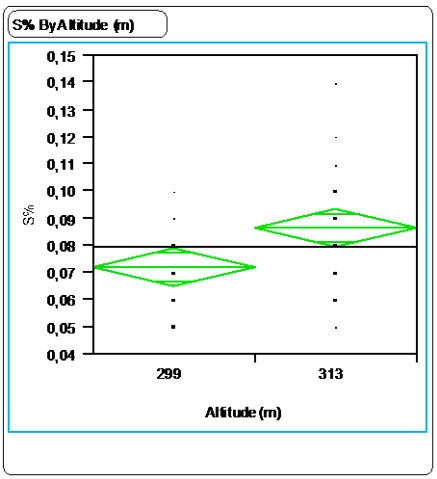


r^2	0,869	n	50	F-ratio	157,080	F-prob	<0,0001

r^2	0,013	n	50	F-ratio	0,659	F-prob	0,4230

Figure 14 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des sols - Pic du Pin selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)





r^2	0,038	n	50	F-ratio	0,942	F-prob	0,3970

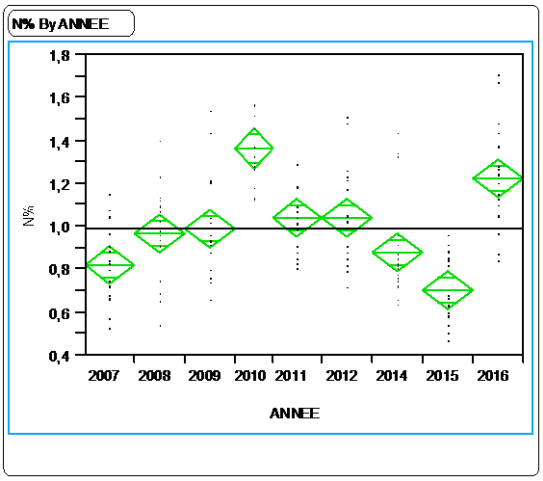
r^2	0,136	n	50	F-ratio	7,586	F-prob	0,0080

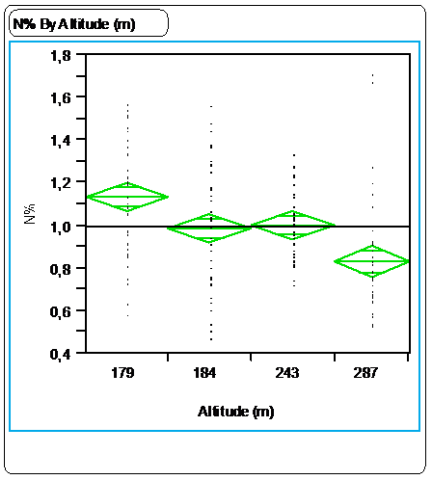
Figure 15 : ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des sols - Pic du Pin selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)

L'analyse de variance effectuée sur la composition chimique des sols du Pic du Pin prélevés sur les parcelles permanentes de 2009, 2011 et de 2015 montre plusieurs tendances :

- Les teneurs en N, montrent une augmentation significative de 2009 à 2011 suivis d'une diminution en 2015.
- Les teneurs en S montrent une légère diminution de 2009 à 2015 qui n'est pas significative.
- Les teneurs en N varient de manière significative entre les parcelles se trouvant à des altitudes différentes.
- La teneur en S augments de manière significative avec l'augmentation en altitude entre les deux parcelles à Pic du Pin.

ANOVA des teneurs en Azote total (N- %) et Soufre total (S -%) dans la litière des parcelles de Forêt Nord

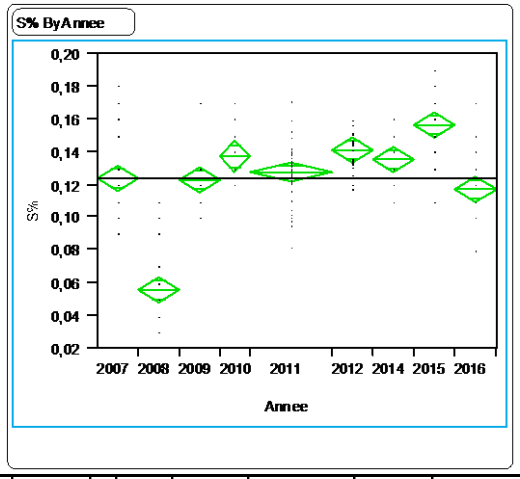


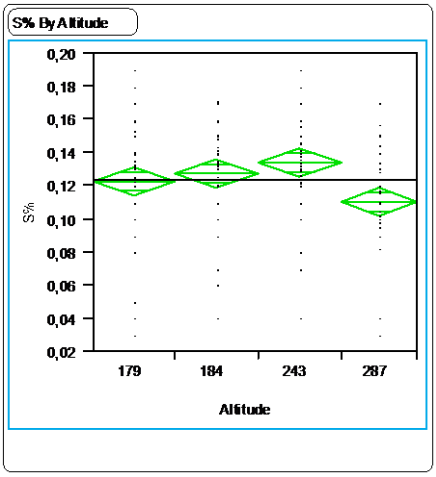


r²	0,450	n	195	F-ratio	19,050	F-prob	<0,0001

r²	0,175	n	195	F-ratio	13,580	F-prob	<0,0001

Figure 16 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des litières - Forêt-Nord selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)





r²	0,647	n	195	F-ratio	42,670	F-prob	<0,0001

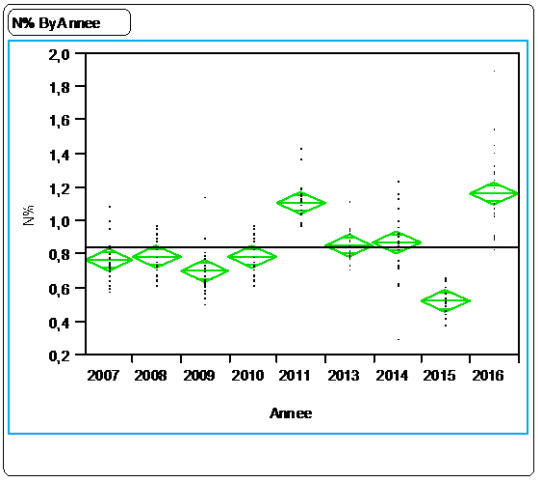
r²	0,070	n	195	F-ratio	4,850	F-prob	0,0020

Figure 17 : ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des litières - Forêt-Nord selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)

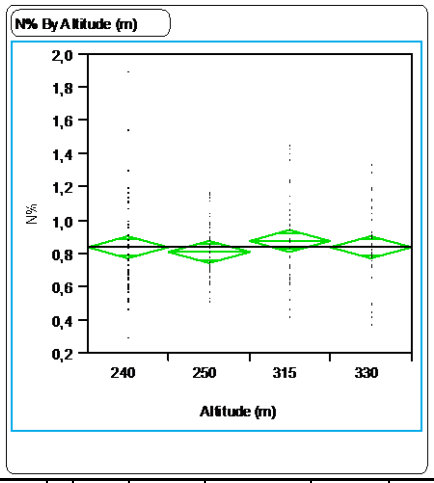
L'analyse de variance effectuée sur la composition chimique des litières de Forêt-Nord prélevées sur les parcelles permanentes de 2007 à 2016 montre plusieurs tendances :

- La teneur en N montre une augmentation significative de 2007 à 2010 et une diminution depuis 2011 à 2015 suivis d'une augmentation en 2016 qui pourrait suggérer des variations cycliques.
- Les teneurs en S oscillent de façon significative entre 2007 et 2015 suivis d'une diminution en 2016. Ces changements pourraient être considérés comme des variations cycliques.
- Les teneurs en N et S varient de manière significative entre les parcelles se trouvant à des altitudes différentes.

ANOVA des teneurs en Azote total (N- %) et Soufre total (S -%) dans la litière des parcelles du Pic du Grand Kaori

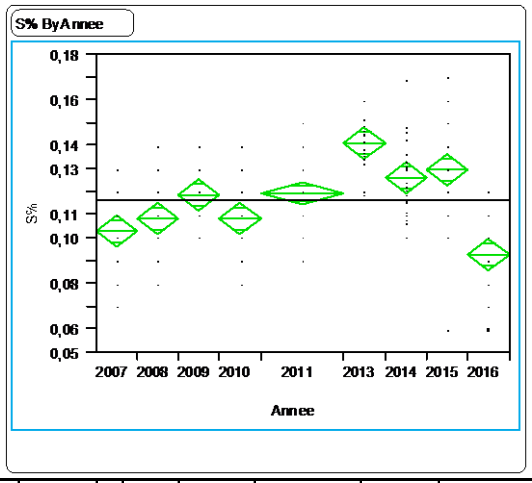


r²	0,633	n	200	F-ratio	41,350	F-prob	<0,0001

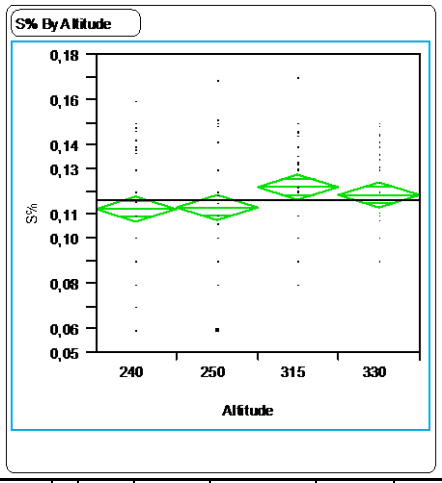


r²	0,007	n	200	F-ratio	0,327	F-prob	0,8050

Figure 18 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des litières - Pic du Grand Kaori selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)



r²	0,420	n	200	F-ratio	17,320	F-prob	<0,0001



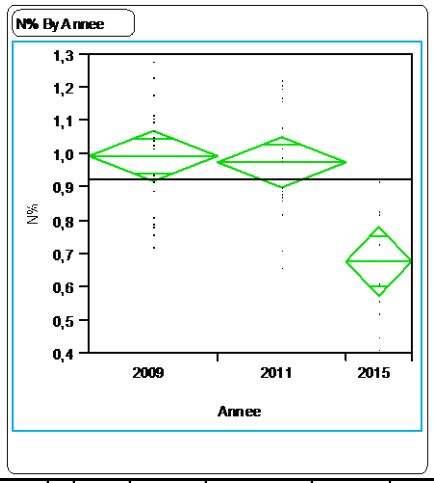
r²	0,035	n	200	F-ratio	2,420	F-prob	0,0670

Figure 19 : ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des litières - Pic du Grand Kaori selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)

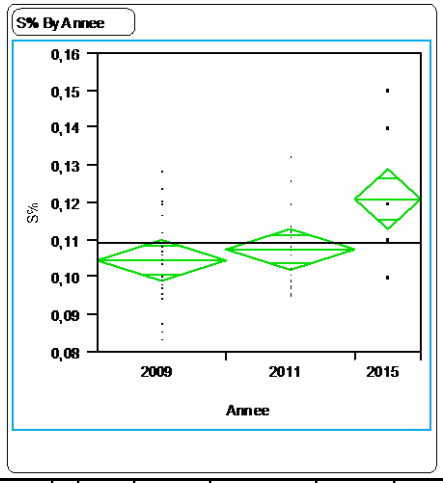
L'analyse de variance effectuée sur la composition chimique des litières du Pic du Grand Kaori prélevées sur les parcelles permanentes de 2007 à 2016 montre plusieurs tendances :

- Les teneurs en N montrent une augmentation significative de 2007 à 2011 suivis d'une diminution à 2015 suivi d'une augmentation en 2016 suggérant des variations cycliques.
- Les teneurs en S varient de manière significative aussi entre 2007 et 2013 et ensuite diminuent à 2016.
- Les teneurs en S varient de manière légèrement significative entre les parcelles selon l'altitude dont les parcelles de haut contiennent des teneurs en S légèrement plus élevées que les parcelles de bas.

ANOVA des teneurs en Azote total (N- %) et Soufre total (S -%) dans la litière des parcelles du Pic du Pin



r²	0,359	n	50	F-ratio	13,173	F-prob	<0,0001



r²	0,196	n	50	F-ratio	5,750	F-prob	0,0068

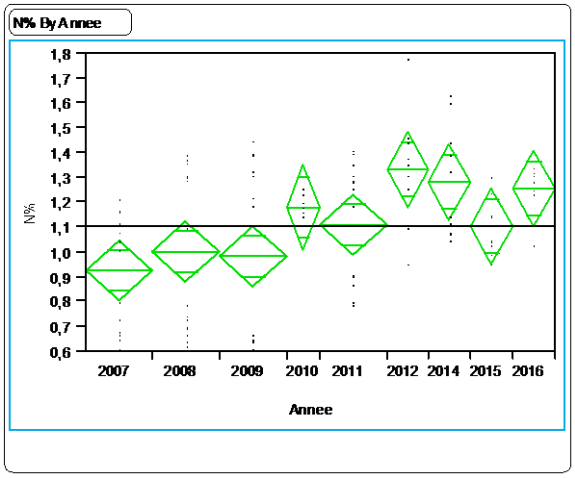
Figure 20 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) et souffre (S-%) des litières - Pic du Pin selon l'année

L'analyse de variance effectuée sur la composition chimique des litières du Pic du Pin prélevées sur les parcelles permanentes de 2009 à 2015 montre plusieurs tendances :

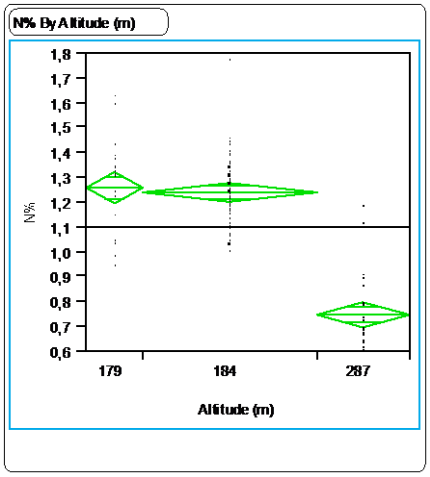
- Les teneurs en N montrent une diminution significative de 2009 à 2015.
- Les teneurs en S montrent une augmentation significativement pour les mêmes périodes.

ANOVA des teneurs en Azote total (N -%) et Soufre total (S -%) dans les feuilles des espèces commun sur les parcelles de Forêt-Nord

Garcinia neglecta (Guttiferae)

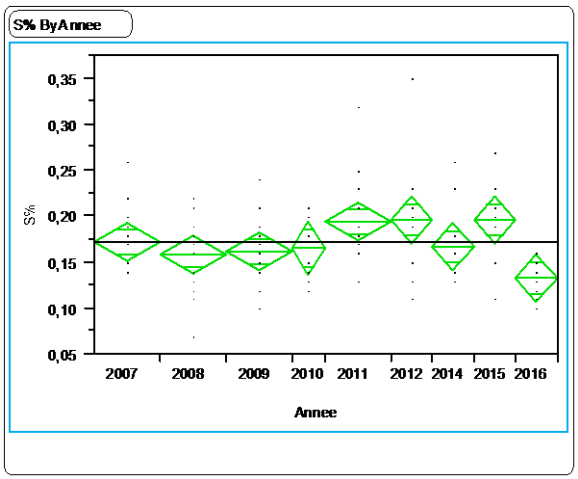


r²	0,246	n	112	F-ratio	4,220	F-prob	0,0002

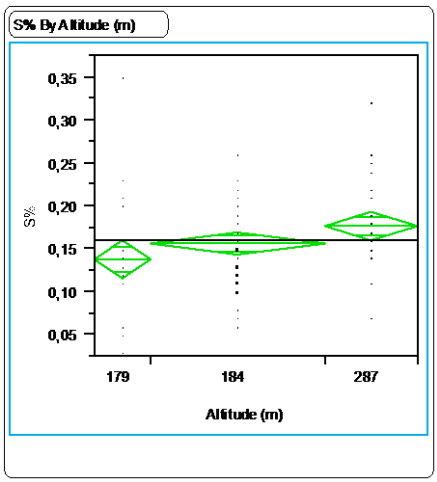


r²	0,711	n	112	F-ratio	88,810	F-prob	<0,0001

Figure 21: ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de *Garcinia neglecta (Guttiferae)* - Forêt-Nord selon l'année (gauche) et l'altitude (droite) pour la période 2007 à 2016.



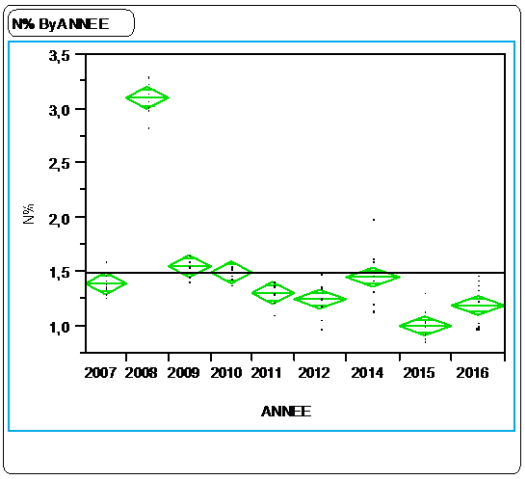
r²	0,185	n	112	F-ratio	2,920	F-prob	0,0055



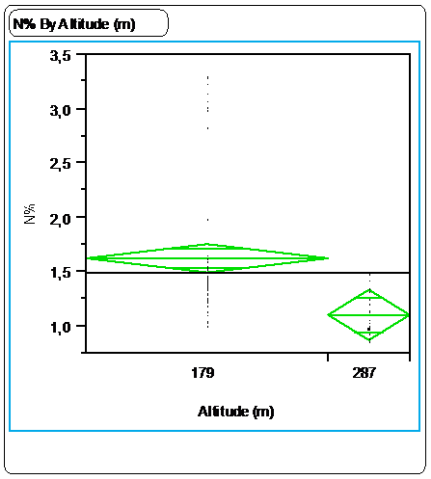
r²	0?007	n	112	F-ratio	0,394	F-prob	0,6754

Figure 22: ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des feuilles de *Garcinia neglecta (Guttiferae)* - Forêt-Nord selon l'année (gauche) et l'altitude (droite) pour la période 2007 à 2016.

Gardenia aubreyii (Rubiaceae)

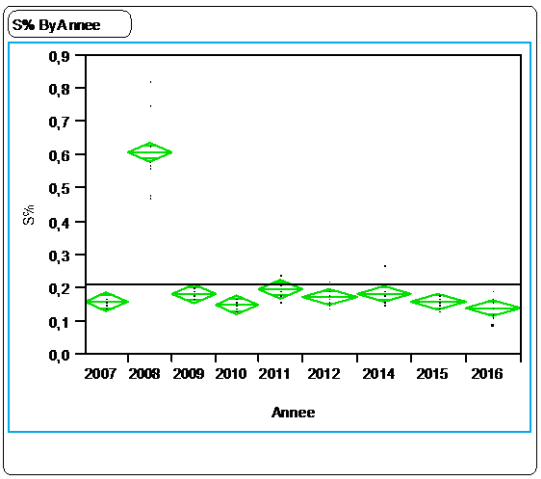


r²	0,934	n	80	F-ratio	126,440	F-prob	<0,0001

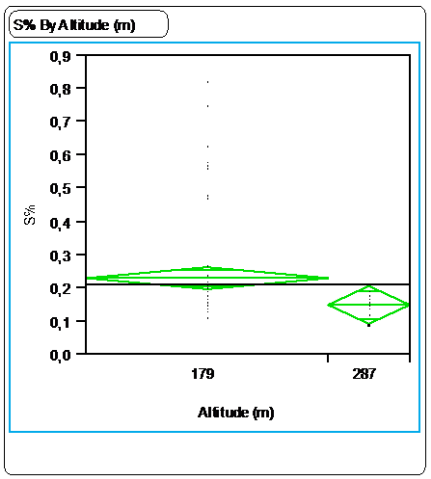


r²	0,158	n	80	F-ratio	14,707	F-prob	0,0003

Figure 23 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de *Gardenia aubreyii (Rubiaceae)* - Forêt-Nord selon l'année (gauche) et l'altitude (droite) pour la période 2007 à 2016



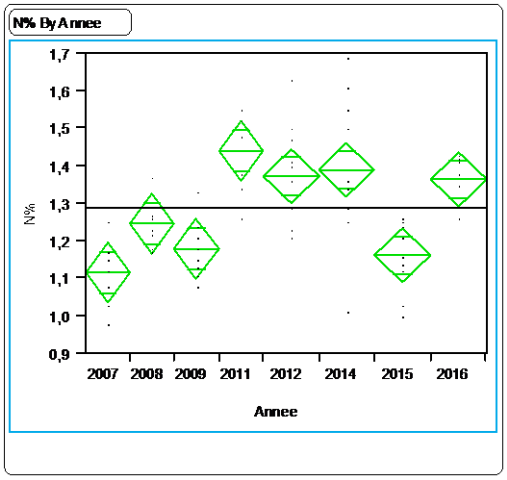
r²	0,910	n	80	F-ratio	90,390	F-prob	<0,0001



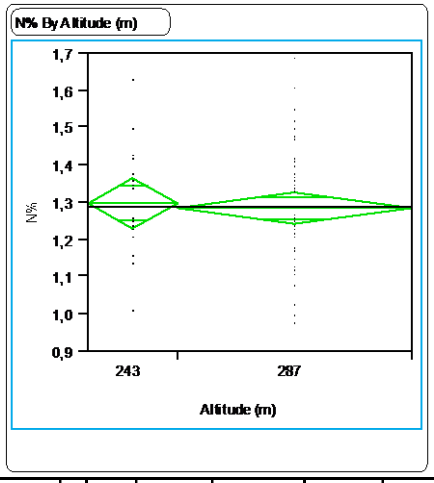
r²	0,063	n	80	F-ratio	5,300	F-prob	0,0230

Figure 24: ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des feuilles de *Gardenia aubreyii (Rubiaceae)*- Forêt-Nord selon l'année (gauche) et l'altitude (droite) pour la période de 2007 à 2016.

Sparattocyce dioica (Moraceae)

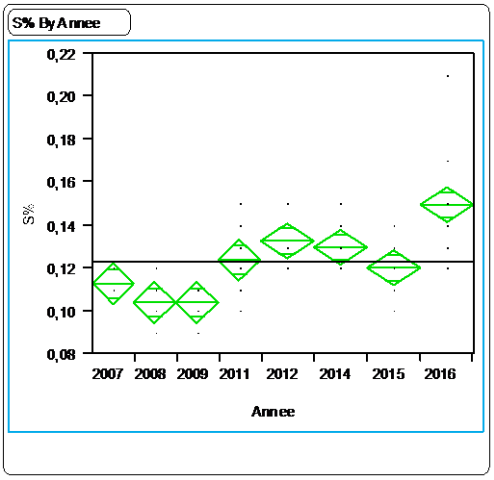


r²	0,521	n	72	F-ratio	9,980	F-prob	<0,0001

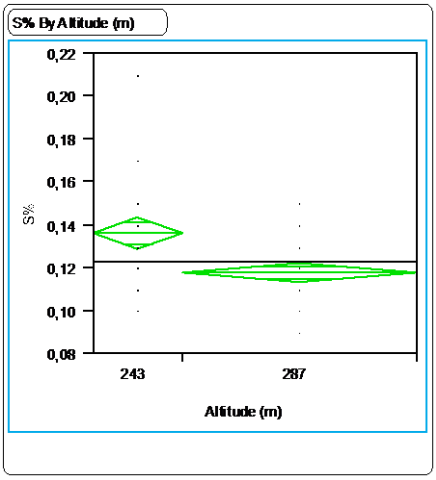


r²	0,001	n	52	F-ratio	0,076	F-prob	0,783

Figure 25 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de *Sparattocyce dioica (Moraceae)* - Forêt-Nord selon l'année (gauche) et l'altitude (droite) pour la période 2007 à 2016.



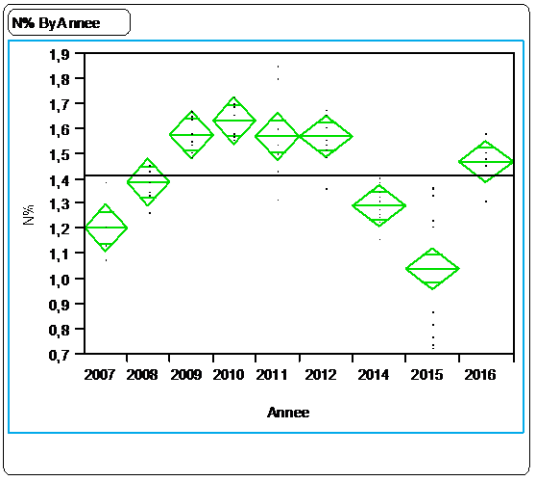
r²	0,563	n	72	F-ratio	11,820	F-prob	<0,0001



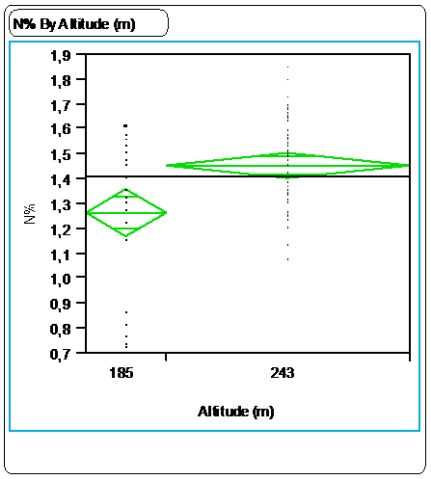
r²	0,172	n	72	F-ratio	14,610	F-prob	0,0030

Figure 26: ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des feuilles de *Sparattocyce dioica (Moraceae)* - Forêt-Nord selon l'année (gauche) et l'altitude (droite) pour la période 2007 à 2016.

Xylopia cf. veillardii

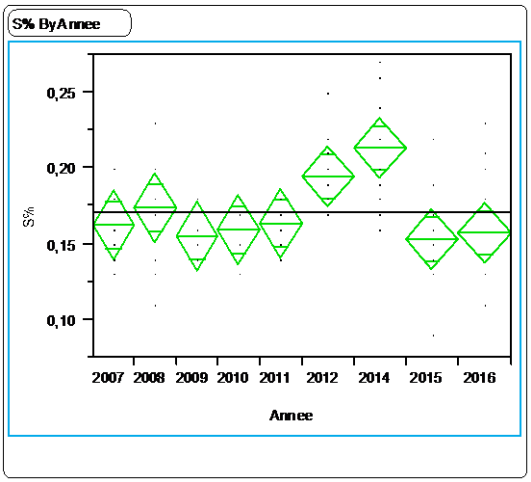


r²	0,691	n	80	F-ratio	19,930	F-prob	<0,0001

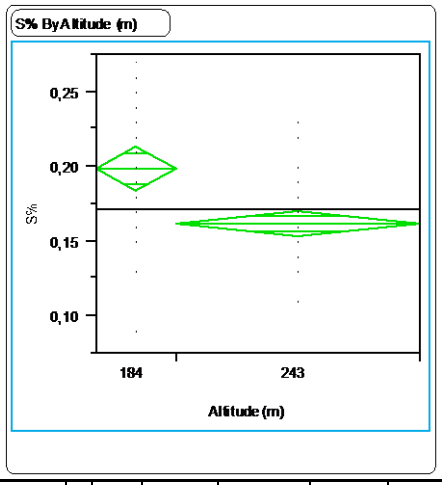


r²	0,128	n	80	F-ratio	11,470	F-prob	0,0011

Figure 27: ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de *Xylopia sp (veillardii)* - Forêt-Nord selon l'année (à gauche) et altitude (m) (droite) pour la période 2007 à 2016.



r²	0,301	n	80	F-ratio	3,820	F-prob	0,0009



r²	0,189	n	80	F-ratio	18,210	F-prob	<0,0001

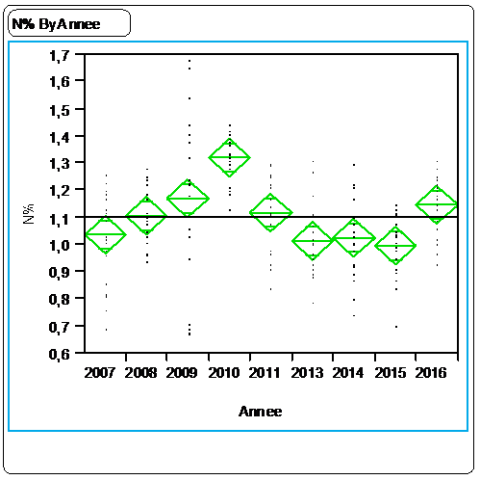
Figure 28: ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des feuilles de *Xylopia sp (veillardii)* - Forêt-Nord selon l'année (à gauche) et altitude (m) (droite) pour la période de 2007 à 2016.

L'analyse de variance effectuée sur la composition chimique des feuilles des espèces communes prélevées sur les parcelles permanentes de 2007 à 2016 à Forêt-Nord montrent plusieurs tendances :

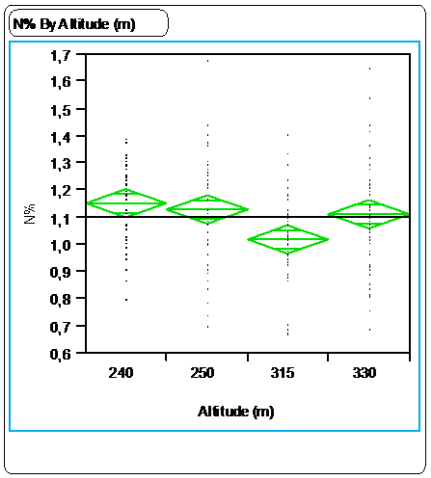
- Les teneurs en N chez *Garcinia* et *Sparattocyce* ont montrées une augmentation significative de 2007 à 2016
- Les teneurs en N de *Xylopia* ont montrées une augmentation de 2007 à 2011 et ensuite diminuent à 2015 pour ensuite augmenter en 2016 suggérant un cycle en azote.
- Les teneurs en S des feuilles de *Sparattocyce* montrent des augmentations significatives entre 2007 et 2016. Les valeurs aléatoires en S entre les années de référence et suivent souvent les mêmes tendances que N suggérant que les variations pourraient être cycliques.
- Des variations légèrement significatives dans les teneurs en S des feuilles de Garcinia entre 2007 et 2016 dont les valeurs en 2016 sont inferieur à premières années.
- Les teneurs en N des feuilles de *Garcinia et Gardenia* montrent des différences entre les parcelles selon l'altitude avec les parcelles basses contenant une plus forte teneur que les parcelles hautes.
- Les teneurs en S des feuilles de *Gardenia*, *Sparattocyce* et *Xylopia* montrent des différences significatives qui sont légères entre les parcelles selon l'altitude avec les parcelles basses contenant une plus fort teneur que les parcelles hautes.

ANOVA des éléments dans les feuilles des espèces communes sur les parcelles du Pic du Grand Kaori

Gardenia aubreyii (Rubiaceae)

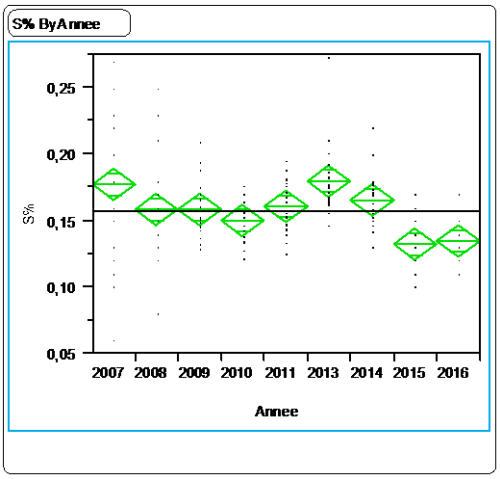


r²	0,260	n	180	F-ratio	7,530	F-prob	<0,0001

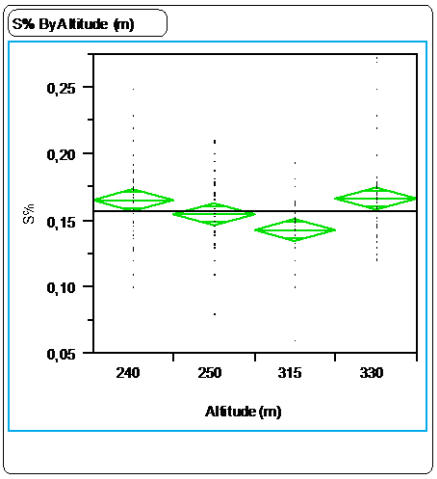


r²	0,070	n	180	F-ratio	4,420	F-prob	0,0050

Figure 29: ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de *Gardenia aubreyii*- Pic du Grand Kaori selon l'année (gauche) et l'altitude (droite) pour la période 2007 à 2016.



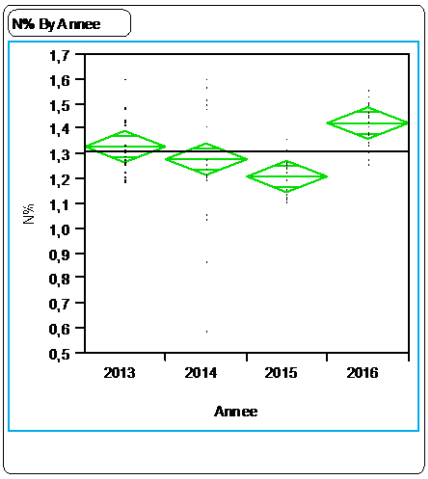
r²	0,238	n	180	F-ratio	6,600	F-prob	<0,0001



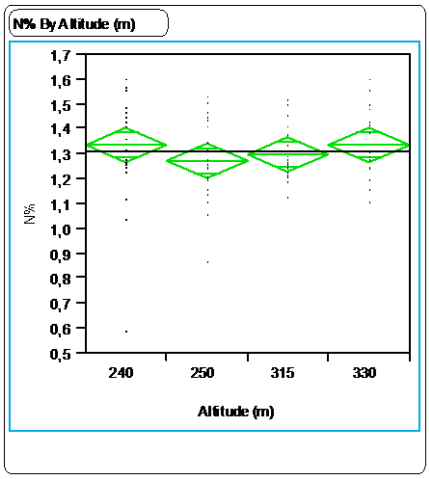
r²	0,088	n	180	F-ratio	5,520	F-prob	0,0012

Figure 30: ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des feuilles de *Gardenia aubreyii (Rubiaceae)* - Pic du Grand Kaori selon l'année (gauche) et l'altitude (droite) pour la période 2007 à 2016.

Sparattocyce dioica (Moraceae)

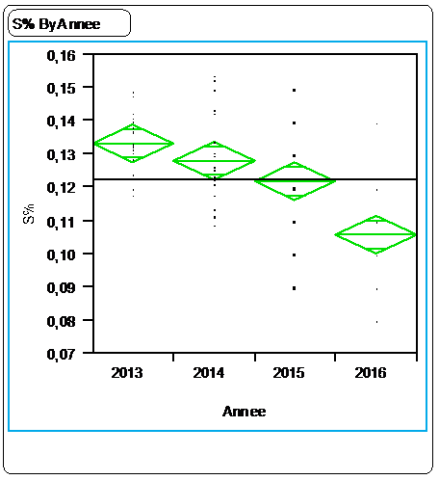


r²	0,223	n	80	F-ratio	7,270	F-prob	0,0002

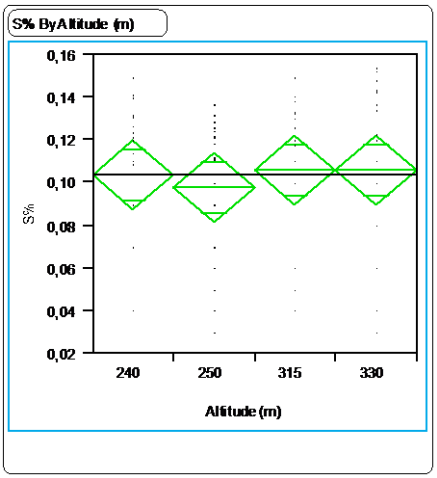


r²	0,024	n	80	F-ratio	0,628	F-prob	0,596

Figure 31: ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de *Sparattocyce dioica* Pic du Grand Kaori selon l'année (gauche) et l'altitude (droite) pour la période 2013 à 2016



r²	0,374	n	80	F-ratio	15,160	F-prob	<0,0001



r²	0,109	n	80	F-ratio	3,100	F-prob	0,0310

Figure 32: ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des feuilles de *Sparattocyce dioica* - Pic du Grand Kaori selon l'année (gauche) et l'altitude (droite) pour 2013 à 2016.

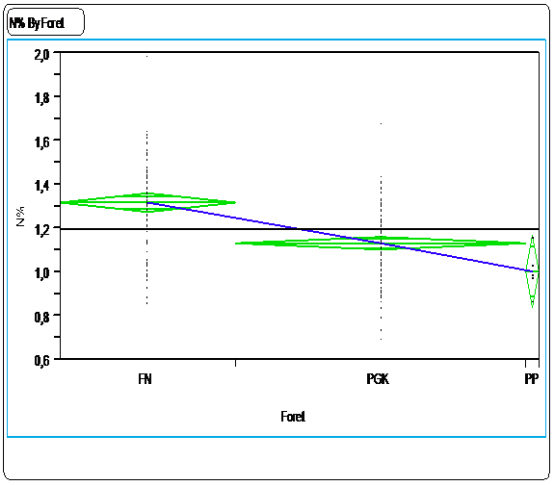
L'analyse de variance effectuée sur la composition chimique des feuilles des espèces communes prélevées sur les parcelles permanentes de 2007 à 2016 du Grand Kaori montre plusieurs tendances :

- Les feuilles de *Gardenia* montrent une augmentation significative de leurs teneurs en N de 2007 à 2010 suivie par une diminution significative entre 2010 et 2014.
- Les teneurs en S des feuilles de *Gardenia* varient entre les années de manière significative mais d'une façon aléatoire. Ex valeurs de 2008, 2010 et 2014 sont semblable.

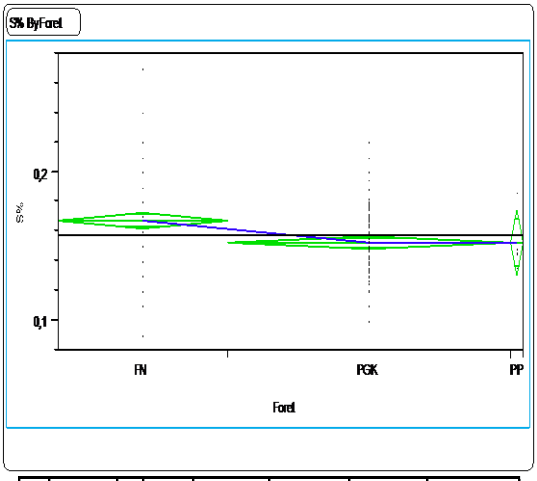
- La teneur en S des feuilles de *Gardenia* montrent des différences significatives entre les parcelles selon l'altitude et de manière aléatoire.
- Les feuilles de *Sparattocyce* ont montré une augmentation significative en N et diminution en S de 2012 à 2016.
- Les feuilles de *Sparattocyce* contiennent plus de S sur les parcelles du haut que sur les parcelles de bas. Cette même tendance entre les parcelles est observée pour N, mais il n'est significatif.

3.4 Analyse de variance (ANOVA) de la teneur en Azote (N -%) et Soufre (S -%) entre les arbres communs à Forêt Nord, Pic du Grand Kaori et Pic du Pin (*Gardenia*, *Sparattocyce*)

Gardenia aubreyii (Rubiaceae)



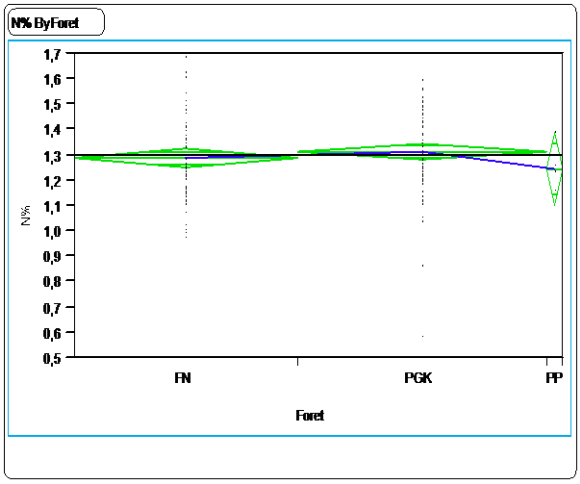
r²	0,075	n	197	F-ratio	7,880	F-prob	0,0005



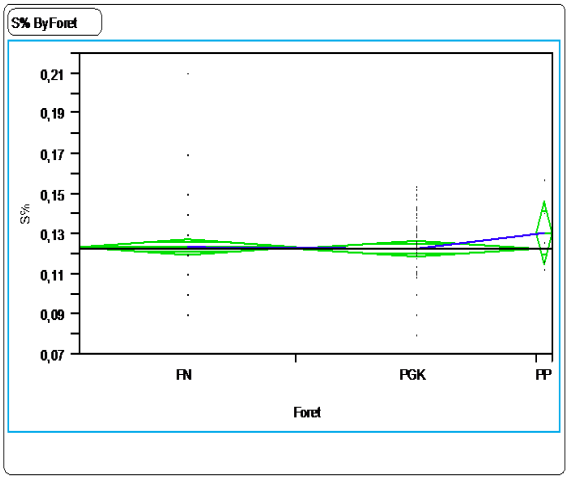
r²	0,192	n	197	F-ratio	23,090	F-prob	<0,0001

Figure 33: ANOVA teneur en Azote total (N-%) (gauche) et Souffre (S%) (droite) des feuilles de *Gardenia aubreyii* entre Forêt Nord, Pic du Grand Kaori et Pic du Pin.

***Sparattocyce dioica* (Moraceae)**



r²	0,008	n	157	F-ratio	0,624	F-prob	0,5370



r²	0,109	n	80	F-ratio	3,100	F-prob	0,0310

Figure 34: ANOVA teneur en Azote total (N-%) (gauche) et Souffre (S%) (droite) des feuilles de *Sparattocyce dioica* entre Forêt Nord, Pic du Grand Kaori et Pic du Pin

L'analyse de variance effectuée sur les teneurs en N et S des feuilles des *Gardenia* et *Sparattocyce* prélevées sur les parcelles permanentes de 2007 à 2016 de les Réserves de Forêt Nord, Pic du Grand Kaori, Pic du Pin montrent plusieurs tendances.

- Les teneurs en N et S sont significativement plus élevées sur les *Gardenia* à Forêt Nord par rapport au Pic du Grand Kaori et Pic du Pin.
- Les teneurs en N de Sparattocyce ne montrent pas de différences significatives entre les forêts.
- Cependant les teneurs en S des feuilles de *Sparattocyce* sont significativement plus élevées sur les parcelles de Pic du Pin que sur les parcelles à Forêt Nord et Pic du Grand Kaori.

4. ANALYSE DES RESULTATS

4.1 Bilan générale des campagnes de suivies des parcelles permanentes

La campagne de mesures des parcelles permanentes de pour le période 2015 a débuté en fin Décembre 2014 à Forêt Nord pour continuer sur Pic du Grand Kaori en Février et terminer par un prélèvement de sol, litière et feuilles a Pic du Pin en avril 2015. Les mesures et prélèvements de litière, sol et de feuilles sur les parcelles permanentes à Pic du Grand Kaori ont été interrompu jusqu'en Février 2015 à cause des intempéries trop fréquentes en Janvier 2015.

Tableau ci-dessous présent une synthèse du nombre de mesures ou éléments analysées dans les sols, litières et feuilles à Foret Nord et Pic du Grand Kaori ET Pic du Pin en 2015. Aucune de fluorimetrie n'a été effectuée en 2015.

Mesures ou analyses	FN1	FN2	FN3	FN4	FN Total	PGK 1	PGK2	PGK3	PGK4	PGK Total	PP1	PP2	PP Total
Nombre d'échantillons de sols prélevées	5	5	5	5	20	5	5	5	5	20	5	5	10
Nombre d'éléments analysée (sol)	24	24	24	24	480	24	24	24	24	480	24	24	240
Nombre d'échantillons de litières prélevées	5	5	5	5	20	5	5	5	5	20	5	5	10
Nombre d'éléments analysée (litières)	9	9	9	9	180	9	9	9	9	180	9	9	90
Nombre d'espèces prélevées pour analyses foliaires	2	2	2	2	8	2	2	2	2	8	2	2	4
Nombre d'échantillons de feuilles prélevées	20	20	20	20	80	20	20	20	20	80	10	10	20
Nombre d'éléments analysée (feuilles)	8	8	8	8	640	8	8	8	8	640	8	8	160
Total mesures ou analyses par Forêt					1300					1300			490

Tableau 12 : Nombre d'échantillons prélevées sur les trois Réserves (Forêt Nord, Pic du Grand Kaori, Pic du Pin) et analyses chimiques effectuées sur les échantillons de 2015.

La campagne de mesure en 2016 a été moins perturbées par les conditions d'intempérie avec 1060 identification et mesures de fluorimetrie à Forêt Nord et 1010 à Pic du Grand Kaori. Les prélèvements de sol, litière et feuilles ont été effectués en même temps que les mesures de fluorimetrie par une équipe de 4 personnes.

Tableau ci-dessous présent une synthèse du nombre de mesures ou éléments analysées dans les sols, litières et feuilles à Foret Nord et Pic du Grand Kaori.

Mesures ou analyses	FN1	FN2	FN3	FN4	FN Total	PGK 1	PGK2	PGK3	PGK4	PGK Total
Nombre de mesures d'activité chlorophyllienne	374	173	176	337	1060	276	254	292	188	1010
Nombre d'échantillons de sols prélevées	5	5	5	5	20	5	5	5	5	20
Nombre d'éléments analysée (sol)	24	24	24	24	480	24	24	24	24	480
Nombre d'échantillons de litières prélevées	20	20	20	20	80	20	20	20	20	80
Nombre d'éléments analysée (litières)	9	9	9	9	720	9	9	9	9	720
Nombre d'espèces prélevées pour analyses foliaires	2	2	2	2	8	2	2	2	2	8
Nombre d'échantillons de feuilles prélevées	5	5	5	5	20	5	5	5	5	20
Nombre d'éléments analysée (feuilles)	8	8	8	8	160	8	8	8	8	160
Total mesures ou analyses par Forêt					2420					2370

Tableau 13: Les nombres de mesures, de prélèvements et d'analyses chimiques fait pour la campagne de suivi concernant la période janvier 2016 à mars 2016.

4.2 État de santé des de la végétation des parcelles et leurs systèmes de photosynthèse

PARCEL	Arbre			Total Arbre	Arbuste			Total Arbuste	Juvenile			Total Juvenile	Plantule			Total Plantule	Total général
	2012	2014	2016		2012	2014	2016		2012	2014	2016		2012	2014	2016		
FGK1	47	33	47	127	107	109	104	320	100	91	94	285	64	58	59	181	913
FGK2	45	44	41	130	107	110	101	318	103	94	90	287	63	42	53	158	893
FGK3	47	41	41	129	126	39	119	284	107	168	79	354	69	56	54	179	946
FGK4	42		41	83	88		81	169	57		46	103	37		30	67	422
FN1	49	48	48	145	146	124	127	397	186	140	145	471	88	62	67	217	1230
FN2	18	9	18	45	54	49	48	151	129	105	108	342	17	15	11	43	581
FN3	52	50	49	151	108	92	96	296	29	29	25	83	11	8	9	28	558
FN4	40	32	36	108	126	118	114	358	188	167	151	506	48	48	44	140	1112
Total général	340	257	321	918	862	641	790	2293	899	794	738	2431	397	289	327	1013	7145

Tableau 14 : Le nombre d'arbres, arbustes, juvéniles et plantules total des parcelles permanentes ayant fait l'objet d'une mesure d'activités photosynthétiques en 2012, 2014 et 2016.

D'une manière générale, l'échantillonnage des plantes sur les parcelles permanentes pour les mesures de fluorimetrie présent dans le tableau ci-dessus indique que les strates arbres, arbustes, juvéniles n'ont pas diminué en nombre d'individus sur les parcelles de manière important entre 2012 et 2016 suggérant peu de mortalité et une bonne santé. Les diminutions affichée en 2014 sur la strate

d'arbres par rapport à 2012 et 2016 sur Pic du Grand Kaori (ex : FGK1, FN2, FN4) sont lié à des contraintes techniques qui ont empêché à échantillonner les arbres de grande taille (>12m) en 2014.

Les mesures ponctuelles de l'activité photosynthétique avec le PEA mètre des plantes en Forêt-Nord indiquent que les systèmes photosynthétiques des plantes opèrent de manière optimale (entre 0,78 et 0,82), ce qui indique des plantes en bonne santé en 2016 pour les différentes strates de végétation. Cette tendance de bonne santé photosynthétique se reflète non seulement au niveau des différentes strates, mais aussi au niveau de la composition floristique, comme en témoignent les valeurs FV/FM des espèces/genres identifiés à la Forêt-Nord qui a changée très peu entre les premières mesures en 2006 et les mesures en 2016 (Tableau 9). Des plus les valeurs FV/FM de 2016 sont les plus élevées sur l'ensemble des strates sur les deux forêts par rapport aux années récentes, suggérant des conditions notable. Les valeurs de bonne santé photosynthétique obtenues dans les sous-bois des stations forestières sont semblables à celles d'autres forêts humides (Kuppers *et al*, 1996).

Des différences en activité photosynthétique entre les campagnes avant 2007 et après 2010 ont été notées à Forêt Nord. .Les valeurs de 2010 à 2016 pour la strate plantules montrent une augmentation par rapport à ceux de 2007. Cette augmentation proviens des parcelles FN1 et FN 2 qui avaient des valeurs FV/FM bas par rapport au moyenne qui suggérés il y a eu une amélioration dans l'activité photosynthétique des plantules survivant sans doute par la réduction de compétition. Cette augmentation d'activité photosynthétique peut aussi provenir d'une réduction en émissions poussières du CR7 qui a été goudronné en 2010.

4.3 Evolution de la condition chimique des sols, des litières et des végétaux communs

4.3.1 Evolution de la condition chimique des sols

Les résultats des analyses chimiques des sols des parcelles permanentes de Forêt Nord et Pic du Grand Kaori présentées au tableau 15, sont comparables aux résultats déjà obtenus pour d'autres forêts humides dans le Grand Massif du Sud (Read *et al*, 2006). Le pH et teneurs en Mg, Ni, Fe et Cr des sols à Forêt Nord, Pic du Grand Kaori et Pic du Pin se rapproche plus des sols des forêts humides. Cependant, il y a des variations entre les stations forestières et les données existantes de Read et al (2006). Forêt Nord à les teneurs en N, P, K qui sont en générale les plus élevées et s'approches de ceux des forêts humides. Les sols de Pic du Grand Kaori ont des teneurs en P et K qui sont plus faible et s'approche plutôt à les teneurs dans les Forêt à *Nothofagus* (dont cette stations en possèdent des populations). Les valeurs des sols montrent aussi qu'il y a des variations entre les années (temporelles) pour certains éléments.

	Formations végétales du Sud (Read *et al*, 2006)			**Forêt Nord**			**Pic du Grand Kaori**			**Pic du Pin**	
				2007-2014	**2015**	**2016**	**2007-2014**	**2015**	**2016**	**2009 & 2011**	**2015**
Analyses sol	Forêt à *Nothofagus*	Forêt Humide	Maquis	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne
pH	3.5 - 5.9	4.1 – 6.0	4.4 – 6.1								
N (mg g^{-1})	0.9 – 3.6	0.7 – 3.8	0.8 – 1.6	0,50	0,77	0,52	0,45	0,73	0,55	1,19	0,34
P (mg g^{-1})	0.07 –0.24	0.10 – 0.18	0.06 – 0.32	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
K (mg g^{-1})	0.01 – 0.12	0.03 – 0.28	0.04 – 2.10	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00
Ca (mg g^{-1})	0.07 – 1.20	0.40 – 1.15	0.05 – 1.5	4,21	2,72	1,10	2,45	2,06	1,50	0,51	0,82
Mg (mg g^{-1})	0.01 – 60	3.1 – 17	0.4 – 12.0	19,0	7,1	4,3	15,3	4,4	5,7	8,1	1,3
S (mg g-1)				0,09	0,09	0,08	0,08	0,09	0,09	0,08	0,07
Ni (mg g^{-1})	0.5 – 6.7	2.3 – 8.5	1.3 – 10.4	6,7	4,8	5,5	6,4	3,8	5,3	5,8	4,2
Fe (mg g^{-1})	50 – 490	270 – 460	290 - 510	337	159	197	357	175	202	404	199
Cr (mg g^{-1})	2 – 134	25 – 184	14 - 110	24	42	50	21	12	5	17	5

Tableau 15 : Caractéristiques chimiques des sols des formations du Grand massif du Sud (Read *et al*, 2006) et valeurs moyennes des stations (2007-2014) et 2015 et 2016.

L'analyse de variance des teneurs en Azote (N) et Soufre (S) des sols des trois stations forestières montre plusieurs tendances significatives spatiales et temporelles. A forêt Nord les teneurs en N ont montré une oscillation en N et S très significative de 2007 à 2016. Les variations dans les teneurs des sols des parcelles permanentes selon altitudinaux sont significatives pour N et S. Cependant, elles sont aléatoires avec aucune correspondance entre teneur et altitude. A Forêt Nord les teneurs en N et S montrent les mêmes tendances avec FN2 la plus élevées suivis de FN4, FN3 et FN1. A Pic du Grand Kaori, il y a aussi une oscillation en N et S semblable entre 2007 et 2016 qui est significative. Les teneurs en N et S montrent aussi des variations légèrement significatives selon l'altitude avec les sols des parcelles les plus élevés contenants les plus fortes teneurs en N et plus faible teneurs en S.

Aucune analyse de variations n'a été faite des autres éléments dans les sols des stations forestières. Cependant certaines variations temporelles sont à noter comme la diminution en Ca dans les sols à Forêt Nord et Pic du Grand Kaori entre les valeurs moyennes de 2007-2016 2015 et 2016. Pour la même période les teneurs en Ca ont augmenté à Pic du Pin.

4.3.2 Evolution de la condition chimique des litières

La caractéristique chimique des litières des forêts sur latérite en Nouvelle-Calédonie est méconnue (Becquer *et al*, 1995). Le peu d'informations disponibles indiquent que les teneurs en P, K et Ca en Forêt-Nord et Pic du Grand Kaori (Tableau 16) sont semblables à celles des analyses effectuées sur des forêts à Mouirange (Read *et al*, 2006). Cependant de nombreuses différences sont à prévoir en raison des variations biologiques des milieux (leur influence sur la décomposition) et les variations géochimiques des substrats, comme en témoignent les teneurs en N, Mg et Mn. Les écartypes des valeurs moyennes enregistrées sur les parcelles permanentes suggèrent que les différences restent faibles comparées aux forêts de Read et al, 2006.

Analyse litière	Formations végétales du Sud (Read *et al*, 2006)			Forêt Nord				Pic du Grand Kaori				Pic du Pin	
				2015		2016		2015		2016		2015	
	Forêt à Nothofagus	**Forêt Humide**	**Maquis**	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyer	Ecarty	Moyenne	Ecartype
	(*n* = 4)	(*n* = 3)	(*n* = 4)										
pH	4.7 ± 0.1	5.3 ± 0.2	4.8 ± 0.2										
N (mg g-1)	1.77 ± 0.03	2.39 ± 0.10	1.13 ± 0.17	0,70	0,16	1,23	0,24	0,53	0,09	1,17	0,27	0,68	0,19
P (mg g-1)	0.125 ± 0.040	0.123 ± 0.050	0.084 ± 0.033	0,18	0,05	0,19	0,09	0,12	0,01	0,12	0,10	0,12	0,02
K (mg g-1)	0.142 ± 0.044	0.147 ± 0.065	0.072 ± 0.023	0,12	0,02	0,09	0,05	0,09	0,01	0,12	0,10	0,09	0,01
Ca (mg g-1)	0.281 ± 0.098	0.700 ± 0.225	0.092 ± 0.015	0,45	0,26	1,34	0,30	0,33	0,22	1,05	0,37	0,31	0,29
Mg (mg g-1)	7.27 ± 2.60	11.47 ± 4.84	5.36 ± 1.48	11,51	4,89	24,68	9,07	12,96	18,41	20,84	6,32	6,10	1,27
Mn (mg g-1)	7.60 ± 2.09	7.32 ± 2.24	3.91 ± 0.961	12,18	12,18	6,10	5,17	17,04	16,73	6,35	7,35	18,00	13,41

Tableau 16 : Caractéristiques chimiques des litières des formations du Grand massif du Sud (Read *et al*, 2006) et valeurs moyennes des stations en 2015 et 2016

L'analyse de variance effectue sur les teneurs en N et S des échantillons de litières montrent plusieurs tendances. Les teneurs en N de litière à Forêt Nord montrent une augmentation de manière significative de 2007 à 2010. De 2011 à 2015 les teneurs en N diminuent pour ensuite remonter en 2016 qui suggérés des variations liés possiblement au cycliques de décomposition. Cette flux en N poursuis aussi la notable oscillation de Forêt Nord à Pic du Grand Kaori pendant la même période. La diminution en N observée à Pic du Pin de 2011 à 2015 peut aussi correspondre aux les diminutions observées sur les autres deux forêts

Les teneurs en S dans la litière de Forêt-Nord ont une différente tendance que pour l'azote et montre une augmentation de façon significative entre 2007 et 2015 pour ensuite baiser en dessous de la moyenne en 2016. L'augmentation en S dans la litière à Forêt Nord entre 2008 et 2015 au-dessus de la moyenne être aussi du a des apports atmosphérique. Cependant la baisse en S en 2016 suggérant plutôt une variation cyclique naturel en S car dans l'activité industriel a continué sa progression en même période. Les tendances des teneurs en S dans la litière de Pic du Grand Korai montrent la même variation de 2007 à 2016 qu'a Forêt Nord suggérant plutôt une origine dans les flux biologiques. Cette flux de cycle biologique en S est aussi observée à Pic du Pin qui est la forêt témoin le plus loin des sources industriels.

L'analyse de variance de la teneur des éléments d'origine organique montre que la teneur en azote diminue de manière significative selon l'augmentation d'altitude en Forêt-Nord. Cette différence pourrait être due à la diminution de biomasse aérienne qui baisse aussi avec l'altitude. Les teneurs en S variation inverse selon l'altitude avec la litière des parcelles du bas contenant des plus fortes teneurs en S. Ceci pourrait entre être due à des effets localisés de dominance d'une espèce dans la composition de la litière. Inversement ses parcelles sont plus en lisière du trafic routière et pourrait accumuler une fréquence plus élevées des apports émissions atmosphériques. Au Pic du Grand Kaori, les teneurs en N et S augmentent suivant l'altitude, encore que la différence entre les altitudes soit faible.

Aucune analyse de variance a été fait des métaux (Mg, Mn) et éléments liée au métabolisme des plantes (P, K, Ca, Na). Cependant, il est important de noter que les teneurs en Mn des litières de Foret Nord ont diminué de manière générale entre les valeurs en moyenne enregistre pour la période 2007-2010 et après 2011. Cette diminution après 2011 est possiblement due à une diminution des apports des poussières liée à la circulation routière sur la végétation puisque les valeurs en Mn des litières à FN4 et FN1 ont baissé par rapport valeurs après 2011. Effectivement le goudronnage de la route en fin Octobre 2010 a nettement réduit les dépôts poussières latéritique sur la végétation en proximité du CR7 comme témoin probablement les réductions en Mn.

4.3.3 Evolution de la condition chimique des arbres

La composition chimique des plantes des sols latéritiques en Nouvelle-Calédonie a déjà fait l'objet de nombreuses études pour déterminer les liens édaphiques entre les espèces et leur milieu (Jaffré, 1980 ; Jaffré & Veillon, 1990, Jaffré & al, 1994 b ; Jaffré & Veillon, 1995 ; McCoy, 1998 ; Read & al, 2002 L'Huillier *et al*, 2010).

D'une manière générale, une plante absorbe les éléments en fonction de ses besoins pour la croissance et la régulation des systèmes de photosynthèse. Dans le cas des plantes sur latérite, l'azote, le phosphore, la potasse, le soufre et le calcium – qui sont essentiels pour la régulation et la croissance de la plante – sont directement absorbés soit par la décomposition végétale, soit par la symbiose avec des mycorhizes ou des bactéries, car ils sont absents de la minéralogie des péridotites (Jaffré, 1980). En milieu forestier sur latérite, les conditions hydriques sont plus favorables et instaurent un cycle de décomposition plus dynamique qui favorise le développement d'espèces aux feuilles non sclérophylles contenant des teneurs plus élevées en N, P, K, et Ca (Jaffré & Veillon, 1995). Certaines de ces espèces peuvent même accumuler certains métaux (Ni, Mn) si les conditions organiques et minéralogiques sont propices à établir un lien entre le sol et la plante (Jaffré, 1980 ; Jaffré & Veillon, 1990).

Aucune information n'a encore été publiée sur la teneur en soufre des plantes endémiques en Nouvelle-Calédonie en raison de l'absence sur le Territoire de techniques et d'appareils adaptés à l'analyse de cet élément dans des végétaux. La teneur moyenne en soufre des plantes en Australie est de 0,3 % pour les plantes sempervirentes (Marschner, 1995). Dans les zones industrialisées d'Europe la teneur en S des essences forestières peut varier de 0,72 à 6,77 % pour les arbres angiospermes, et de 0,98 à 4,3% pour les gymnospermes dans les zones soumises à des émissions atmosphériques (Mankovska, 1997).

Espèces	Localité	Anneé	N	P	K	Ca	Mg	Na	Mn	S
			%	ppm	%	%	%	%	ppm	%
Garcinia neglecta	Forêt Nord	2015	1,10	205	0,70	2,16	0,52	0,13	329	0,196
Garcinia neglecta	Forêt Nord	2016	1,26	402	0,98	1,02	0,27	0,15	215	0,134
Gardenia aubreyii	Forêt Nord	2015	1,01	173	0,94	1,41	0,59	0,28	20	0,137
Gardenia aubreyii	Forêt Nord	2016	1,19	342	0,82	1,60	0,29	0,25	256	0,138
Sparattosyce dioica	Forêt Nord	2015	1,17	179	0,93	3,02	0,99	0,32	43	0,120
Sparattosyce dioica	Forêt Nord	2016	1,36	389	0,84	0,91	0,28	0,29	28	0,151
Xylopia veillardii	Forêt Nord	2015	1,04	218	0,63	1,37	0,58	0,15	202	0,152
Xylopia veillardii	Forêt Nord	2016	1,47	466	0,88	1,25	0,34	0,20	116	0,157
Gardenia aubreyii	Pic du Grand Kaori	2015	1,00	175	0,91	1,79	0,74	0,24	24	0,133
Gardenia aubreyii	Pic du Grand Kaori	2016	1,15	312	1,03	0,76	0,28	0,27	31	0,135
Sparattosyce dioica	Pic du Grand Kaori	2015	1,21	199	0,99	3,17	1,11	0,21	77	0,123
Sparattosyce dioica	Pic du Grand Kaori	2016	1,42	407	1,04	1,23	0,39	0,20	81	0,106
Garcinia neglecta	Pic du Pin	2015	0,86	176	0,31	2,99	0,79	0,11	664	0,185
Gardenia aubryi	Pic du Pin	2015	1,00	186	0,78	1,44	0,83	0,20	45	0,152
Sparattosyce dioica	Pic du Pin	2015	1,25	184	0,88	1,61	1,16	0,24	205	0,130
Moyenne des espèces communes parcelles Forêt Nord		2015	1,08	194	0,80	1,99	0,67	0,22	149	0,15
		2016	1,32	400	0,88	1,20	0,30	0,22	154	0,14
Moyenne des espèces communes parcelles permanentes Pic du Grand Kaori		2015	1,10	187	0,95	2,48	0,93	0,23	51	0,13
		2016	1,28	360	1,03	1,00	0,33	0,24	56	0,12
Moyenne des espèces communes parcelles permanentes Pic du Pin		2015	1,04	182	0,66	2,02	0,93	0,18	305	0,16
Moyenne des espèces communes des parcelles permanentes sur Forêt Nord, Pic du Grand Kaori, Pic du Pin			1,16	264	0,86	1,74	0,63	0,22	143	0,14
Moyenne sur 118 Dicotylédones en forêt sur sol ultramafique (Jaffré *et al*, 1994 b)			1,34	440	0,86	1,55	0,49	0,25	250	
Moyenne sur 100 Dicotylédones en maquis sur sol ferraltique ferritique désaturée (Jaffré *et al*, 1994 b)			0,91	320	0,59	1,10	0,24	0,21	950	

Tableau 17 : Comparaison de la teneur foliaire en 2015 et 2016 des espèces communes d'arbres de Forêt Nord, Pic du Grand Kaori et Pic du Pin avec les valeurs moyennes des espèces forestières et para forestières décrites par Jaffré *et al* (1994 b)

Le tableau 17 présente une synthèse de la teneur foliaire moyenne (2015 et 2016) des espèces d'arbres communs aux parcelles de Forêt-Nord, Pic du Grand Kaori et Pic du Pin comparée à ceux d'autres espèces de forêt humide et de maquis sur sol latéritique (Jaffré *et al*, 1994b). D'une manière générale, la teneur foliaire en N, P, K et Ca des arbres communs de Forêt-Nord est semblable à celle des autres dicotylédones de forêt sur latérite. Par contre, les teneurs en manganèse sont élevées par rapport aux teneurs moyennes des espèces de forêt sur latérite (Jaffré, *et al*, 1994b). Cette teneur provient des échantillons de feuilles des arbres de *Garcinia neglecta* sur Pic du Pin et Forêt Nord. Les valeurs élevées de Mn pour peut indiquer que cette espèce accumule le manganèse ou des dépôts de poussières en provenance du trafic routier de la CR7 ou labourage des plantations sylvicole de Pic du Pin. Les teneurs en phosphore des arbres des stations du Pic du Grand Kaori, Forêt Nord et Pic du Pin sont basses par rapport à celles des espèces de forêt et se rapprochent plutôt des valeurs des dicotylédones de maquis (Jaffré *et al*, 1994b). Cette différence en P due au faible nombre d'espèces que représentent les valeurs moyennes des forêts suivis (4 espèces).

Les mesures effectuées dans le cadre de cette étude montrent que la teneur en soufre des arbres de *Garcinia neglecta* à Forêt-Nord et Pic du Pin montrent la même tendance que pour le manganèse : elle est élevée par rapport à celles du Pic du Grand Kaori. Des teneurs élevées en S ont été relevées sur des échantillons de *Gardenia aubreyii,* et *Xylopia cf veillardii* à Forêt Nord. La variation de la teneur en soufre pour ces espèces entre 2007 à 2016 (figure 35) pourrait correspondre à un cycle naturel de soufre variant selon les activités de décomposition plutôt qu'à des émissions de source industrielle, puisque des teneurs élevées on en S ont été enregistrées en 2008 avant la mise en marche des installations industrielles.

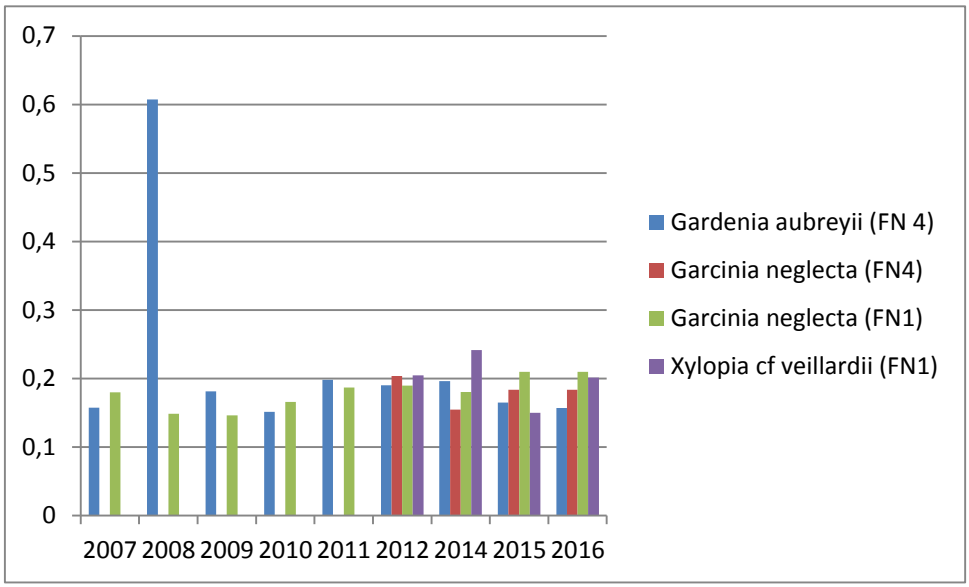


Figure 35 : Teneur moyenne en soufre (S%) des arbres des espèces communes (avec des valeurs >0,2%) en Forêt-Nord de 2007 à 2016

L'analyse de variance des teneurs foliaires en Azote (N) et Soufre (S) des espèces communes a permis de montrer certain tendances temporelles et spatiales. La teneur en N dans les feuilles de Garcinia ont montré une augmentation significative quasi linaire de 2007 à 2016 à Foret Nord. *Xylopia* et *Sparattocyce* ont montré une augmentation significative en N suivis par une diminution en 2015 et d'une augmentation en 2016 suggérant de la variation cyclique d'accumulation. Les feuilles de *Gardenia* à Foret Nord ont aussi montrée des variations significatives de 2007 à 2016 dans leur teneur en N, mais les tendances sont aléatoires. A Pic du Grand Kaori, les variations en N de *Gardenia* de 2007 à 2016 sont semblables les fluctuations de *Xylopia* et *Sparattocyce* à Forêt Nord. Les teneurs en S de Garcinia montrent des variations significatives de 2007 à 2016 qui sont aléatoire. Les teneurs en S de *Sparattocyce* montrent une augmentation significative quasi linéaire. Cependant en comparaison aux autres espèces les valeurs sont très bas (<0,2%). Les variations significatives de *Xylopia* et *Gardenia* montrent les mêmes fluctuations avec une diminution en S en 2015 et 2016. Cette même diminution significative dans les teneurs en S est aussi observées des feuilles de *Gardenia* à Pic du Grand Kaori en 2015 et 2016 qui sont semblable a les valeurs obtenus pour cette espèce à Pic du Pin pour le même période.

5. CONCLUSION

5.1 Etat de santé des parcelles

Les années 2015 et 2016 ont été caractérisée par l'opération de l'usine et du central électrique de Prony Energie avec les arrêts pour maintenance pour des durées d'un mois en milieu d'année. Les suivies des stations forestières en début 2015 et début 2016 ont donc été primordiale pour évaluer les impacts des émissions atmosphérique lors de l'opération routine des installations et les périodes de redémarrage des différentes unités de Vale et Prony Energie dans son ensemble. Le période d'évaluation entre Décembre et Avril a été souvent interrompu par des intempéries en 2015 et 2016. Ses intempéries ont réduit la durée des interventions sur le terrain à Forêt Nord, Pic du Grand Kaori et Pic du Pin. Le nouveau protocole réduit et simplifies d'échantillonnage applique depuis 2012 a permis la suivie des stations forestières pour obtenir une bonne idée sur l'état de santé des plantes et l'évolution chimique sur Foret Nord et Pic du Grand Kaori et Pic du Pin, malgré les mauvaises conditions météorologique. .

Les mesures de l'activité photosynthétique effectues sur les parcelles permanentes à Foret Nord et Pic du Grand Kaori montrent que les plantes été en bonne santé en début 2016, la suivie des stations forestières a réussi à obtenir une bonne idée sur l'état de santé des plantes et l'évolution chimique sur Foret Nord et Pic du Grand Kaori Pic du Pin. L'activité photosynthétique des strates de plantules à même amélioré par rapport aux mesures de 2007. Cette augmentation est sans doute liée à l'amélioration des conditions crée par la réduction naturel en nombre des plantules sur les placettes permanentes on la germination. La bonne activité photosynthétique de la strate arbres pourrait s'avérer erronées car nombreuses arbres n'ont pas pu être échantillonnés à cause de leur hauteur souvent non atteignable par l'échenilloir de 12m utilisée pour les prélèvements. Cette difficulté technique a déjà rencontrée depuis la mise en place parcelles permanentes des stations forestières et une modification du protocole de suivi est nécessaire afin d'améliorer les connaissances des conditions de cette strate récepteur car c'est en générale les arbres qui sont les premier à recevoir les panaches industriel (Mulgrew & Williams, 2000).Chose fait, avec le suivi annuel par télédétection (Vegusine, Bluecham) de l'état de santé des canopées forestières avoisinantes du complexe industriel de Vale depuis 2010.

Les prélèvements effectués sur les parcelles de Forêt-Nord et du Pic du Grand Kaori ont montré plusieurs variations temporelles dans les valeurs chimiques des sols, des litières et des arbres communs en 2015 et 2016. La première tendance temporelle enregistré est la diminution significative des teneurs en Azote (N) de la litière de 2010-11 à 2015 suivi d'une augmentation en 2016 dans l'ensemble des stations forestières (Forêt Nord, Pic du Grand Kaori). A l'inverse, les teneurs en N des sols de Forêt Nord et Pic du Grand Kaori une diminution significative de 2007 à 2011 suivi d'une augmentation à 2015 suivi d'une diminution en 2016. Les feuilles de la plupart des espèces ciblées à Forêt Nord et Pic du Grand Kaori montrent aussi des courbes semblables à la litière ce qui suggère des phénomènes cyclique naturel de décomposition plutôt qu'une accumulation en N d des milieux liées aux émissions industriel de NOx.

Les teneurs en soufre de la litière montrent une tendance à augmenter à Forêt Nord et à Pic du Grand Kaori de 2007 à 2011-2013 pour ensuite diminuer a des valeurs en dessous du moyenne en 2016.Certaines espèces à Forêt Nord et Pic du Grand Kaori ont aussi de teneurs en S qui varient de manière temporelle. Ses variations sont aléatoires et ne correspond pas avec une augmentation constant associé à une émission industriel. De plus les valeurs en S sont largement inferieur a ceux rencontré par de la végétation soumise à influence constant des émissions industriel (Mankovska, 1997). Cependant des effets ponctuels d'émissions épisodiques sur Forêt Nord pourraient être pris en considération compte tenu que Forêt Nord est plus en proximité des sources des missions atmosphérique et expliquer l'augmentation des teneurs en S de la litière qui sont plus importante qu'à Pic du Grand Kaori. Ça pourrait aussi expliquer pourquoi un plus grand nombre d'arbres échantillonné

à Forêt Nord montrent des teneurs en S qui sont plus élevées qu'aux autres stations forestières plus éloignées.

En conclusion, les résultats de l'étude sur l'état de santé de Forêt Nord ainsi que l'évolution chimiques des autres réserves (Pic du Grand Kaori, Pic du Pin) montrent que les formations sont en bonne santé. Les teneurs grandissent en S noté en 2010 dans la litière et espèces communes à Forêt Nord ont diminuée en grande partie en 2011 pour descendre en dessous des valeurs moyennes en 2016 laissant suggérer des accumulations épisodiques peuvent expliquer pour les variations ainsi que des émissions industrielles moins fréquentes à Forêt Nord avec une meilleur maitrise du complexe industriel. Des prélèvements de litières pour des analyses isotopiques de soufre seront mis en pratique en 2017 sur Forêt Nord pour évaluer les proportions d'apports en S naturel et industriel sur les parcelles permanentes maintenant que cette technologie est disponible dans la région Pacifique.

6. RÉFÉRENCES

Jaffré, T. (1980). Etude écologique de peuplement végétal des sols dérivés des roches ultramafiques en Nouvelle-Calédonie. Coll. Trav. et Doc. de ORSTOM, 124, Paris (Thesis).

Jaffré´, T. & Veillon, J.-M. (1990) Etude floristique et structurale de deux forêts denses humides sur roches ultrabasiques en Nouvelle-Cale´donie. Bulletin du Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, 4e série., 12, section B., Adansonia, 3–4, 243–273.

Jaffré, T., Gauthier, D., Rigault, F., & McCoy, S. (1994 b). Les Casuarinacées endémiques. Bois et Forêts des Tropiques 242, 31-44.

Jaffré, T. & Veillon, J.-M. (1995) Structural and floristic characteristics of a rain forest on schist in New Caledonia: a comparison with an ultramafic rain forest. Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris, 4e sér., 17, section B. Adansonia, 3-4,201-226.

Jaffré, T. (2000) Caractéristiques floristiques de la zone de Prony & Goro. Consultance pour SIRAS et INCO SA, 39p.

Jaffré T, Dagostini G, Rigault F, Coic N (2004) Inventaire floristique des unités de végétation de la zone d'implantation des infrastructures minières et industrielles de Goro Nickel. IRD, Nouméa, Rapport de Consultance, p 69.

Kent, M. & Coker, P. (1992) Vegetation description and analysis: a practical approach. CRC Press, London, 363 p.

Krause, G. H & Weis, E. (1991) Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. Annual review plant physiol. & mol. biol. 42: 313-349.

Kuppers, M., Timm, H., Stegemann, J., Stober, R., Paliwal, K., Karunaichamy, K. S. T. K. & Ortiz, R. (1996) Effects of light environment and successional status on sunfleck use by understorey trees of temperate and tropical forests. Tree physiology 16: 69-80.

Lovelock, C. E. Jebb, M. & Osmond, C. B. (1994) Photoinhibition and recovery in tropical rainforest species: response to disturbance. Oecologia 97: 297-307.

Mankovska, B. (1997) Variations in sulphur and nitrogen foliar concentration of deciduous and coniferous vegetation in Slovakia. Water, Air and Soil Pollution, **96**, 329-345.

Marschner, H. (1995) *Mineral nutrition of higher plants*. Second edition. 889pp. London: Academic Press

Maxwell, K & Johnson, G,H. (2000) Chlorophyll fluorescence: A practical guide. Journal of Experimental Botany. 51 (345): 659-668.

McCoy, S. (1991) Edaphic controls influencing the distribution of Nothofagus aequilateralis on ultrabasic soils at the Col de Mouirange, New Caledonia. Unpublished Honours thesis, Australian National University, Canberra.

McCoy, S., Jaffré, T., Rigault, F, & Ash. J. (1999) Fire and succession in the ultramafic maquis of New Caledonia. Journal of biogeography 26(3): 579-594.
McCoy, S. (1998) The dynamics of Gymnostoma maquis on ultramafic soils in New Caledonia. Ph.D thesis, Australian National University, Canberra, 273 pages.

Morat, Ph., Jaffré, T., Veillon, J-M., and Mackee, H.S. (1986). Affinities floristiques et origine de la flore de la Nouvelle-Calédonie. Bull. Mus. natl. Hist. nat., Paris, Sér 4., Adansonia 2, 133-182.

Morat, Ph (1993) Our knowledge of the flora of New Caledonia: endemism and diversity in relation to substrate types and substrates. Biodiversity letters 1: 72-81.

Murray, F (2004) Draft Monitoring Protocol for Assessment of Potential Effects of Air Pollution on the Forêt-Nord, School of Environmental Science, Murdoch University, Perth, Australia. Consultancy report. 10 Pages.

Mulgrew, A & Williams, P (2000) Biomonitoring of air quality using plants. World Health Organisation (WHO) for Air Quality management. Air Hygiene Report Number 10: 7-165.

Osmond, C. B (1994) What is photoinhibition? Some insights from comparisons of shade and sun plants. In: Photoinhibition of photosynthesis: from molecular mechanisms to the field (Eds: N. R. Baker & J. R. Bowyer) pp. 1-24. BIOS scientific publishers, Oxford.

Rapport Technique Vale (2011). Investigation sur la cause du dépérissement d'une formation végétale dominée par le chêne gomme en aval du site industriel de Vale Nouvelle-Calédonie : Rapport d'étape. Vale Nouvelle Calédonie, Octobre 2011, 90 Pages.

Raven, T. (1994) The cost of photoinhibition to plant communities. In: Photoinhibition of photosynthesis: from molecular mechanisms to the field (Eds: N. R. Baker & J. R. Bowyer) pp 450-464. BIOS scientific publishers, Oxford.

Read, J., Jaffré´, T., Godrie, E., Hope, G.S. & Veillon, J.-M. (2000) Structural and floristic characteristics of some monodominant and adjacent mixed rainforests in New Caledonia. Journal of Biogeography, 27, 233–250.

Read, J., Ferris, J.M. & Jaffré´, T. (2002) Foliar mineral content of Nothofagus species on ultramafic soils in New Caledonia and non-ultramafic soils in Papua New Guinea. Australian Journal of Botany, 50, 607–617.

READ, J., T. JAFFRÉ, J. M. FERRIS, S. MCCOY, AND G. S. HOPE. (2006). Does soil determine the boundaries of contiguous monodominant rainforest, mixed rainforest and maquis on ultramafic soils in New Caledonia? Journal of Biogeography 33: 1055-1065.