



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

Bilan 2011



Vale Nouvelle-Calédonie
Décembre 2012

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	3
2. MÉTHODE DE SUIVI	5
2.1 Mesures de la santé des plantes.....	5
2.2 Mesures chimiques du sol, de la litière et des feuilles des espèces communes	5
2.3 Traitement des données.....	6
2.4 Fréquence d'échantillonnage et données disponibles	7
3. RÉSULTATS	9
3.1 Santé des parcelles en Forêt-Nord et au Pic du Grand Kaori.....	9
3.2 Caractéristiques chimiques des sols, des litières et des espèces communes des stations	20
3.3 Analyse de variance (ANOVA) de la teneur en Azote (N -%) et Soufre (S -%) dans le sol, la litière et les espèces communes.....	29
4. ANALYSE DES RESULTATS	49
4.1 Bilan générale des campagnes de suivies des parcelles permanentes	49
4.2 État de santé des systèmes de photosynthèse.....	49
4.3 Evolution de la condition chimique des sols, des litières et des végétaux communs	50
4.3.1 Evolution de la condition chimique des sols.....	50
4.3.2 Evolution de la condition chimique des litières.....	51
4.3.3 Evolution de la condition chimique des arbres	52
5. CONCLUSION.....	55
5.1 Etat de santé des parcelles	55
5.2 Revue des protocoles et des fréquences d'échantillonnage.....	56
6. RÉFÉRENCES	59

TABLEAUX

Tableau 1 : Localisation et description des parcelles en Forêt-Nord (FN), au Pic du Grand Kaori (PGK) et au Pic du Pin (PP).....	4
Tableau 2 : Planning des suivies, échantillonnage et analyses effectuées en 2011 et 2012.	8
Tableau 3 : Données disponibles pour le suivi des parcelles en 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 et 2011.	8
Tableau 4 : Fluorimétrie par espèce - Forêt-Nord.....	15
Tableau 5 : Fluorimétrie par espèce – Pic du Grand Kaori.....	19
Tableau 6 : Caractéristiques chimiques des échantillons de litière et de sol - Forêt-Nord (2007-2011)	20
Tableau 7 : Caractéristiques chimiques des échantillons de litière et de sol - Pic du Grand Kaori (2007-2011).....	21
Tableau 8 : Teneur foliaire des espèces communes - Forêt-Nord (2007-2011).....	24
Tableau 9 : Teneur foliaire des espèces communes - Pic du Grand Kaori (2007-2011).....	27
Tableau 10 : Les nombres de mesures, de prélèvements et d'analyses chimiques fait pour la campagne de suivi concernant la période Novembre 2011 à Avril 2012.	49
Tableau 11 : Caractéristiques chimiques des sols des formations du Grand massif du Sud (Read <i>et al</i> , 2006) et valeurs moyennes des stations (2007-2010) et 2011.....	50
Tableau 12 : Caractéristiques chimiques des litières des formations du Grand massif du Sud (Read <i>et al</i> , 2006) et valeurs moyennes des stations (2007-2009) et 2010.....	51
Tableau 13 : Comparaison de la teneur foliaire en 2011 (T4) des espèces communes d'arbres avec les valeurs moyennes des espèces forestières et para forestières décrites par Jaffré <i>et al</i> (1994 b).....	53
Tableau 14 : Proposition de réduction du nombre de plantes analysées par fluorimétrie sur chaque placette à partir de 2012	56
Tableau 15 : Nombre échantillons de sol, litière et espèce commun pour les parcelles permanentes de Forêt Nord et Pic du Grand Kaori	57

FIGURES

Figure 1 :	Localisation des parcelles en Forêt-Nord, au Pic du Grand Kaori et au Pic du Pin	4
Figure 2 :	Plantes numérotées avec dispositif de clip pour les mesures de fluorimétrie	5
Figure 3 :	Mesure de fluorescence chlorophyllienne avec un fluorimètre portatif	5
Figure 4 :	Dispositif (truelle & sachet en papier) pour l'échantillonnage de sol (gauche) ; prélèvement des feuilles avec un échenilloir télescopique (centre) ; pesée de chaque échantillon de feuille (droite)	6
Figure 5 :	L'état de santé (fluorimétrie) des différentes strates de végétation des parcelles permanentes au Forêt Nord entre 2006 et 2011	9
Figure 6 :	L'état de santé (fluorimétrie) des différentes strates de végétation pour chaque parcelle permanente au Forêt Nord entre 2006 et 2011	10
Figure 17 :	L'état de santé (fluorimétrie) des différentes strates de végétation des parcelles permanentes au Pic du Grand Kaori entre 2007 et 2011	11
Figure 18 :	L'état de santé (fluorimétrie) des différentes strates de végétation pour chaque parcelle permanente au pic du Grand Kaori entre 2007 et 2011.	11
Figure 7 :	ANOVA teneur en Azote total (N-%) des sols - Forêt-Nord selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)	29
Figure 8 :	ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des sols - Forêt-Nord selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)	29
Figure 9 :	ANOVA teneur en Azote total (N-%) des sols - Pic du Grand Kaori	30
Figure 10 :	ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des sols - Pic du Grand Kaori	30
Figure 13 :	ANOVA teneur en Azote total (N-%) des litières - Forêt-Nord	31
Figure 14 :	ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des litières - Forêt-Nord	31
Figure 15 :	ANOVA teneur en Azote total (N-%) des litières - Pic du Grand Kaori	32
Figure 16 :	ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des litières - Pic du Grand Kaori	32
Figure 19 :	ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de <i>Meryta coriacea</i> (<i>Araliaceae</i>) - Forêt-Nord.....	34
Figure 20 :	ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des feuilles de <i>Meryta coriacea</i> (<i>Araliaceae</i>) - Forêt-Nord.....	34
Figure 21 :	ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de <i>Pandanus sp.</i> (<i>Pandanaceae</i>) - Forêt-Nord.....	35
Figure 22 :	ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de <i>Pandanus sp.</i> (<i>Pandanaceae</i>) - Forêt-Nord.....	35
Figure 23 :	ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de <i>Cleistanthus stipitatus</i> (<i>Euphorbiaceae</i>) - Forêt-Nord selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)	36
Figure 20 :	ANOVA teneur en Azote total (N-%) et Soufre total (S-%) des feuilles de <i>Cupaniopsis macrocarpa var macrocarpa</i> (<i>Sapindaceae</i>) - Forêt-Nord selon l'année.	36
Figure 21 :	ANOVA teneur en Azote total (N-%) et Soufre total (S-%) des feuilles de <i>Dysoxylum</i> <i>canaliensis</i> - Forêt-Nord selon l'année.	37
Figure 25 :	ANOVA teneur en Azote total (N-%) et Soufre total (S-%) des feuilles de <i>Elaeocarpus speciosus</i> (<i>Elaeocarpaceae</i>) - Forêt-Nord selon l'année.	37
Figure 26 :	ANOVA teneur en Azote total (N-%) et Soufre total (S-%) des feuilles de <i>Gardenia</i> <i>aubreyii</i> (<i>Rubiaceae</i>) - Forêt-Nord selon l'année.....	38
Figure 26 :	ANOVA teneur en Azote total (N-%) et Soufre total (S-%) des feuilles de <i>Garcinia</i> <i>spp.</i> (<i>Clusiaceae</i>) - Forêt-Nord selon l'année.....	38
Figure 27 :	ANOVA teneur en Azote total (N-%) et Soufre total (S-%) des feuilles de <i>Pagiantha</i> <i>cerifera</i> (<i>Apocynaceae</i>)- Forêt-Nord selon l'année.....	39
Figure 28 :	ANOVA teneur en Azote total (N-%) et Soufre total (S-%) des feuilles de <i>Ficus</i> <i>neocaledonica</i> (<i>Moraceae</i>) - Forêt-Nord selon l'année.	39

Figure 28 :	ANOVA teneur en Azote total (N-%) et Soufre total (S-%) des feuilles de <i>Sparattocypse dioica</i> (Moraceae) - Forêt-Nord selon l'année.	40
Figure 29 :	ANOVA teneur en Azote total (N-%) et Soufre total (S-%) des feuilles de <i>Macaranga alchorneoides</i> (Euphorbiaceae - Forêt-Nord selon l'année.	40
Figure 30 :	ANOVA teneur en Azote total (N-%) et Soufre total (S-%) des feuilles de <i>Xylopia veillardii</i> (Annonaceae) - Forêt-Nord selon l'année.	41
Figure 31 :	ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de <i>Meryta coriacea</i> (Araliaceae) - Pic du Grand Kaori.....	42
Figure 32 :	ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des feuilles de <i>Meryta coriacea</i> (Araliaceae) - Pic du Grand Kaori.....	42
Figure 33 :	ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de <i>Pandanus sp.</i> (Pandanaeae)- Pic du Grand Kaori.....	43
Figure 34 :	ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des feuilles de <i>Pandanus sp.</i> (Pandanaeae) - Pic du Grand Kaori.....	43
Figure 35 :	ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de <i>Gardenia aubreyii</i> (Rubiaceae) - Pic du Grand Kaori.....	44
Figure 36 :	ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des feuilles de <i>Gardenia aubreyii</i> (Rubiaceae) - Pic du Grand Kaori.....	44
Figure 37 :	ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de <i>Cleidion veillardii</i> (Euphorbiaceae)- Pic du Grand Kaori.....	45
Figure 38 :	ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de <i>Cleidion veillardii</i> (Euphorbiaceae)- Pic du Grand Kaori.....	45
Figure 39 :	ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de <i>Guettarda speciosa</i> (Rubiaceae) - Pic du Grand Kaori.....	46
Figure 40 :	ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des feuilles de <i>Guettarda speciosa</i> (Rubiaceae) - Pic du Grand Kaori.....	46
Figure 41 :	ANOVA teneur en Azote total (N-%) et Soufre total (S-%) des feuilles de <i>Cryptocarya sp.</i> (Lauraceae) - Pic du Grand Kaori selon l'année.	47
Figure 42 :	ANOVA teneur en Azote total (N-%) et Soufre total (S-%) des feuilles de <i>Codia jaffrei</i> (Cunoniaceae)- Pic du Grand Kaori selon l'année.....	47
Figure 44 :	Teneur moyenne en soufre (S%) des arbres des espèces communes (avec des valeurs >0,2%) en Forêt-Nord de 2007 à 2011	54

INTRODUCTION

Conformément à l'arrêté ICPE n°1467-2008/PS du 9 octobre 2008 et la convention n°C.238-09 dite «convention pour la conservation de la biodiversité », 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 s'effectue sur la base du bio-indicateur « suivi de la végétation sur parcelles forestières » tel que fixé dans l'annexe 6.1 de la convention susmentionnée.

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.

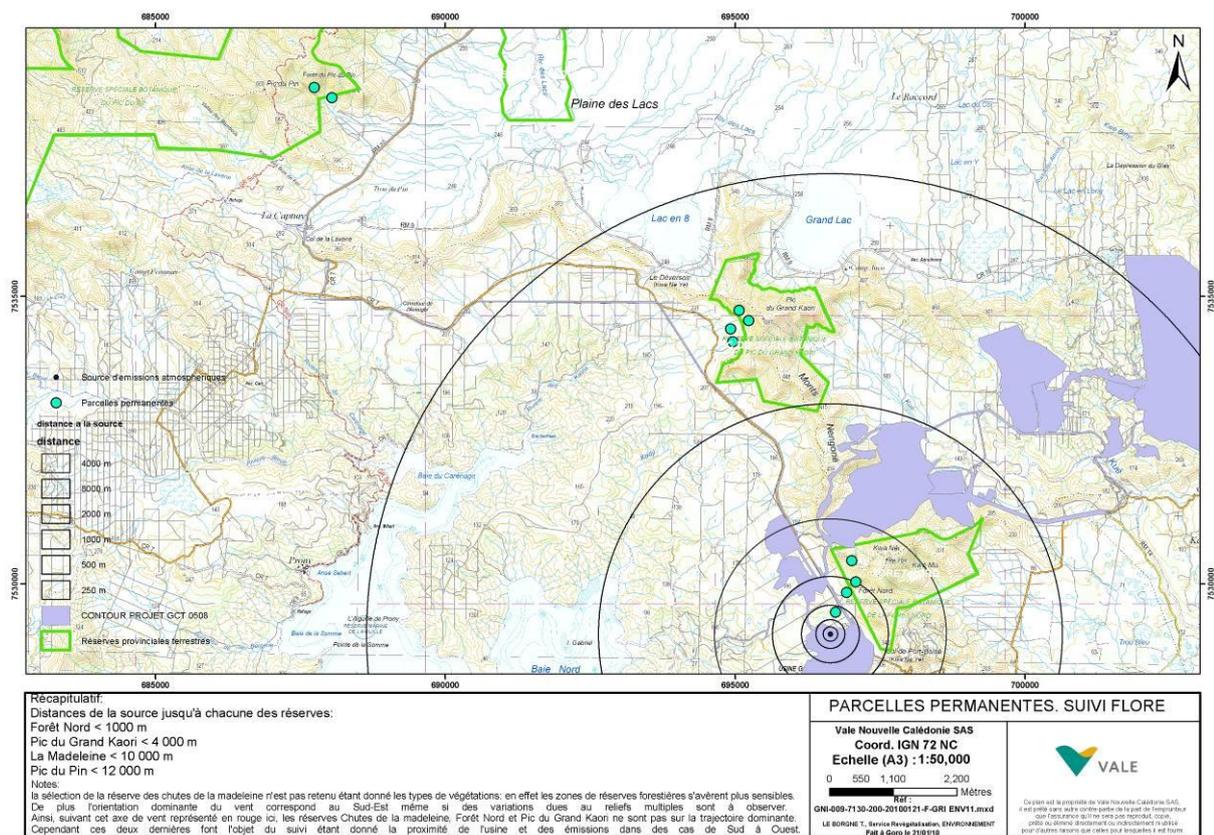
1.2 Objectifs et indicateurs

Les mesures effectuées pour établir le bilan sur l'état de santé des réserves forestières ont montré que la végétation dans les parcelles permanentes de ses formations n'ont pas changée de composition floristique ni en structure de 2006 à 2009 compte tenu de leur lente dynamisme. Ses mesures n'ont pas été effectuées pour la campagne en 2010. De ce fait, les objectifs de la campagne de surveillance de 2010 présentée dans ce rapport ont été simplifiés et sont les suivant :

- Déterminer tout changement dans la santé des végétaux en lien direct ou indirect avec les émissions atmosphériques industrielles. Les mesures de concentration en S, N et métaux dans les feuilles des plantes, la litière et le sol permettent d'évaluer l'apport des polluants atmosphériques et leur absorption à différent niveau.
- Déterminer l'état de stress des plantes dans l'écosystème, par la mesure de l'activité chlorophyllienne des plantes sur les parcelles permanentes selon leur strate.

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 1 : 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 <i>Macaranga alc</i>	696979	7530409	494367.517709	209174.913238
FN4	Plaine	179m	Eboulis	Forêt humide à <i>Araucaria nem</i>	696726	7529511	494096.469222	208276.212386
PGK1	Plaine	240m	Colluviale	Forêt Humide à <i>Arillastrum</i>	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 <i>Nothofagus</i>	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 portable 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 2 : Plantes numérotées avec dispositif de clip pour les mesures de fluorimétrie



Figure 3 : Mesure de fluorescence chlorophyllienne avec un fluorimètre portable

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

Critères et techniques de prélèvement

10 échantillons de 50 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

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

8 échantillons de feuilles à différents stades de maturation ont été récoltés sur les cinq espèces d'arbres communs, dans la canopée à 6-12m de hauteur avec un échenilloir télescopique ou dans les sous-bois (40 échantillons de 40 grammes). 13 espèces (*Cleistanthus stipitatus*, *Cupaniopsis macrocarpa* var. *macrocarpa*, *Dysoxylum canaliensis*, *Elaeocarpus speciosus*, *Ficus austrocaledonica*, *Garcinia neglecta*, *Gardenia aubreyi*, *Macaranga alchorneoides*, *Meryta coriacea*, *Pagiantha cerifera*, *Sparattosyce dioica* et *Xylopia veillardii*) ont été retenues comme représentatives des arbres communs de Forêt-Nord. 6 espèces (*Codia Jaffréi*, *Cryptocarya* sp., *Gardenia aubreyi*, *Guettarda eximia*, *Meryta coriacea* *Pandanus* sp.) ont été retenues comme représentatives des arbres communs du Pic du Grand Kaori. 7 espèces (*Alstonia* sp. *Calophyllum caledonicum*, *Codia jaffréi*, *Guettarda eximia*, *Meryta coriacea*, *Myodocarpus fraxinifolius*, *Pandanus* sp.) ont été retenues comme représentatives des arbres communs sur les parcelles du Pic du Pin. *Pandanus* sp. (*cf balansae*) et *Meryta coriacea* ont été retenues comme espèces indicatrices les plus communes de toutes les parcelles pour effectuer des comparaisons de chimie foliaire sur les trois stations.

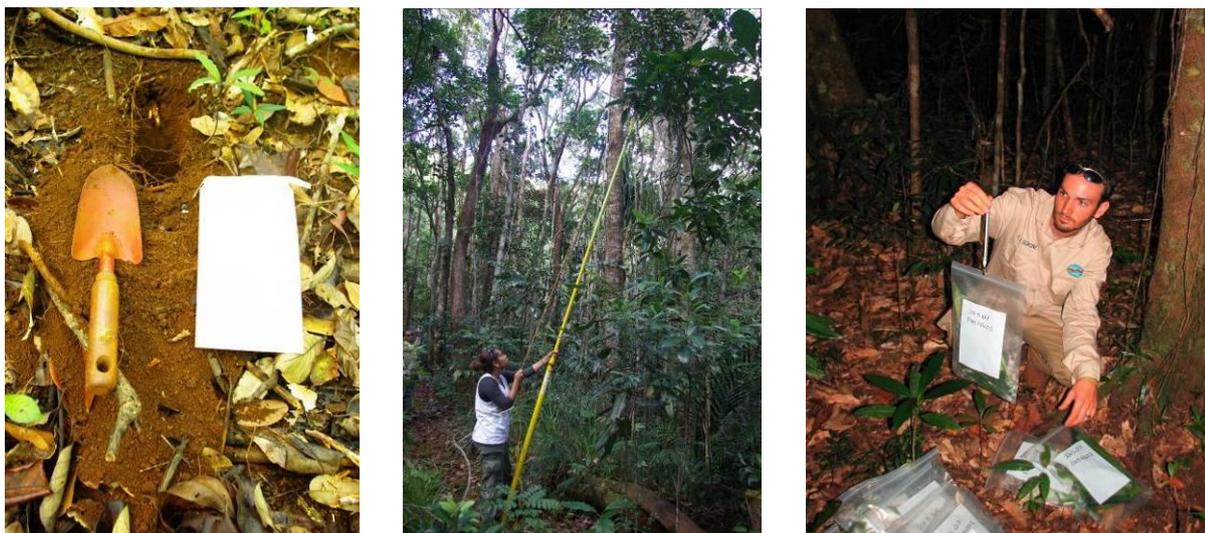


Figure 4 : Dispositif (truelle & sachet en papier) pour l'échantillonnage de sol (gauche) ; prélèvement des feuilles avec un échenilloir télescopique (centre) ; pesée de chaque échantillon de feuille (droite)

Les échantillons ont été envoyés pour prétraitement et analyses chimiques au Laboratoire des Analyses et Moyenne Analytique (LAMA) de l'IRD à Nouméa.

Paramètres chimiques

Les analyses chimiques effectuées par l'IRD ont pour objectif d'identifier d'éventuelles augmentations annuelles de conductivité, azote, soufre ou métaux, qui pourraient suggérer une accumulation de ces éléments dans les sols, litières et feuilles des arbres des milieux forestiers et qui seraient dues à des pollutions gazeuses de SO₂ et de NOx liées aux émissions atmosphériques de l'usine (unité d'acide) de Vale Nouvelle-Calédonie ou de la centrale électrique à charbon de Prony Energies (Enercal).

Les analyses de sol, litière et feuilles ont été effectuées par le Laboratoire des Analyses et Moyennes d'Analyses (LAMA) de l'IRD de Nouméa selon les techniques et les normes Européennes (ISO 9001) appliquées par l'IRD.

2.3 Traitement des données

Les mesures présentées dans ce rapport concernent la santé (fluorimétrie) et les conditions chimiques des parcelles permanentes à Forêt Nord et Pic du Grand Kaori pour la période fin 2011- début 2012. Cette information est présentée sous forme d'un tableau de synthèse composé de données exprimées en moyennes et en écarts-types selon l'altitude de la parcelle. Des moyennes et écarts-types sont

choisis pour mieux décrire la variabilité des mesures 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.
- Synthèse de la teneur en éléments dans les feuilles des espèces échantillonnées la Forêt-Nord et le Pic du Grand Kaori.

Des analyses de variance multifactorielle (MANOVA) ont été appliquées aux bases de données avec le logiciel statistique JMP3 sur les mesures de fluorimétrie et 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 T0, T1, T2, T3 et T4. 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 litières de Forêt-Nord et du Pic du Grand Kaori entre T0, T1, T2, T3 et T4. 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 T0, T1, T2, T3 et T4. 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 2011 a été fait pour Forêt Nord et Pic du Grand Kaori entre Novembre 2011 et Avril 2012. 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 abandonnée comme stipulé dans les recommandations dans le rapport annuel de 2010 (Vale Rapport Flore, 2010).

Le calendrier ci-dessous présent le planning qui a été suivi en 2011 et 2012 pour les mesures et analyses des parcelles permanentes des stations forestières.

Des nouveau techniques développée par IRD Nouméa pour les analyses chimiques de Azote et Soufre a permis de réduire les délais à 3 mois pour l'obtention des résultats des analyses.

Activité de suivi ou analyse	Octobre 2011	Novembre 2011	Décembre 2011	Janvier 2012	Février 2012	Mars 2012	Avril 2012	Mai 2012	Aout 2012	Septembre 2012	Octobre 2012	Novembre 2012	Décembre 2012
Mesures activité chlorophyllienne et état santé Forêt Nord													
Prélèvement sols litière et feuilles pour analyses chimiques à Forêt Nord													
Analyses chimiques effectuées par IRD pour échantillons de Forêt Nord													
Réception des résultats des analyses Chimique de Forêt Nord													
Mesures activité chlorophyllienne et état santé Pic du Grand Kaori													
Prélèvement sols litière et feuilles pour analyses chimiques à Pic du Grand Kaori													
Analyses chimiques effectuées par IRD pour échantillons Pic du Grand Kaori													
Réception des résultats des analyses Chimiques de Pic du Grand Kaori													
Analyses des données et rédaction rapport 2011													

Tableau 2 : Planning des suivies, échantillonnage et analyses effectuées en 2011 et 2012.

Le tableau ci-dessous synthétise les données disponibles pour le suivi réalisé sur les parcelles pour les campagnes de 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 et 2011. Le suivi correspond à une station.

Suivi	Forêt-Nord				Pic du Grand Kaori				Pic du Pin			
	Diversité	Structure	Santé	Chimie	Diversité	Structure	Santé	Chimie	Diversité	Structure	Santé	Chimie
Début de l'étude												
2006 : suivi des parcelles disponibles	4	4	4									
2007 : suivi des parcelles disponibles	4	4	4	4	4	4	4	4				
2008 : suivi des parcelles disponibles				4	4	4	4	4				
2009 : suivi des parcelles disponibles				4				4	2	2	2	2
2010 : suivi des parcelles disponibles			4	3				4				2
2011 : suivi des parcelles disponibles			4	4			4	4	NA	NA	NA	NA

Tableau 3 : Données disponibles pour le suivi des parcelles en 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 et 2011.

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

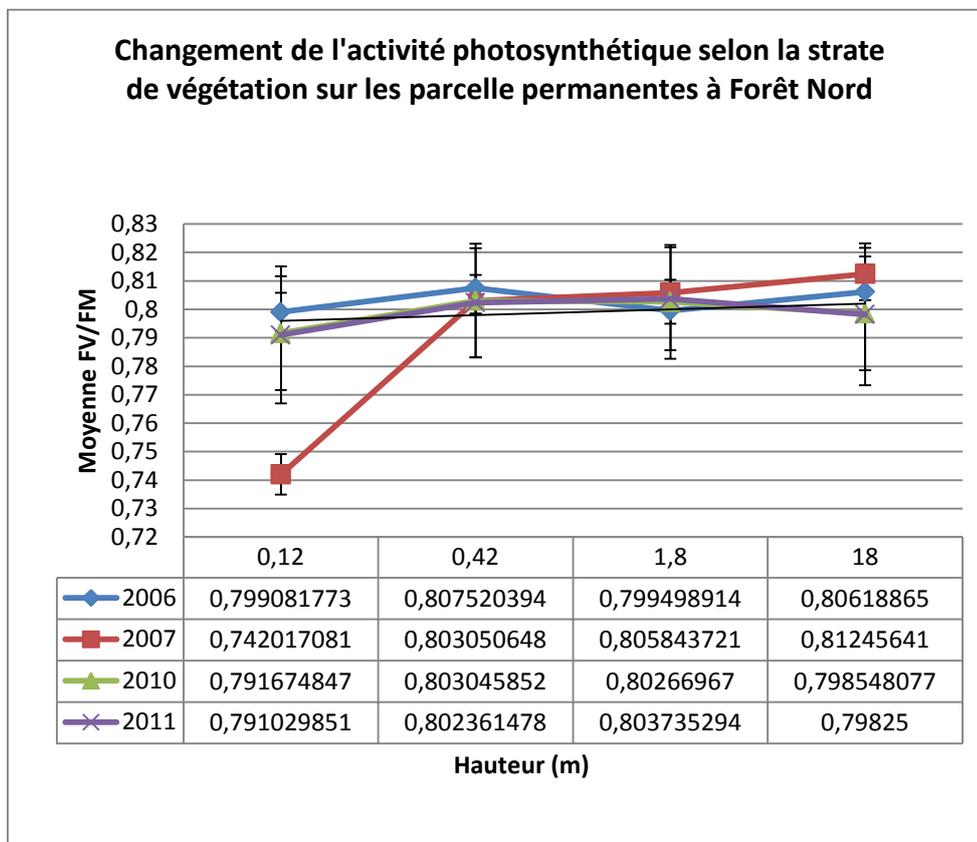


Figure 5 : L'état de santé (fluorimétrie) des différentes strates de végétation des parcelles permanentes au Forêt Nord entre 2006 et 2011

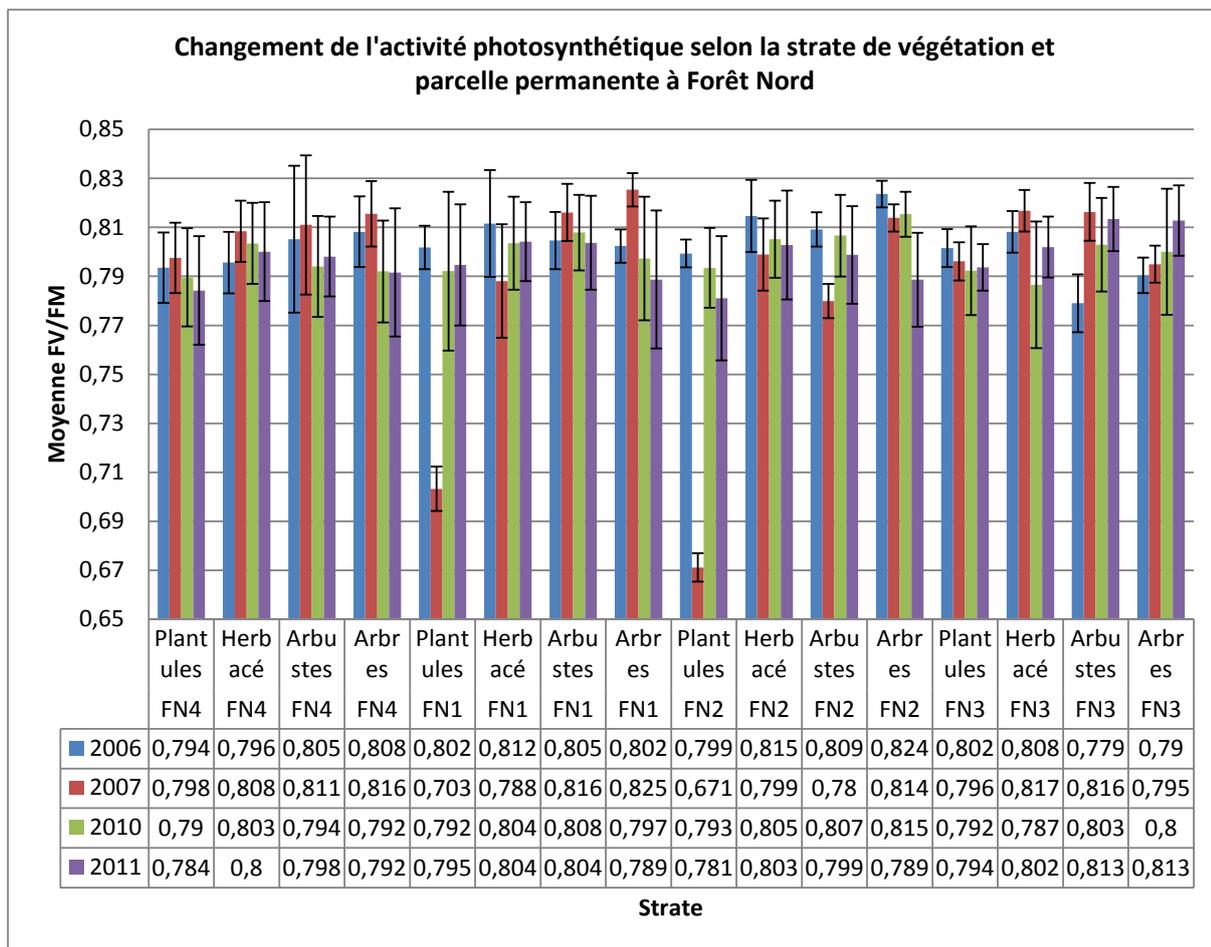


Figure 6 : L'état de santé (fluorimétrie) des différentes strates de végétation pour chaque parcelle permanente au Forêt Nord entre 2006 et 2011

Les mesures de fluorimétrie des parcelles selon la strate de végétation en Forêt-Nord ont montré une végétation en général en bonne santé, avec plusieurs similitudes et différences :

- Pas de changement de l'état de santé du système de photosynthèse par fluorimétrie entre T0 et T1 en Forêt-Nord pour les strates herbacées, arbustes et arbres (Figure 13)
- Le changement significatif de l'état de santé du système de photosynthèse pour la strate plantules (0.12m) en Forêt-Nord entre T0 et T1 (Figure 5) est généré par une baisse significative des valeurs de fluorimétrie sur la strate plantules sur les parcelles FN1 et FN2 entre T0 et T1, liée à une mortalité plus élevée des plantules (Figure 6) sur ces parcelles.
- Les valeurs de FV/FM de 2010 sont plus élevées pour la strate plantules que ceux de 2007 (T1).

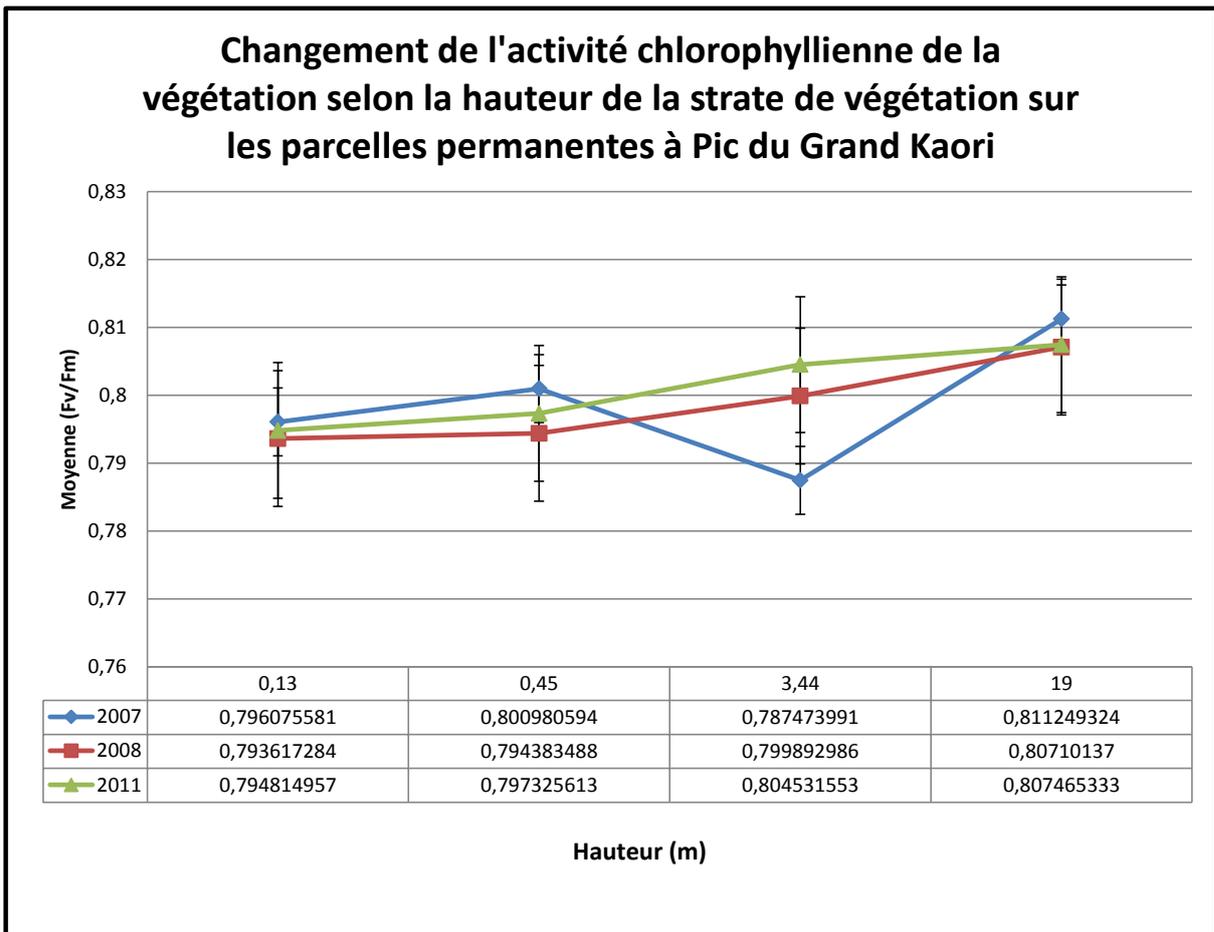
Fluorimétrie de la végétation par strate sur les parcelles permanentes au Pic du Grand Kaori


Figure 7 : L'état de santé (fluorimétrie) des différentes strates de végétation des parcelles permanentes au Pic du Grand Kaori entre 2007 et 2011.

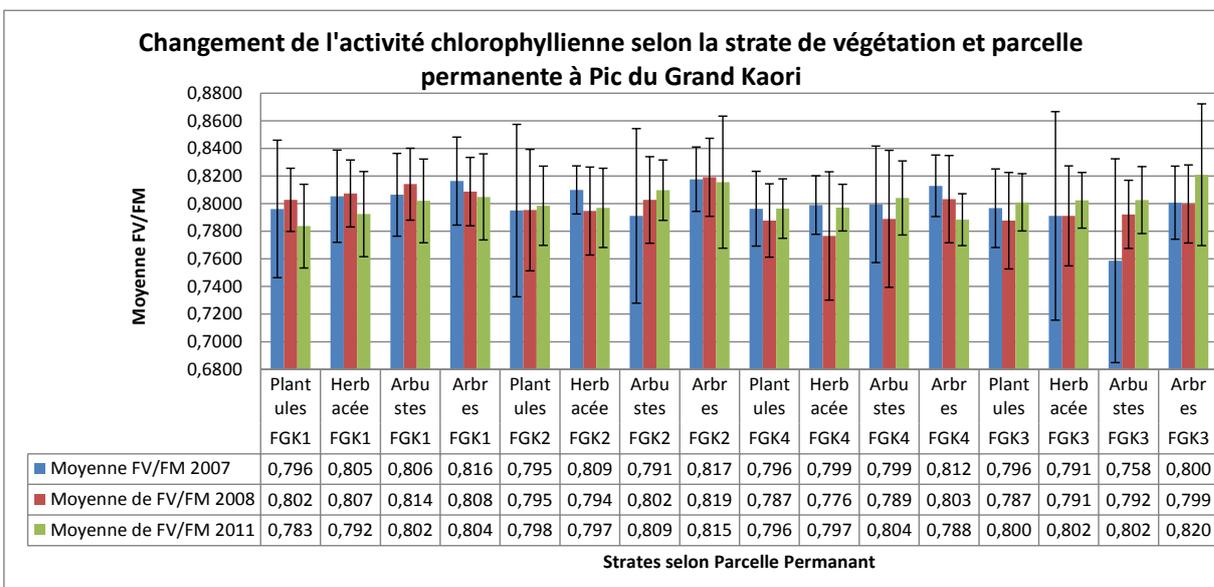


Figure 8 : L'état de santé (fluorimétrie) des différentes strates de végétation pour chaque parcelle permanente au pic du Grand Kaori entre 2007 et 2011.

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 :

- La strate arbre (19 mètre) a les valeurs de fluorimétrie les plus élevées.
- Il y a eu une diminution significative des valeurs de fluorimétrie sur la strate herbacée sur PGK 2 entre T0 et T1.
- Il y a eu une augmentation significative des valeurs de fluorimétrie sur la strate arbre sur PGK 3 entre T0 et T1.

Fluorimétrie par espèce sur les parcelles de Forêt-Nord (2006 et 2011)

Genre/Espèce	FN4			FN1			FN2			FN3		
	2006	2010	2011	2006	2010	2011	2006	2010	2011	2006	2010	2011
	N° FV/FM											
<i>Agathis lanceolata</i>	1 0,837	2 0,807	1 0,828	1 0,829	1 0,774	1 0,821			1 0,77	3 0,828		
<i>Alphitonia neocaledonica</i>	1 0,833	1 0,794	1 0,814	1 0,835	1 0,815							
<i>Alstonia sp.</i>							1 0,813	1				
<i>Alyxia sp.</i>	5 0,803	5 0,615		6 0,835	3 0,807	1 0,828				1 0,824	1	
<i>Amphorogyne spicata</i>										2 0,810	2 0,809	2 0,822
<i>Apodytes clusiifolia</i>										2 0,815	3 0,803	3 0,818
<i>Archidendropsis granulosa</i>	99 0,794	76 0,764	38 0,806	27 0,816	14 0,791	11 0,805	55 0,815	43 0,807	33 0,804	3 0,779	1 0,819	
<i>Atractocarpus pseudo terminalis</i>				1 0,800	1 0,821							
<i>Atractocarpus sp.</i>	10 0,806	10 0,778	4 0,766	1 0,827	1 0,810	2 0,805	1 0,786					
<i>Austrobuxus pauciflorus</i>				1 0,810	1 0,775	1 0,792						
<i>Austrobuxus sp.</i>										1 0,796	1 0,801	
<i>Balanops cf. veillardii</i>	1 0,815	1 0,694		11 0,783	11 0,722	8 0,803						
<i>Basselinia pancheri</i>										2 0,774	1 0,822	1 0,821
<i>Beccariella sp.</i>	1 0,826	1 0,809	1 0,798									
<i>Bocquillonina rhomboidea</i>	12 0,813	9 0,748	8 0,793	21 0,806	20 0,800	13 0,794						
<i>Bureavella endichleri</i>							1 0,805		1 0,794			
<i>Bureavella sp.</i>	3 0,795			7 0,789						1 0,788		
<i>Bureavella wakere</i>	1 0,832			1 0,809								
<i>Calophyllum caledonicum</i>	2 0,838	2 0,812	1 0,796				1 0,827	1		9 0,784	11 0,793	5 0,813
<i>Canarium oleiferum</i>	3 0,807	1 0,790								1 0,739	1 0,744	
<i>Casearia puberula</i>				1 0,821	1 0,790	1				7 0,772	7 0,803	4 0,813
<i>Cerberiopsis candelabra</i>	1 0,848	1								4 0,793	4 0,809	
<i>Chambeyronia macrocarpa</i>	1 0,790	1 0,722	1 0,776									
<i>Chionanthus brachystachys</i>	1 0,818	1 0,789		3 0,802	3 0,802	2 0,818				1 0,821	1 0,783	1 0,811
<i>Cleidion veillardii</i>	3 0,787	3 0,784	1 0,786							3 0,802	3 0,783	3 0,803
<i>Cleistanthus stipitatus</i>	22 0,809	21 0,793	13 0,802	12 0,826	12 0,812	11 0,812						
<i>Codia arborea</i>										7 0,776	6 0,805	4 0,814
<i>Codia discolor</i>										2 0,761	3 0,810	3 0,810
<i>Codia jaffrei</i>										3 0,796	1 0,764	1 0,832
<i>Comptonella sp.</i>	1 0,820	1	1 0,765									
<i>Cordyline neocaledonica</i>	3 0,785	3 0,692	2 0,788	4 0,811	4 0,798	4 0,795	6 0,819	1 0,782	1 0,789	1 0,807	1 0,811	1 0,828
<i>Crossostylis grandiflora</i>				2 0,832	2 0,817	2 0,784	2 0,811	2 0,807	1 0,786			
<i>Cryptocarya sp.</i>	38 0,792	38 0,799	31 0,799	17 0,809	15 0,812	12 0,804	24 0,809	20 0,806	18 0,801	3 0,801	2 0,782	1 0,803
<i>Cunonia sp.</i>				3 0,835	1 0,815							
<i>Cupaniopsis sp.</i>	29 0,799	16 0,797	15 0,795	79 0,808	54 0,806	49 0,803	48 0,805	30 0,804	22 0,801		4 0,8	3 0,801
<i>Cyphokentia macrostachya</i>	1 0,808	1 0,798	1 0,831									
<i>Delabrea longicarpa</i>	20 0,789	10 0,784	5 0,785							1 0,829	1 0,818	
<i>Deplanchea speciosa</i>										2 0,811	2 0,831	1 0,831
<i>Dicarpellum sp.</i>	1 0,797	1 0,804										
<i>Diospyros olen</i>	3 0,815	3 0,799	2 0,795									
<i>Diospyros sp.</i>	9 0,821	8 0,794	5 0,811	3 0,829	2 0,779	2 0,814				10 0,775	10 0,778	9 0,806
<i>Dysoxylum rufescens subsp. dzumacenses</i>				6 0,808	1 0,780							
<i>Dysoxylum sp.</i>	5 0,780	3 0,783	2 0,793	10 0,814	10 0,810	6 0,791	6 0,814	6 0,799	5 0,801	10 0,785	8 0,788	5 0,811
<i>Elaeocarpus sp.</i>				10 0,821	10 0,802	6 0,807				2 0,803	1 0,783	1 0,809
<i>Elaeocarpus yateensis</i>										2 0,787	2 0,808	1 0,810
<i>Endiandra sp.</i>				3 0,805	2 0,792	3 0,818						
<i>Euroschinus elegans</i>										1 0,793	1 0,794	
<i>Euroschinus sp.</i>										4 0,793	4 0,780	4 0,818

Genre/Espèce	FN4			FN1			FN2			FN3		
	2006	2010	2011	2006	2010	2011	2006	2010	2011	2006	2010	2011
	N° FV/FM											
<i>Ficus sp.</i>				1 0,81	1 0,81	1 0,82	16 0,829	16 0,812	13 0,802	8 0,777	8 0,785	4 0,807
<i>Flindersia fourrieri</i>	2 0,827	1 0,788										
<i>Freycinetia sp.</i>				8 0,795	5 0,793	2 0,792	1 0,791	1 0,783	1 0,775			
<i>Garcinia balansae</i>							1 0,793	1 0,741	1 0,793	1 0,756	1 0,827	1 0,781
<i>Garcinia neglecta</i>							1 0,814	1 0,785	1 0,775	5 0,774	5 0,778	4 0,802
<i>Garcinia sp.</i>	48 0,791	38 0,777	21 0,785	33 0,807	54 0,790	40 0,792	14 0,797	9 0,779	4 0,781	14 0,771	10 0,796	6 0,815
<i>Gardenia aubreyii</i>	8 0,780	8 0,795	4 0,792	1 0,827	1 0,822	1 0,808				3 0,782	4 0,761	4 0,800
<i>Geissois sp.</i>	1 0,828	1 0,771	1 0,787									
<i>Guettarda sp.</i>	1 0,793			5 0,786	2 0,812					1 0,818	1 0,744	1 0,804
<i>Guettarda wagapenses</i>	4 0,832	4 0,801	2 0,785	3 0,820								
<i>Guioa glauca</i>							1 0,826	1 0,800	1 0,819			
<i>Gymnostoma poissonianum</i>	1 0,839											
<i>Halfordia kendac</i>	2 0,814	2 0,801	2 0,785									
<i>Hedyocarya parviflora</i>				3 0,802	2 0,790	1 0,807	1 0,769					
<i>Hibbertia pancheri</i>										1 0,780	1 0,791	1 0,832
<i>Homalium sp.</i>	8 0,803	8 0,796	5 0,806	2 0,817	2 0,820	1 0,791				4 0,795	4 0,796	3 0,806
<i>Hugonia sp.</i>				1 0,810	1 0,808	1 0,738				1 0,814	1 0,788	1 0,812
<i>Hypserpa sp.</i>	5 0,817	3 0,743	1 0,781	4 0,803	3 0,803	3 0,790						
<i>Ilex sebertii</i>	2 0,782	2 0,799	2 0,790									
<i>Ixora sp.</i>				42 0,816	37 0,806	31 0,801						
<i>Ixora yahoensis</i>	2 0,810	1 0,774					1 0,823	1 0,805	1 0,801			
<i>Maxwellia lepidota</i>	1 0,824	1 0,796										
<i>Meiogyne tiebagiensis</i>				12 0,819	9 0,816	7 0,8						
<i>Melicope sp.</i>	1 0,815	1 0,802	1 0,782	2 0,805	1 0,770	1 0,800						
<i>Meryta coriaceae</i>	6 0,823	5 0,797	4 0,816	6 0,718	6 0,772	3 0,813				22 0,789	22 0,814	10 0,817
<i>Montrouziera gabriellae</i>										1 0,809	1 0,800	
<i>Morierina montana</i>	1 0,679	1 0,810										
<i>Oxera sp.</i>				7 0,825	2 0,812	1 0,805						
<i>Pagiantha cerifera</i>	24 0,807	24 0,800	15 0,806	12 0,813	10 0,803	7 0,809				2 0,800	2 0,800	2 0,815
<i>Pandanus sp.</i>	7 0,776	7 0,735	2 0,783	6 0,788	6 0,773	5 0,793	3 0,797	3 0,729		1 0,687	1 0,813	1 0,812
<i>Periomphale balansae</i>	1 0,809											
<i>Phyllanthus sp.</i>				7 0,787	5 0,812	4 0,816				3 0,837	1 0,802	
<i>Pittosporum sp.</i>				4 0,8	2 0,8	2 0,8				5 0,800	3 0,797	3 0,801
<i>Planchonella sp.</i>	22 0,790	20 0,767	9 0,781	11 0,815	12 0,756	8 0,789						
<i>Planchonella thiensis</i>	1 0,805	1 0,820		5 0,813	1 0,820							
<i>Pleurocalyptus pancheri</i>										2 0,810	2 0,810	1 0,822
<i>Podocarpus lucienii</i>	3 0,846	3 0,828	1 0,810							2 0,815	1 0,818	1 0,820
<i>Podonaphelium sp.</i>				1 0,807	1 0,805							
<i>Polyalthia nitidissima</i>	4 0,793	4 0,796	3 0,783	3 0,813	4 0,798	2 0,808						
<i>Polyscias dioica</i>				1 0,834	2 0,817	1 0,821						
<i>Polyscias sp.</i>										3 0,828	2 0,788	2 0,822
<i>Psychotria douarrei</i>				1 0,787	1 0,787							
<i>Psychotria sp.</i>	1 0,793	1 0,799	1 0,758	4 0,824	4 0,817	3 0,812				7 0,773	6 0,777	5 0,796
<i>Pycnandra chartacea</i>	1 0,872	1 0,796	1 0,810									
<i>Pycnandra sp.</i>	1 0,786	1 0,799					14 0,820	11 0,809	9 0,802			
<i>Rapanea sp.</i>										3 0,804	2 0,795	2 0,803
<i>Rourea balanseanum</i>	1 0,789	1 0,781	1 0,783	1 0,818	1 0,806					2 0,768	2 0,764	2 0,783
<i>Sarcomelicope simplicifolia</i>	3 0,800	3 0,786	1 0,804									

Genre/Espèce	FN4			FN1			FN2			FN3		
	2006	2010	2011	2006	2010	2011	2006	2010	2011	2006	2010	2011
	N° FV/FM											
<i>Schefflera gordonii</i>	1 0,813	1 0,820		1 0,782							1 0,820	
<i>Schefflera sp.</i>	5 0,784	5 0,808	5 0,786	8 0,816	8 0,802	5 0,810	1 0,794	1 0,819		6 0,807	5 0,794	3 0,803
<i>Sloanea sp.</i>				1 0,842	1 0,796	1 0,821						
<i>Smilax sp.</i>	12 0,807	10 0,777	8 0,794	13 0,806	7 0,781	5 0,794	14 0,807	12 0,782	7 0,783			
<i>Sparattosyce dioica</i>				7 0,817	5 0,800	4 0,810	2 0,791	1 0,760	1 0,796	4 0,786	4 0,794	4 0,812
<i>Storckia pancheri</i>	2 0,733	2 0,806	1 0,814	1 0,833	1 0,815	1 0,801						
<i>Storthocalyx sp.</i>	11 0,794	10 0,798	8 0,797	41 0,809	31 0,794	22 0,786	1 0,813	1 0,794	1 0,811	2 0,828	2 0,792	2 0,803
<i>Styphelia cymbulae</i>										1 0,837	1 0,839	1 0,831
<i>Syzygium arboreum</i>				1 0,801								
<i>Syzygium macranthum</i>				1 0,833								
<i>Syzygium multipetalum</i>										2 0,817	2 0,809	
<i>Syzygium sp.</i>	10 0,792	9 0,800	4 0,814	6 0,784	11 0,791	8 0,794	11 0,815	11 0,805	7 0,791	4 0,771	5 0,795	3 0,812
<i>Tapeinosperma sp.</i>				1 0,820	1 0,769	1 0,807				4 0,795	4 0,810	3 0,804
<i>Taranna sp.</i>	1 0,791											
<i>Tieghemapanax bracteata</i>				1 0,794								
<i>Vitex sp.</i>	2 0,827	1 0,804	1 0,771									
<i>Xanthomyrtus heighenensis</i>	2 0,826	2 0,786	1 0,810									
<i>Xylosma confusum</i>				1 0,806	3 0,821							
<i>Xylopiia sp.</i>	1 0,786			22 0,787	8 0,789	4 0,793	27 0,800	17 0,800	13 0,796	1 0,817	1 0,743	
<i>Xylosma sp.</i>	1 0,797	1 0,812		2 0,835	3 0,821	3 0,802						
<i>Zygogynum sp.</i>	6 0,799	6 0,777	5 0,781	3 0,822	2 0,777	2 0,818						
Nombre totale individus	493	408	243	527	426	316	254	191	142	204	186	123
Moyenne FV/FM	0,805	0,784	0,794	0,810	0,798	0,803	0,807	0,791	0,794	0,795	0,795	0,81

Tableau 4 : Fluorimétrie par espèce - Forêt-Nord

Genre ou Espèce	2007 PGK1		2011 PGK1		2007 PGK2		2011 PGK2		2007 PGK3		2011 PGK3		2007 PGK4		2011 PGK4	
	N°	FV/F M														
<i>Acropogon sp.</i>					1	0,74	1	0,78								
<i>Acsmithia meridionalis</i>	2	0,82	2	0,80					5	0,80	5	0,84	3	0,81		
<i>Acsmithia sp.</i>					1	0,83	1	0,83								
<i>Agatea sp.</i>							1	0,77	1	0,79						
<i>Agathis lanceolata</i>	1	0,84	1	0,82	1	0,82	1	0,83	3	0,80	2	0,82				
<i>Alphitonia neocaledonica</i>	1	0,82	6	0,83	5	0,81	3	0,83	2	0,81	1	0,81				
<i>Alstonia sp.</i>	2								1	0,82	1	0,81				
<i>Alyxia sp.</i>					2	0,83	1	0,82								
<i>Apodytes clusiifolia</i>	3	0,81	3	0,81	4	0,77	8	0,82					1	0,81		
<i>Archidendropsis granulosa</i>	1	0,82	1	0,79	5	0,81	5	0,82	1	0,79	1	0,81	2	0,82	2	0,82
<i>Arillastrum gummiferum</i>	9		2						6		4					
<i>Arthrophyllum sp.</i>	2	0,76	1	0,81			3	0,82								
<i>Atractocarpus ngoyensis</i>																
<i>Atractocarpus sp.</i>	1	0,79	8	0,78	7	0,80	7	0,79	1	0,80	1	0,81			1	0,79
<i>Austrobuxus pauciflorus</i>	3								1	0,72	1	0,79				
<i>Balanops cf. veillardii</i>			1	0,78					4	0,79	2	0,83	2	0,79	2	0,80
<i>Balanops pancheri</i>					2	0,81	1	0,80								
<i>Basselinia pancheri</i>					2	0,76			2	0,78	2	0,80				
<i>Beauprea montana</i>					1	0,83	1	0,84								
<i>Beauprea sp.</i>					1	0,83	1	0,83	1	0,79	1	0,81				
<i>Beccariella cf. azou</i>					3	0,81	4	0,77								
<i>Beccariella longipetiolata</i>					1	0,82										
<i>Beccariella sp.</i>	3	0,81	3	0,81	1	0,81										
<i>Bocquillonia rhomboidea</i>			1	0,81	6	0,81	5	0,80	1	0,75	1	0,80	4	0,81	3	0,80
<i>Bureavella endichleri</i>	3	0,81	3	0,81	5	0,81	5	0,80	8	0,78	2	0,82	2	0,81	2	0,79
<i>Bureavella sp.</i>					1	0,81							1	0,82		
<i>Bureavella wakere</i>	1	0,81	1	0,82	9	0,81	8	0,81	7	0,79	1	0,74				
<i>Calophyllum caledonicum</i>	2	0,82	2	0,81	5	0,82	5	0,83	1	0,79	9	0,81	2	0,80	18	0,81
<i>Campecarpus fulcitus</i>					1	0,82	1	0,82	2		5					
<i>Casearia montana</i>	8	0,81	8	0,79	1	0,83	1	0,84	1	0,81	1	0,82				
<i>Casearia puberula</i>	1	0,83	1	0,81	7	0,81	7	0,81	5	0,82	5	0,82	4	0,81	4	0,80
<i>Casearia silvana</i>									3	0,73	3	0,81	1	0,81	1	0,80
<i>Cerberiopsis candelabra</i>	1	0,84	1	0,80	2											
<i>Chionanthus brachystachys</i>					1	0,80	1	0,74					2	0,81	2	0,78
<i>Cleidion veillardii</i>	1	0,79	1	0,76	1	0,81	1	0,81	2	0,75	1	0,80	8	0,80	8	0,80
<i>Codia jaffrei</i>	1	0,80	1		1				0		4		2		2	
<i>Codia cf. arborea</i>	5	0,80	4	0,79	4	0,80	8	0,81	2	0,80	1	0,82	2	0,84	2	0,81
<i>Comptonella sp.</i>	4	0,83	5	0,80												
<i>Cordyline neocaledonica</i>	1	0,81	1	0,81									1	0,83	1	0,82
<i>Coronathera pulcra</i>					1	0,78	1	0,78								
					3	0,82	3	0,81					2	0,80	2	0,80

Genre ou Espèce	2007 PGK1		2011 PGK1		2007 PGK2		2011 PGK2		2007 PGK3		2011 PGK3		2007 PGK4		2011 PGK4	
	N°	FV/F M														
<i>Cunonia sp.</i>					1	0,79	1	0,82					2	0,81	3	0,82
<i>Cupaniopsis oedipoda</i>					1	0,83	1	0,83								
<i>Cupaniopsis sp.</i>	8	0,81	5	0,80	3	0,80	3	0,81	2 4	0,74	1 4	0,80	1	0,83	1	0,81
<i>Cyclophyllum balansae</i>													2	0,81		
<i>Cyclophyllum sp.</i>	1	0,81	1	0,78												
<i>Cyphokentia macrostachya</i>					1	0,80	1	0,78					2	0,81		
<i>Delabrea longicarpa</i>	3 1	0,80	1 6	0,81	1 1	0,81	6	0,79	6	0,82						
<i>Deplanchea speciosa</i>	1	0,81	2	0,79	3	0,81	2	0,83	1	0,81	1	0,85	2	0,82	2	0,81
<i>Diospyros macrocarpa</i>	1	0,78	1	0,78					2	0,79	2	0,78	2	0,79	2	0,80
<i>Diospyros parviflora</i>									1	0,81	1	0,79				
<i>Diospyros sp.</i>	6	0,80	6	0,79	8	0,81	8	0,81	3 1	0,80	2 7	0,81	9	0,79	10	0,79
<i>Dysoxylum canalense</i>					5	0,80	4	0,78								
<i>Dysoxylum rufescens</i>	1		1	0,81												
<i>Dysoxylum rufescens subsp.dzumacensis</i>									1	0,79			1	0,81		
<i>Dysoxylum sp.</i>	5	0,82	4	0,78	1	0,82			1 3	0,81	9	0,79	3	0,79	3	0,79
<i>Elaeocarpus sp.</i>	2	0,81	2	0,74					1	0,79	1	0,81	2	0,81	2	0,80
<i>Elaeocarpus speciosus</i>									1	0,80						
<i>Elaeocarpus yateensis</i>													2	0,81	2	0,80
<i>Endiandra sp.</i>	2	0,81	2	0,81	2	0,81	2	0,81	7	0,78	6	0,81	3	0,81	3	0,81
<i>Eugenia sp.</i>	4	0,80	4	0,79	1 4	0,80	1 1	0,80	3	0,80	2	0,80	2	0,78	2	0,81
<i>Euroschinus elegans</i>	1								3	0,80	1	0,78	1	0,81		
<i>Euroschinus sp.</i>	1	0,85	1	0,81												
<i>Falcatifolium taxoides</i>					1	0,82	1	0,82								
<i>Ficus asperula</i>									1	0,54	1	0,82	2	0,83	1	0,82
<i>Ficus nitidifolia</i>													2	0,81	2	0,81
<i>Flindersia foumieri</i>	6	0,82	9	0,82	2	0,78	1	0,83					1	0,81	1	0,81
<i>Garcinia balansae</i>	5	0,79	4	0,76					1	0,71	1	0,80				
<i>Garcinia faux balansae</i>	1	0,80											1	0,81		
<i>Garcinia neglecta</i>													1	0,83	1	0,80
<i>Garcinia sp.</i>	4	0,79	5	0,79	2 4	0,79	1 6	0,80	4 7	0,78	2 9	0,80	1 3	0,79	11	0,78
<i>Gardenia aubreyi</i>	5	0,79	5	0,80	4	0,79	4	0,79	5	0,80	5	0,82	2	0,80	2	0,81
<i>Gastrolepis austrocaledonica</i>	3	0,81	3	0,81	5	0,80	3	0,82	2	0,81	2	0,80	3	0,82	2	0,78
<i>Geissois (cf grp balansae)</i>	1	0,82														
<i>Geissois sp.</i>	1	0,82	2	0,79	2	0,78	2	0,81								
<i>Geniostoma rupestre</i>									1	0,80			1	0,82	1	0,81
<i>Guettarda eximia</i>	5	0,81	5	0,82	7	0,76	7	0,82	3	0,81	5	0,82	5	0,82	5	0,82
<i>Guettarda platycarpa</i>	2	0,78	2	0,80					2	0,79						
<i>Guettarda speciosa</i>													1	0,80		
<i>Guioa glauca</i>					1	0,83										
<i>Guioa villosa</i>	1	0,80	1	0,80					1	0,76	1	0,81				

Genre ou Espèce	2007 PGK1		2011 PGK1		2007 PGK2		2011 PGK2		2007 PGK3		2011 PGK3		2007 PGK4		2011 PGK4	
	N°	FV/F M														
<i>Hibbertia lucens</i>	1	0,84	1	0,84	4	0,84	3	0,85								
<i>Hibbertia pancheri</i>	2	0,85	1	0,81	1	0,84	1	0,82	2	0,81						
<i>Hibbertia sp.</i>					1	0,82										
<i>Homalium sp.</i>					1	0,64	1	0,83	3	0,82						
<i>Hugonia jenkinsii</i>					1	0,82										
<i>Hugonia sp.</i>									3	0,79	3	0,81				
<i>Hybanthus sp.</i>	1	0,67	1	0,79	1	0,78	2	0,79								
<i>Hypserpa sp.</i>	5		4		1	0,82	1	0,82	1	0,83	1	0,81	1	0,80	1	0,80
<i>Ixora cauliflora</i>															1	0,82
<i>Ixora sp.</i>	1	0,83	1	0,82	3	0,82	3	0,81					2	0,74	2	0,82
<i>Lethedon sp.</i>	3	0,83	3	0,82												
<i>Melicope sp.</i>	1	0,77	1	0,79	1	0,82	1	0,80								
<i>Melicope vieillardii</i>	4	0,78	3	0,78									3	0,83	2	0,78
<i>Meryta coriaceae</i>					8	0,75	7	0,82			1	0,79	1	0,79	1	0,83
<i>Montrouziera gabriellae</i>	3	0,81	1	0,78	2	0,83	2	0,79	6	0,76	5	0,80				
<i>Montrouziera sp.</i>					1	0,83	1	0,82					2	0,80	1	0,79
<i>Myodocarpus sp.</i>			2	0,82			2	0,82	2	0,74	6	0,82	1	0,84		
<i>Neofranciella pterocarpon</i>	3	0,79			1	0,80			1	0,79			3	0,79		
<i>Nothofagus aequilateralis</i>													1	0,81		
<i>Ochrosia balansae</i>	7	0,81	6	0,80												
<i>Ochrosia sp.</i>	2	0,79	2	0,80					7	0,78	5	0,79	2	0,81	2	0,82
<i>Pagiantha cerifera</i>	9	0,81	9	0,80	5	0,79	4	0,81	4	0,79	4	0,80	1	0,80	1	0,82
<i>Pandanus sp.</i>					4	0,82	4	0,75	1	0,80	1	0,81	1	0,81	1	0,78
<i>Phelline billardieri</i>	2	0,81	2	0,81					1	0,78						
<i>Phyllanthus sp.</i>	8	0,81	8	0,80	1	0,82	9	0,80	4	0,82	4	0,81				
<i>Piliocalyx laurifolia</i>	1	0,82	1	0,81												
<i>Piliocalyx sp.</i>					1	0,82										
<i>Pittosporum deplanchei</i>	2	0,82	1	0,80	1	0,71	1	0,83								
<i>Pittosporum muricatum/leratii</i>					1	0,76	1	0,82					2	0,81		
<i>Pittosporum pronyensis</i>	2	0,81	2	0,80												
<i>Pittosporum sp.</i>	3	0,79	3	0,80									3	0,82		
<i>Planchonella sp.</i>					3	0,81	5	0,80			1	0,82	2	0,78	2	0,79
<i>Planchonella thiensis</i>													1	0,80	1	0,81
<i>Pleurocalyptus pancheri</i>					1	0,75	1	0,60					1	0,79	1	0,79
<i>Polyalthia nitidissima</i>									4	0,80	2	0,81				
<i>Polyscias dioica</i>	4	0,82	4	0,81	1	0,82			2	0,81	1	0,83	1		1	0,76
<i>Polyscias sp.</i>	7	0,80	4	0,81	3	0,81	1	0,80								
<i>Psychotria douarrei</i>	1	0,79	1	0,77									1	0,76	1	0,78
<i>Psychotria leratii</i>	1	0,78	1	0,79							2	0,79	2	0,75	2	0,79
<i>Psychotria semperflorens</i>									2	0,78			1	0,76	1	0,76
<i>Psychotria sp.</i>					1	0,79	1	0,79	4	0,77	3	0,80	1	0,83	1	0,80
<i>Pycnandra sp.</i>					1	0,82	1	0,82	1	0,79	1	0,80				

Genre ou Espèce	2007 PGK1		2011 PGK1		2007 PGK2		2011 PGK2		2007 PGK3		2011 PGK3		2007 PGK4		2011 PGK4	
	N°	FV/F M														
<i>Rapanea sp.</i>	2	0,79	2	0,80					2	0,70	1	0,81	2	0,82	2	0,79
<i>Rauvolfia balansae</i>					3	0,82	3	0,81								
<i>Rauvolfia sp.</i>									4	0,81	2	0,83	1	0,84	1	0,84
<i>Rourea balanseanum</i>	2	0,75	2	0,79	6	0,79	6	0,79	3	0,77	3	0,80	6	0,78	6	0,80
<i>Scaevola balansae</i>	4	0,81														
<i>Scagea sp.</i>	2	0,84	1	0,83												
<i>Schefflera gordonii</i>									1	0,77	1	0,83	1	0,84		
<i>Schefflera reginae</i>					1	0,83	1	0,84					1	0,79	1	0,81
<i>Schefflera sp.</i>					6	0,81	4	0,82	1	0,84	1	0,85				
<i>Sebertia acuminata</i>	1	0,85	1	0,82	2	0,82	2	0,81	1	0,78	1	0,79				
<i>Semecarpus sp.</i>									1	0,77	1	0,81				
<i>Smilax sp.</i>					1	0,80	1	0,81	1	0,83	1	0,80				
<i>Sparattosyce dioica</i>	2	0,83	2	0,78	2	0,8	2	0,82	4	0,80	4	0,82	4	0,81	4	0,77
<i>Stenocarpus sp.</i>	1	0,80	1	0,81	2	0,82	2	0,82								
<i>Stenocarpus trinervis</i>									1	0,80	1	0,77	1	0,81		
<i>Storthocalyx leioneurus</i>													1	0,82	1	0,82
<i>Storthocalyx sp.</i>					4	0,82	5	0,80	6	0,82	7	0,81	4	0,81	4	0,81
<i>Styphelia cymbulae</i>	1	0,84	1	0,83	1	0,83	1	0,84								
<i>Syzygium cf austrocaledonicu m</i>					1	0,80										
<i>Syzygium multipetalum</i>	1	0,83	1	0,81	1	0,83	1	0,78					1	0,82		
<i>Tapinosperma sp.</i>					1	0,78	1	0,79					3	0,81	3	0,81
<i>Tristaniopsis sp</i>	1	0,79														
<i>Viotia neurophylla</i>													3	0,84	3	0,80
<i>Vitex sp.</i>									1	0,82	1	0,83	1	0,81	1	0,81
<i>Xylopiia pancheri</i>	1	0,81														
<i>Zygogynum sp.</i>	4	0,80	4	0,79	7	0,81	4	0,82	1	0,80			1	0,78	1	0,79
Nombre total d'individus	294		255		302		254		337		270		190		155	
Moyenne	0,81		0,80		0,80		0,81		0,79		0,81		0,81		0,80	

Tableau 5 : Fluorimétrie par espèce – Pic du Grand Kaori

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

Caractéristiques chimiques des parcelles de Forêt-Nord

LITIÈRE	PARCEL		FN4								FN1								FN2								FN3																																							
	Altitude (mètres)		179																185																243																287															
	Année		2007				2008				2009				2010				2011				2007				2008				2009				2010				2011																											
	Date		24/05/2007		02/04/2008		23/11/2009		28/12/2010		22/11/2011		23/05/2007		01/04/2008		30/11/2009		14/12/2010		20/12/2011		29/05/2007		09/04/2008		01/12/2009		06/12/2010		06/02/2012		30/05/2007		10/04/2008		02/12/2009		23/02/2012																											
Analyses	Elément	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype																											
		CHNS Humide	N %	0,92	0,18	1,09	0,14	1,21	0,18	1,54	0,08	1,10	0,14	0,85	0,14	0,95	0,18	1,00	0,10	1,27	0,15	1,11	0,14	0,93	0,15	1,01	0,11	0,97	0,13	1,30	0,10	1,08	0,08	0,58	0,09	0,71	0,12	0,83	0,16	0,85	0,10																									
C %				48,97	1,87	50,35	0,94	46,86	1,37	48,45	0,63			49,63	1,10	47,76	1,13	47,84	1,62	50,30	3,40			44,47	4,14	35,53	4,92	44,66	3,09	45,45	1,95			46,52	3,98	46,99	3,86	48,31	1,53																											
S %	0,11		0,02	0,05	0,02	0,12	0,01	0,13	0,01	0,13	0,02			0,12	0,02	0,06	0,02	0,13	0,01	0,13	0,02			0,15	0,02	0,08	0,02	0,12	0,02	0,14	0,01	0,13	0,01	0,10	0,01	0,04	0,01	0,12	0,01	0,11	0,01																									
Attaque totale acide/fusion alcaline	Ca %	1,44	0,22	1,44	0,28	1,47	0,38	1,39	0,22	1,51	0,16	1,82	0,40	1,52	0,47	1,63	0,48	1,97	0,32	1,62	0,34	1,50	0,15	1,32	0,19	1,55	0,10	1,56	0,17	1,34	0,26	1,46	0,55	1,69	0,40	1,97	0,45	1,99	0,52																											
	Mg %	0,23	0,06	0,23	0,04	0,29	0,10	0,38	0,07	0,22	0,03	0,29	0,08	0,30	0,09	0,32	0,09	0,32	0,10	0,33	0,06	0,43	0,07	0,39	0,08	0,39	0,06	0,42	0,10	0,39	0,06	0,24	0,07	0,22	0,03	0,27	0,04	0,27	0,04																											
	Na %	0,08	0,02	0,01	0,00	0,05	0,01	0,05	0,02	0,05	0,02	0,07	0,03	0,02	0,01	0,03	0,01	0,05	0,02	0,03	0,02	0,14	0,06	0,04	0,03	0,10	0,06	0,06	0,03	0,04	0,02	0,05	0,03	0,01	0,01	0,05	0,02	0,03	0,02																											
	K %	0,16	0,05	0,05	0,01	0,13	0,03	0,12	0,05	0,13	0,03	0,12	0,03	0,06	0,02	0,08	0,02	0,13	0,03	0,08	0,02	0,12	0,05	0,07	0,01	0,15	0,05	0,11	0,02	0,09	0,03	0,07	0,02	0,03	0,01	0,07	0,02	0,05	0,01																											
	P ppm	160,50	42,57	154,70	28,47	158,60	33,37	212,10	38,62	204,80	33,16	221,70	48,07	197,70	46,44	212,40	38,04	259,89	65,50	196,50	48,44	259,20	54,87	283,60	42,92	168,40	35,96	313,70	75,66	254,20	67,32	81,50	21,04	84,20	10,44	98,70	34,18	78,40	9,57																											
	Mn ppm	909,50	506,57	1279,60	378,19	1178,10	765,16	1027,20	376,08	1289,80	479,33	1606,20	953,71	1234,70	1139,98	1518,10	1253,00	1398,22	628,70	860,00	545,69	268,90	117,46	327,90	113,84	103,80	57,03	601,80	613,17	229,40	106,47	332,90	158,15	428,60	185,97	407,20	188,89	501,90	226,42																											

SOL	PARCEL		FN4								FN1								FN2								FN3																																																							
	Année		2007																2008																2009																2010																2011															
	Date		24 mai 2007		20 avril 2008		23 novembre 2009		28/12/2010		22/11/2011		23 mai 2007		1 avril 2008		30 novembre 2009		14 décembre 2010		20 décembre 2011		29 mai 2007		9 avril 2008		1 décembre 2009		6 décembre 2010		6 février 2012		30 mai 2007		10 avril 2008		2 décembre 2009		23 février 2012																																											
	Analyses	Elément	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype																																										
CHNS Humide			pH H2O	6,68	0,23	6,68	0,31	6,54	0,21	6,50	0,14	6,36	0,14	6,30	0,17	6,36	0,16	6,23	0,06	6,06	0,41	5,97	0,44	6,89	0,26	6,83	0,09	6,63	0,09	6,75	0,11	6,63	0,09	6,52	0,26	6,54	0,22	6,51	0,20	6,28	0,09																																									
	N %	12,73	4,48	10,39	4,34	6,39	1,54	5,89	0,65	6,26	0,65	6,03	3,03	7,14	3,34	4,08	0,79	5,72	0,97	4,00	1,42	14,41	6,59	12,40	1,84	6,15	0,49	6,39	0,57	7,33	0,71	12,22	6,59	11,39	4,87	6,13	1,52	5,44	1,40																																											
	S %	0,19	0,03	0,07	0,02	0,11	0,02	0,09	0,01	0,08	0,01	0,14	0,03	0,08	0,02	0,08	0,01	0,07	0,03	0,07	0,01	0,18	0,04	0,12	0,02	0,08	0,01	0,07	0,02	0,08	0,01	0,12	0,04	0,06	0,03	0,08	0,02	0,06	0,01																																											
Cations échangeables	Ca méq%	11,25	6,61	6,11	3,18	7,29	2,67	5,79	2,86	3,43	2,86	6,77	4,27	6,25	4,10	2,09	1,17	5,09	2,18	2,26	2,02	11,77	14,24	8,30	1,29	6,93	1,83	5,84	1,99	6,49	1,33	20,44	14,24	14,90	5,91	15,56	7,89	6,65	3,55																																											
	Mg méq%	5,40	2,03	4,40	2,20	6,19	2,76	6,13	2,54	3,85	2,54	3,62	1,87	4,78	2,59	4,55	3,16	5,72	3,26	4,65	3,75	14,96	2,53	11,89	2,23	14,44	6,00	14,46	6,76	16,35	6,52	5,77	2,53	7,45	3,63	6,60	2,62	3,80	1,17																																											
	Na méq%	0,39	0,12	0,39	0,14	0,46	0,19	0,38	0,12	0,27	0,12	0,29	0,11	0,28	0,09	0,23	0,07	0,27	0,10	0,26	0,11	0,62	0,14	0,41	0,06	0,30	0,12	0,49	0,12	0,41	0,13	0,37	0,14	0,21	0,07	0,32	0,11	0,24	0,08																																											
Capacité d'échange	K méq%	0,39	0,10	0,43	0,10	0,42	0,16	0,34	0,12	0,26	0,12	0,30	0,09	0,29	0,06	0,19	0,03	0,35	0,08	0,12	0,07	0,52	0,13	0,48	0,08	0,36	0,06	0,45	0,09	0,40	0,07	0,30	0,13	0,30	0,14	0,45	0,31	0,14	0,05																																											
	méq%	27,04	8,40	21,70	6,85	22,94	8,34	18,53	5,22	16,29	5,22	15,18	4,74	17,47	6,02	13,57	2,65	16,62	2,43	12,12	3,97	29,90	10,79	28,73	2,59	26,62	3,26	24,28	3,84	24,36	2,95	24,74	10,79	26,60	8,34	27,43	10,91	13,29	3,35																																											
	Ca g/kg	3,08	1,89	2,00	1,05	2,27	1,04	1,84	0,93	1,26	0,93	1,81	1,24	1,86	1,15	0,80	0,77	1,97	0,59	0,91	0,67	5,14	14,32	4,54	1,29	3,74	0,78	3,90	0,78	3,55	0,60	9,45	14,32	5,32	2,45	29,50	76,02	2,00	1,03																																											
Attaque totale acide/fusion alcaline	Mg mg/kg	7185,89	1059,31	8124,49	642,29	7244,09	2298,65	8212,04	1517,54	9013,78	1517,54	11854,42	4137,88	12663,33	3519,72	13841,81	2549,31	13201,44	3172,41	15079,02	2244,42	33052,40	3448,35	38908,04	15466,62	47792,28	14256,17	37354,87	11395,22	51886,01	16017,43	8943,61	3448,35	12875,00	8226,69	12394,91	8865,99	10593,16	4305,24																																											
	Na mg/kg	63,38	34,63	141,16	82,37	122,48	251,69	399,82	46,29	106,37	46,29	72,54	43,31	55,89	52,23	19,42	41,22	170,51	69,64	248,51	153,78	177,22	644,35	231,75	154,92	114,28	134,49	283,66	65,15	185,77	51,53	290,28	644,35	142,08	240,30	354,57	953,10	162,39	274,86																																											
	Co mg/kg	579,73	202,70	588,39	149,95	675,44	148,08	697,67	142,83	684,41	142,83	1409,21	600,11	327,39	449,30	650,03	411,68	1569,75	856,50	1032,37	273,62	639,88	97,79	706,26	132,82	538,21	176,95	898,03	137,22	788,27	122,62	474,40	97,79	605,36	170,90	469,79	204,53	653,78	142,74																																											
	Cr mg/kg	24062,48	1835,45	26235,36	2498,42	30321,84	2970,44	27950,57	2475,53	19700,04	2475,53	21964,73	3504,11	24595,37	3377,30	34095,98	7651,65	19224,37	3365,75	23917,09	1537,03	17640,95	3173,58	19857,23	4306,44	27527,55	4254,34	19243,09	2327,06	24514,79	4368,99	16457,35	3173,58	19706,28	6461,47	20766,93	5591,73	24746,74	2756,92																																											
	Mn mg/kg	5865,90	2553,49	7301,89	2046,61	6390,40	2161,43	7599,31	1828,33	6236,90	1828,33	14666,97	6278,25	15871,85	8679,40	8171,36	2266,03	12965,72	6492,10	8730,28	2587,67	4604,38	459,64	6343,83	1160,12	5458,27	566,41	5618,18	744,86	5061,98	729,93	3151,00	459,64	4941,64	1522,20	2845,51	1097,65	3705,14	538,03																																											
	Ni mg/kg	5524,55	781,48	7106,85	914,11	5347,80	1020,87	7240,27	1477,17	8792,37	1477,17	5494,25	720,88	5789,39	471,45	3980,12	2534,80	7730,18	1115,81	7060,20	903,01	7036,07	1790,19	7172,92	704,80	2010,65	1158,75	10338,04	1008,94	9555,34	1138,48	5741,90	1790,19	7019,82	2347,06	4410,05	1961,83	7935,20	1146,22																																											
	Al g/kg	19,05	1,90	21,57	2,02	21,96	1,66	22,70	1,31	23,10	1,31	21,89	1,18	23,00	1,59	23,84	2,44	24,48	1,46	23,87	1,36	13,49	3,37	15,59	2,25	16,59	1,63	17,65	1,81	16,03	1,14	19,19	3,37	21,71	6,66	19,26	4,32	24,45	3,88																																											
	Cu mg/kg	23,04	2,81	78,88	4,28	27,10	2,91	23,72	3,54	18,77	3,54	21,81	2,91	102,85	28,77	5,79	5,52	22,65	3,61	22,56	27,51	16,58	5,54	122,06	30,54	6,94	4,30	19,95	3,88	29,06	6,76	24,60	5,54	70,48	21,56	12,32	7,57	27,61	8,94																																											
	P mg/kg	261,12	71,09	311,14	55,92	391,34	67,43	343,38	83,37	265,97	83,37																																																																							

Caractéristiques chimiques des parcelles au Pic du Grand Kaori

LITIÈRE	Parcel		PGK1										PGK2					PGK4					PGK3																			
	Altitude (metres)		240										250					315					330																			
	Année		2007		2008		2009		2010		2011		2007		2008		2009		2010		2011		2007		2008		2009		2010		2011											
	Date		28-nov.-2007		6-oct.-2008		15-déc.-2009		29 décembre 2010		29 février 2012		29-nov.-2007		14-oct.-2008		16-déc.-2009		15-mars-2011		19-mars-2012		5-déc.-2007		9-oct.-2008		6-janv.-2010		23-mars-2011		23-avr.-2012		4-déc.-2007		16-oct.-2008		17-déc.-2009		17-mars-2011		12-avr.-2012	
Analyses	Element	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype			
		CHNS Humide		N %	0,92	0,18	1,09	0,14	1,21	0,18	1,20	0,15	1,06	0,08	0,85	0,14	0,95	0,18	1,00	0,10	1,04	0,08	1,07	0,10	0,58	0,09	0,71	0,12	0,83	0,16	1,03	0,10	1,13	0,15	0,93	0,15	1,01	0,11	0,97	0,13	1,03	0,10
Attaque totale acide/fusion alcaline		C %	48,97	1,87	50,35	0,94	46,27	4,40	51,55	1,17	49,63	1,10	47,76	1,13	48,05	1,49	50,56	0,69	46,52	3,98	46,99	3,86	46,13	2,52	48,98	1,50	46,13	2,52	48,98	1,50	44,47	4,14	35,53	4,92	46,13	2,52	48,94	1,44	46,13	2,52	48,94	1,44
		S %	0,11	0,02	0,05	0,02	0,12	0,01	0,11	0,01	0,12	0,02	0,12	0,02	0,06	0,02	0,13	0,01	0,11	0,01	0,11	0,01	0,10	0,01	0,04	0,01	0,12	0,01	0,11	0,01	0,13	0,01	0,15	0,02	0,08	0,02	0,12	0,02	0,11	0,01	0,12	0,01
		Ca %	1,44	0,22	1,44	0,28	1,47	0,38	1,35	0,23	1,04	0,23	1,82	0,40	1,52	0,47	1,63	0,48	1,29	0,43	1,17	0,25	1,46	0,55	1,69	0,40	1,97	0,45	1,52	0,18	1,59	0,47	1,50	0,15	1,32	0,19	1,55	0,10	1,52	0,18	1,36	0,38
		Mg %	0,23	0,06	0,23	0,04	0,29	0,10	0,30	0,21	0,19	0,03	0,29	0,08	0,30	0,09	0,32	0,09	0,23	0,08	0,20	0,04	0,24	0,07	0,22	0,03	0,27	0,04	0,28	0,06	0,28	0,11	0,43	0,07	0,39	0,08	0,39	0,06	0,28	0,06	0,25	0,02
		Na %	0,08	0,02	0,01	0,00	0,05	0,01	0,04	0,01	0,05	0,02	0,07	0,03	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,05	0,03	0,01	0,01	0,05	0,02	0,02	0,01	0,03	0,00	0,14	0,06	0,04	0,03	0,10	0,06	0,02	0,01	0,03	0,01
		K %	0,16	0,05	0,05	0,01	0,13	0,03	0,07	0,02	0,09	0,04	0,12	0,03	0,06	0,02	0,08	0,02	0,04	0,01	0,06	0,02	0,07	0,02	0,03	0,01	0,07	0,02	0,06	0,01	0,06	0,02	0,12	0,05	0,07	0,01	0,15	0,05	0,06	0,01	0,07	0,02
		P ppm	160,50	42,57	154,70	28,47	158,60	33,37	107,90	39,69	78,40	20,99	221,70	48,07	197,70	46,44	212,40	38,04	71,23	8,74	54,60	11,12	81,50	21,04	84,20	10,44	98,70	34,18	78,15	16,59	81,30	20,09	259,20	54,87	283,60	42,92	168,40	35,96	78,15	16,59	80,80	13,78
		Mn ppm	909,50	506,57	1279,60	378,19	1178,10	765,16	1663,10	945,59	1018,60	441,40	1606,20	953,71	1234,70	1139,98	1518,10	1253,00	1133,08	287,26	1131,20	535,78	332,90	158,15	428,60	185,97	407,20	188,89	1496,34	3114,99	1453,20	1918,48	268,90	117,46	327,90	113,84	103,80	57,03	1496,34	3114,99	530,40	252,14

SOL	Parcel		PGK1										PGK2					PGK4					PGK3																			
	Altitude (metres)		240										250					315					330																			
	Année		2007		2008		2009		2010		2011		2007		2008		2009		2010		2011		2007		2008		2009		2010		2011											
	Date		28-nov.-2007		6-oct.-2008		15-déc.-2009		29 décembre 2010		29 février 2012		29-nov.-2007		14-oct.-2008		16-déc.-2009		15-mars-2011		19-mars-2012		5-déc.-2007		9-oct.-2008		6-janv.-2010		23-mars-2011		23-avr.-2012		4-déc.-2007		16-oct.-2008		17-déc.-2009		17-mars-2011		12-avr.-2012	
Analyses	Element	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype			
		CHNS Humide		pH H2O	0,63	0,24	0,32	0,15	0,27	0,10	5,70	0,65	5,46	0,46	0,65	0,16	0,63	0,26	0,30	0,07	5,27	0,44	5,06	0,33	0,99	0,44	0,55	0,25	0,41	0,12	0,47	0,22	0,42	0,10	0,52	0,15	0,56	0,16	0,35	0,09	0,40	0,09
		N%	13,32	5,01	4,68	1,73	4,88	1,35	5,27	1,48	5,46	1,32	13,08	4,28	12,92	5,94	5,30	1,18	5,76	1,19	4,57	1,38	20,87	9,76	9,41	4,69	6,12	1,12	6,22	2,20	6,79	1,43	8,53	3,00	8,37	2,62	5,75	0,58	6,59	0,97	6,23	1,23
		C%	0,12	0,02	0,09	0,02	0,09	0,02	0,07	0,01	0,08	0,01	0,11	0,03	0,09	0,03	0,08	0,02	0,09	0,01	0,08	0,01	0,14	0,07	0,07	0,02	0,07	0,01	0,07	0,02	0,06	0,01	0,08	0,02	0,07	0,01	0,06	0,01	0,06	0,01	0,06	0,01
		S%	6,42	5,33	1,48	1,81	1,81	2,76	2,32	2,64	4,02	2,60	8,86	4,17	7,67	3,40	2,78	3,44	2,93	2,82	1,60	1,84	15,32	7,60	7,79	4,75	4,25	3,43	8,00	7,72	7,21	6,33	8,44	4,33	7,12	3,37	4,81	2,26	4,58	3,22	6,68	4,10
		Mg méq%	5,39	4,46	3,61	4,94	2,28	2,96	4,98	6,21	2,53	1,36	8,13	3,78	6,95	6,65	4,48	4,60	3,30	2,79	1,82	1,34	14,74	7,16	9,92	11,41	9,31	7,52	11,34	9,90	10,52	6,40	10,08	7,52	8,31	4,45	6,81	6,22	13,29	9,23	8,43	5,30
		Na méq%	0,44	0,16	0,18	0,12	0,19	0,06	0,28	0,12	0,27	0,08	0,47	0,13	0,58	0,25	0,23	0,11	0,25	0,15	0,19	0,09	0,57	0,17	0,46	0,14	0,30	0,09	0,34	0,18	0,40	0,10	0,34	0,06	0,49	0,12	0,27	0,07	0,26	0,07	0,28	0,07
		K méq%	0,31	0,16	0,07	0,05	0,11	0,05	0,15	0,06	0,14	0,03	0,34	0,11	0,28	0,15	0,15	0,11	0,21	0,10	0,11	0,05	0,55	0,18	0,27	0,09	0,27	0,09	0,35	0,14	0,36	0,09	0,26	0,10	0,26	0,08	0,16	0,06	0,25	0,09	0,29	0,08
		Capacité d'échange	24,68	8,40	15,56	6,84	11,68	4,50	13,73	6,03	13,68	3,01	26,41	6,31	31,03	10,26	13,42	4,71	13,30	3,82	11,64	3,17	38,88	13,06	29,12	12,70	17,43	5,66	21,60	9,67	19,42	4,28	22,47	7,13	26,62	6,19	16,73	4,70	18,69	3,52	18,39	3,91
		Ca g/kg	2,15	1,80	0,82	1,05	0,88	1,14	1,56	1,69	1,30	0,72	3,21	1,54	2,54	1,14	0,96	1,25	1,85	1,43	0,68	0,48	7,11	3,38	3,48	2,78	2,72	2,37	3,65	3,28	3,10	2,08	2,89	1,45	2,61	1,31	1,82	0,81	2,18	1,11	2,45	1,18
		Mg mg/kg	5546,80	6913,71	11929,04	15952,36	6068,18	7501,25	16501,33	16335,28	3574,92	1024,53	10454,70	4503,61	9650,37	5712,83	8783,63	3368,09	9962,12	3613,06	7325,24	2671,63	20694,74	10566,28	21943,97	12726,39	23795,75	13283,69	20633,60	11300,47	28815,03	15789,47	14971,15	6219,16	18484,27	8931,93	12444,56	5205,42	20725,27	12404,90	19180,52	8409,97
		Na mg/kg	119,33	50,61	116,59	97,26	73,56	64,48	394,46	78,88	95,88	37,29	128,29	65,56	126,36	68,92	62,80	57,22	152,58	84,34	88,15	39,80	151,92	38,71	135,97	58,89	301,34	139,85	240,57	55,38	119,87	34,45	83,67	30,97	129,18	37,85	81,47	51,68	266,06	140,24	144,05	87,83
		K mg/kg	168,07	116,40	39,59	49,79	171,75	130,84	51,04	24,80	44,59	24,72	82,27	58,77	136,69	71,83	143,53	90,36	154,97	64,48	10,17	21,89	274,17	111,10	182,68	64,66	276,51	117,81	226,49	63,44	65,96	67,51	45,23	68,06	118,76	65,93	215,38	167,01	212,20	66,69	45,12	30,42
		Ti mg/kg	471,67	103,36	561,75	96,31	523,58	79,42	509,86	117,70	561,62	57,53	356,90	54,95	314,97	68,15	397,87	56,62	433,86	70,52	474,01	35,21	237,73	95,72	297,30	60,65	325,62	37,52	335,72	53,17	323,37	38,52	349,57	70,47	316,99	63,42	345,25	73,47	359,53	52,14	364,51	49,97
		Fe g/kg	344,83	71,50	431,65	65,82	385,90	37,42	382,92	62,13	425,17	19,97	338,99	46,39	334,21	62																										

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

Species	Plot	Altitude (m)	Ca %		Mg %		Na %		K %		P ppm		Mn ppm		S %		N %		Année
			Mean n=8	Stdev n=8	Mean n=8	St Dev n=8													
<i>Cleistanthus stipitatus</i> (Annonaceae)	1	184	0,82	0,25	0,24	0,07	0,10	0,05	0,65	0,13	607,50	61,34	485,00	272,22	0,16	0,02	1,31	0,11	2007
			0,82	0,19	0,25	0,03	0,03	0,01	0,64	0,06	580,75	37,94	617,63	251,07	0,13	0,01	1,67	0,03	2008
			0,77	0,18	0,20	0,02	0,06	0,02	0,58	0,09	575,25	60,80	931,88	281,70	0,16	0,03	1,61	0,11	2009
			0,74	0,14	0,22	0,06	0,06	0,02	0,52	0,07	583,25	57,20	492,00	201,81	0,15	0,01	1,61	0,09	2010
			0,71	0,19	0,21	0,08	0,03	0,01	0,66	0,08	604,88	49,24	401,13	186,49	0,18	0,01	1,52	0,11	2011
<i>Cupaniopsis macrocarpa var. macrocarpa</i> (Sapindaceae)	1	184	0,79	0,20	0,62	0,19	0,18	0,04	0,56	0,14	782,38	68,71	348,00	196,17	0,17	0,02	1,28	0,10	2007
			0,87	0,39	0,49	0,19	0,41	0,35	0,91	0,37	756,63	217,29	686,13	588,68	0,14	0,07	1,49	0,16	2008
			0,99	0,23	0,70	0,12	0,33	0,05	1,14	0,15	795,75	74,23	532,75	450,22	0,23	0,02	1,74	0,11	2009
			0,72	0,21	0,45	0,13	0,16	0,07	0,60	0,18	849,38	176,99	348,13	110,38	0,17	0,02	1,56	0,15	2010
			0,88	0,15	0,65	0,11	0,24	0,05	1,19	0,10	768,25	67,02	530,13	273,20	0,29	0,04	1,61	0,08	2011
<i>Dysoxylum canalienses</i> (Meliaceae)	3	287	2,61	1,01	0,40	0,05	0,25	0,19	0,84	0,13	381,00	31,29	63,50	26,31	0,38	0,08	1,20	0,12	2007
			1,69	0,19	0,24	0,04	0,20	0,07	0,89	0,15	407,00	26,78	63,00	14,91	0,31	0,04	1,23	0,09	2008
			2,19	0,20	0,26	0,05	0,29	0,07	0,73	0,08	367,00	29,90	85,63	25,87	0,26	0,04	1,13	0,14	2009
			2,01	0,60	0,33	0,04	0,27	0,14	0,73	0,23	411,25	39,58	71,00	16,78	0,26	0,05	1,40	0,09	2011
			1,56	0,24	0,15	0,06	0,09	0,04	0,73	0,16	375,38	31,40	2205,50	780,53	0,12	0,00	0,91	0,09	2007
<i>Elaeocarpus speciosus</i> (Elaeocarpaceae)	4	179	1,41	0,38	0,13	0,05	0,06	0,05	0,82	0,32	396,88	60,50	1779,63	767,33	0,10	0,02	1,00	0,08	2008
			1,20	0,31	0,13	0,03	0,05	0,02	0,85	0,15	369,00	31,58	1442,25	455,48	0,13	0,01	1,25	0,09	2009
			1,19	0,41	0,12	0,03	0,06	0,02	0,66	0,13	346,38	37,86	1670,38	542,32	0,15	0,06	1,29	0,09	2010
			1,16	0,45	0,11	0,03	0,05	0,02	0,77	0,09	405,63	39,01	1631,25	660,89	0,13	0,01	0,98	0,05	2011
			1,59	0,25	0,68	0,08	0,45	0,09	0,94	0,09	605,00	64,69	63,63	10,51	0,20	0,03	1,19	0,10	2007
<i>Ficus austrocaledonica</i> (Moraceae)	2	243	1,84	0,42	0,62	0,14	0,28	0,08	1,03	0,25	695,38	151,84	59,50	16,65	0,14	0,03	1,41	0,19	2008
			2,21	0,48	0,65	0,16	0,34	0,14	0,93	0,26	677,88	96,04	85,38	20,76	0,13	0,02	1,55	0,17	2009
			2,11	0,44	0,59	0,08	0,40	0,16	0,89	0,29	590,50	135,01	61,00	12,71	0,13	0,01	1,50	0,23	2010
			2,01	0,54	0,56	0,10	0,19	0,11	1,15	0,38	844,25	190,07	66,88	17,41	0,14	0,02	1,56	0,22	2011
			2,70	0,23	0,46	0,06	0,17	0,05	0,47	0,12	479,75	49,50	1568,63	871,45	0,18	0,02	1,10	0,07	2007
<i>Garcinia neglecta</i> (Clusiaceae)	1	184	2,40	0,18	0,43	0,11	0,11	0,10	0,39	0,16	483,13	70,21	1436,63	1127,03	0,15	0,03	1,31	0,09	2008
			2,28	0,41	0,36	0,07	0,15	0,08	0,47	0,10	528,00	126,64	746,00	705,85	0,15	0,04	1,33	0,09	2009
			2,12	0,68	0,38	0,06	0,39	0,28	0,38	0,08	448,25	70,67	1141,75	510,69	0,17	0,03	1,18	0,05	2010
			2,02	0,69	0,28	0,09	0,09	0,04	0,48	0,12	374,31	158,72	424,00	326,93	0,19	0,04	1,11	0,24	2011
			1,52	0,55	0,26	0,13	0,18	0,18	0,61	0,15	235,50	23,76	355,88	31,87	0,17	0,12	0,75	0,12	2007
	3	287	1,35	0,21	0,23	0,03	0,10	0,03	0,64	0,16	216,63	29,52	282,13	91,64	0,17	0,05	0,70	0,06	2008
			1,36	0,22	0,20	0,03	0,13	0,06	0,55	0,09	216,63	29,81	322,50	85,98	0,18	0,03	0,64	0,02	2009
			1,63	0,57	0,21	0,06	0,10	0,04	0,50	0,14	234,63	76,15	298,63	173,55	0,20	0,06	0,90	0,13	2011

Species	Plot	Altitude (m)	Ca %		Mg %		Na %		K %		P ppm		Mn ppm		S %		N %		Année
			Mean n=8	Stdev n=8	Mean n=8	St Dev n=8													
<i>Gardenia aubreyi</i> (Rubiaceae)	4	179	1,18	0,13	0,32	0,03	0,49	0,10	1,43	0,28	356,00	21,69	64,88	9,64	0,16	0,01	1,39	0,10	2007
			0,82	0,20	0,53	0,11	0,43	0,12	3,05	0,29	647,63	38,39	417,75	202,32	0,61	0,12	3,11	0,17	2008
			1,19	0,17	0,36	0,05	0,46	0,09	1,20	0,18	338,50	21,70	71,63	14,65	0,18	0,01	1,55	0,08	2009
			1,03	0,11	0,30	0,05	0,35	0,03	0,98	0,09	315,00	33,38	75,13	36,44	0,15	0,01	1,49	0,06	2010
			0,99	0,13	0,34	0,04	0,46	0,11	1,25	0,17	403,63	30,23	96,75	57,92	0,20	0,02	1,31	0,10	2011
<i>Macaranga alchoreoides</i> (Euphorbiaceae)	2	243	1,57	0,18	0,72	0,09	0,48	0,10	0,67	0,10	518,63	60,93	59,13	11,68	0,21	0,02	1,16	0,12	2007
			1,53	0,26	0,57	0,07	0,41	0,06	0,89	0,21	575,38	61,51	48,38	7,27	0,19	0,03	1,29	0,13	2008
			1,71	0,24	0,49	0,12	0,42	0,18	0,69	0,22	471,38	50,41	112,00	45,98	0,20	0,04	1,38	0,06	2009
			1,42	0,29	0,61	0,09	0,44	0,10	0,77	0,20	499,25	87,94	56,25	16,77	0,20	0,03	1,48	0,18	2010
			1,38	0,23	0,57	0,08	0,32	0,09	0,62	0,15	570,88	60,32	56,38	26,75	0,19	0,03	1,42	0,11	2011
<i>Meryta coriacea</i> (Araliaceae)	4	179	1,19	0,19	0,27	0,03	0,78	0,11	1,13	0,15	380,38	63,32	303,50	54,00	0,12	0,01	0,90	0,09	2007
			1,40	0,24	0,29	0,09	0,71	0,12	0,88	0,27	391,88	35,81	342,88	139,30	0,13	0,03	1,07	0,14	2008
			1,25	0,19	0,25	0,04	0,79	0,14	1,27	0,33	394,50	53,32	268,75	78,09	0,13	0,03	1,27	0,07	2009
			1,10	0,15	0,27	0,08	0,67	0,09	0,92	0,33	339,00	30,97	353,00	135,21	0,16	0,06	1,38	0,06	2010
			1,26	0,22	0,29	0,11	0,70	0,22	1,22	0,44	439,75	66,53	280,88	79,07	0,16	0,03	1,06	0,06	2011
	1	184	1,19	0,50	0,39	0,14	0,94	0,12	0,73	0,17	415,00	36,00	378,25	229,09	0,16	0,05	0,87	0,06	2007
			0,98	0,26	0,38	0,13	0,90	0,11	0,93	0,25	408,38	55,11	296,25	212,30	0,12	0,05	1,07	0,15	2008
			1,05	0,22	0,37	0,06	0,85	0,14	0,79	0,28	353,88	41,62	279,13	162,35	0,15	0,05	1,01	0,08	2009
			1,49	0,59	0,28	0,05	0,83	0,09	0,51	0,14	324,13	40,81	522,88	174,90	0,16	0,04	1,09	0,11	2010
			1,13	0,30	0,39	0,11	0,91	0,17	0,61	0,19	366,25	28,17	314,38	180,43	0,21	0,03	1,03	0,08	2011
	2	243	0,88	0,10	0,51	0,08	0,92	0,10	0,90	0,20	421,75	58,88	93,00	34,76	0,17	0,05	0,83	0,07	2007
			0,92	0,27	0,48	0,10	0,70	0,12	1,04	0,28	392,00	47,69	132,00	103,89	0,14	0,05	0,92	0,09	2008
			0,98	0,11	0,47	0,10	0,71	0,08	0,67	0,36	388,88	58,35	98,50	15,92	0,18	0,05	1,05	0,10	2009
			0,78	0,26	0,45	0,07	0,53	0,19	1,28	0,36	547,50	129,54	93,63	69,18	0,12	0,03	1,20	0,14	2010
			0,84	0,12	0,51	0,12	0,81	0,18	0,74	0,41	434,88	85,40	93,63	33,95	0,20	0,07	1,09	0,10	2011
3	287	2,41	0,55	0,30	0,13	0,95	0,18	0,63	0,15	207,88	23,76	110,00	31,87	0,25	0,12	0,64	0,12	2007	
		3,03	0,76	0,34	0,14	0,70	0,21	0,47	0,17	217,25	30,34	124,75	30,14	0,23	0,06	0,63	0,05	2008	
		2,82	0,36	0,32	0,10	0,68	0,18	0,52	0,12	192,25	23,57	111,00	27,03	0,25	0,08	0,61	0,05	2009	
		2,45	0,85	0,32	0,14	0,73	0,17	0,63	0,43	244,88	104,74	129,50	58,33	0,23	0,11	0,80	0,08	2011	
		0,88	0,13	0,60	0,03	0,52	0,10	3,45	0,28	684,75	21,69	543,38	9,64	0,76	0,01	2,91	0,10	2007	
<i>Pagiantha cerifera</i> (Apocynaceae)	4	179	1,02	0,12	0,28	0,03	0,29	0,08	1,40	0,21	341,50	22,58	58,63	9,24	0,11	0,04	1,32	0,10	2008
			0,94	0,16	0,53	0,08	0,49	0,09	3,25	0,61	650,88	62,23	537,50	184,60	0,83	0,08	3,38	0,21	2009
			0,86	0,17	0,51	0,10	0,41	0,12	2,25	0,25	655,50	112,26	593,38	231,89	0,83	0,12	3,14	0,21	2010
			0,91	0,20	0,60	0,12	0,66	0,23	2,68	0,65	689,38	114,38	727,50	592,86	0,85	0,13	2,95	0,34	2011
			1,10	0,09	0,17	0,02	0,12	0,06	1,38	0,17	296,88	18,06	194,88	63,31	0,09	0,01	0,77	0,05	2007
<i>Pandanus sp.</i> (Pandanaeae)	4	179	1,18	0,27	0,19	0,02	0,12	0,07	0,98	0,32	283,25	36,41	225,00	87,56	0,09	0,01	0,78	0,08	2008
			1,08	0,27	0,19	0,05	0,15	0,06	1,08	0,22	302,75	26,62	256,75	90,60	0,12	0,02	1,05	0,05	2009
			0,96	0,19	0,19	0,03	0,11	0,05	0,97	0,21	288,13	34,83	189,75	87,93	0,12	0,05	1,13	0,08	2010
			1,17	0,16	0,24	0,05	0,09	0,02	0,90	0,20	347,50	51,43	330,13	128,02	0,13	0,01	0,88	0,07	2011
			0,91	0,16	0,21	0,03	0,60	0,27	1,17	0,18	381,00	17,70	324,25	159,18	0,15	0,05	0,81	0,06	2007
	1	184	0,99	0,24	0,19	0,03	0,37	0,32	1,12	0,50	326,50	48,55	320,38	194,66	0,10	0,03	0,79	0,08	2008
			0,98	0,18	0,21	0,02	0,53	0,02	0,99	0,09	345,88	60,80	283,00	281,70	0,13	0,03	1,04	0,11	2009
			0,94	0,16	0,18	0,03	0,48	0,28	0,92	0,30	332,63	39,32	325,38	260,02	0,14	0,04	1,11	0,11	2010
			0,96	0,27	0,20	0,05	0,41	0,37	1,07	0,27	326,88	30,48	179,13	111,96	0,14	0,03	0,85	0,08	2011
			1,10	0,20	0,23	0,07	0,60	0,20	1,23	0,38	404,88	40,58	56,13	19,83	0,16	0,02	0,81	0,09	2007
	2	243	1,12	0,24	0,23	0,05	0,41	0,23	1,39	0,23	411,13	72,78	48,75	24,15	0,14	0,02	0,90	0,11	2008
			0,98	0,16	0,23	0,07	0,51	0,18	1,41	0,30	393,38	65,74	65,63	31,28	0,14	0,01	0,86	0,06	2009
			1,03	0,22	0,21	0,06	0,48	0,27	1,15	0,24	384,50	36,47	46,38	7,42	0,15	0,04	1,07	0,12	2010
			1,09	0,31	0,22	0,06	0,38	0,19	1,09	0,49	440,38	62,71	52,63	16,93	0,16	0,04	1,04	0,13	2011
			1,09	0,27	0,13	0,02	0,09	0,04	1,20	0,11	211,63	20,93	69,50	9,26	0,16	0,02	0,64	0,05	2007
3	287	1,37	0,35	0,14	0,05	0,09	0,05	1,00	0,34	219,63	31,91	86,00	12,05	0,18	0,05	0,72	0,08	2008	
		1,24	0,25	0,14	0,05	0,11	0,04	1,02	0,12	235,88	26,31	108,00	27,01	0,20	0,09	0,73	0,07	2009	
		1,24	0,42	0,16	0,04	0,06	0,06	1,08	0,62	197,25	73,00	90,38	44,05	0,13	0,07	0,85	0,10	2011	
		2,27	0,26	0,48	0,07	0,68	0,10	0,72	0,21	348,63	29,90	89,63	22,10	0,11	0,01	1,12	0,08	2007	
		2,27	0,46	0,26	0,04	0,32	0,07	1,00	0,15	353,75	36,88	73,38	20,53	0,10	0,01	1,25	0,06	2008	
<i>Sparattosyce dioica</i> (Moraceae)	3	287	2,20	0,46	0,31	0,08	0,38	0,08	1,18	0,16	342,13	34,20	101,50	24,12	0,11	0,01	1,18	0,08	2009
			1,95	0,32	0,37	0,09	0,34	0,12	0,90	0,23	370,13	30,95	121,25	46,96	0,12	0,02	1,44	0,10	2011
			1,21	0,15	0,43	0,06	0,39	0,08	0,82	0,19	566,75	36,21	36,75	11,84	0,16	0,02	1,21	0,09	2007
			1,27	0,15	0,38	0,04	0,29	0,05	0,76	0,18	507,63	27,22	87,00	77,77	0,17	0,05	1,39	0,06	2008
			1,09	0,11	0,40	0,05	0,32	0,04	0,80	0,08	615,75	22,55	32,38	6,16	0,16	0,02	1,58	0,07	2009
<i>Xylopia sp. cf veillardii</i> (Annonaceae)	2	243	1,08	0,12	0,40	0,03	0,38	0,08	0,75	0,11	578,75	32,25	32,38	7,69	0,16	0,02	1,63	0,07	2010
			1,00	0,11	0,37	0,06	0,23	0,07	0,80	0,11	649,88	77,79	30,00	5,88	0,16	0,01	1,57	0,18	2011

Tableau 8 : Teneur foliaire des espèces communes - Forêt-Nord (2007-2011)

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

- Toutes les espèces possèdent des teneurs en Calcium (Ca) supérieures aux concentrations de Magnésium (Mg).
- La plupart des espèces qui se trouvent sur les parcelles du bas (1 et 4) ont des teneurs en Manganèse (Mn) plus élevées que sur les parcelles du haut (2 & 3).
- *Pagiantha cerifera* sur la parcelle 4 contient la plus forte teneur foliaire en Azote (N) et Potasse (K) avec respectivement 2,95% et 2,68%.

- *Dysoxylum canalienses* sur la Parcelle 3 contient les plus fortes teneurs en Soufre (S) et Calcium (Ca) par rapport aux autres espèces

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

Espèce	Parcelle	Altitude (m)	Ca %		Mg %		Na %		K %		P (ppm)		Mn (ppm)		S %		N %		Année			
			Moyenne n=8	Ecartype n=8	Moyenne n=8	Ecartype n=8	Moyenne n=8	Ecartype n=8	Moyenne n=8	Ecartype n=8	Moyenne n=8	Ecartype n=8	Moyenne n=8	Ecartype n=8	Moyenne n=8	Ecartype n=8	Moyenne n=8	Ecartype n=8				
<i>Cleidion sp.</i>	2	250	2,11	0,40	0,40	0,10	0,28	0,07	0,46	0,13	239,50	21,88	53,63	24,64	0,29	0,06	0,84	0,07	2007			
	3	330	1,85	0,39	0,42	0,11	0,74	0,15	0,44	0,16	198,63	25,63	111,75	35,49	0,17	0,02	0,70	0,08				
	4	315	2,36	0,15	0,39	0,04	0,32	0,04	0,33	0,05	216,38	11,78	45,00	19,41	0,18	0,02	0,82	0,07				
	<i>Cleidion sp.</i>	2	250	2,12	0,27	0,43	0,06	0,29	0,07	0,31	0,11	204,50	23,56	54,38	23,75	0,24	0,05	0,84	0,06	2008		
		3	330	2,55	0,21	0,35	0,07	0,26	0,04	0,32	0,07	225,25	22,33	70,88	17,32	0,33	0,03	0,87	0,06			
		4	315	2,62	0,28	0,40	0,08	0,32	0,09	0,26	0,09	206,88	13,31	60,00	52,76	0,26	0,04	0,80	0,07			
		<i>Cleidion sp.</i>	2	250	2,27	0,38	0,34	0,06	0,27	0,05	0,58	0,15	223,13	18,88	68,63	25,07	0,24	0,06	1,13	0,06	2009	
			3	330	2,69	0,47	0,29	0,08	0,30	0,05	0,46	0,11	231,50	28,68	86,50	39,48	0,22	0,02	1,14	0,13		
			4	315	2,82	0,40	0,35	0,04	0,33	0,07	0,38	0,07	201,63	13,14	59,50	53,49	0,22	0,03	0,69	0,07		
			<i>Cleidion sp.</i>	2	250	1,99	0,34	0,38	0,05	0,27	0,04	0,35	0,07	206,38	25,47	92,00	79,77	0,25	0,04	0,98	0,09	2010
				3	330	2,52	0,45	0,31	0,09	0,25	0,05	0,45	0,16	221,13	21,58	88,13	25,38	0,21	0,06	0,92	0,10	
				4	315	2,06	0,55	0,37	0,05	0,30	0,07	0,43	0,27	209,63	29,90	58,25	31,49	0,20	0,04	1,03	0,07	
<i>Cleidion sp.</i>				2	250	2,17	0,36	0,41	0,09	0,22	0,06	0,62	0,26	221,13	16,81	92,13	57,46	0,23	0,02	0,82	0,06	2011
				3	330	2,41	0,29	0,36	0,05	0,27	0,04	0,46	0,11	205,25	14,17	59,75	43,37	0,23	0,06	0,86	0,08	
				4	315	2,55	0,27	0,35	0,07	0,25	0,06	0,54	0,18	259,50	27,95	94,13	47,05	0,20	0,04	0,87	0,11	
	<i>Cordia jaffrei</i>			1	240	0,75	0,24	0,38	0,06	0,19	0,07	0,32	0,11	217,00	37,39	835,63	478,65	0,19	0,02	0,71	0,11	2007
				1	240	0,77	0,28	0,31	0,06	0,14	0,05	0,38	0,19	241,25	33,80	769,63	432,56	0,12	0,03	0,81	0,06	2008
				1	240	0,59	0,26	0,32	0,14	0,16	0,07	0,32	0,14	213,13	76,58	625,00	474,36	0,14	0,05	0,83	0,09	2009
		1		240	0,77	0,30	0,25	0,03	0,17	0,03	0,44	0,15	248,38	36,21	656,75	348,60	0,17	0,04	0,96	0,06	2010	
		1		240	0,69	0,14	0,27	0,04	0,13	0,06	0,52	0,10	285,00	28,63	1283,63	562,23	0,18	0,03	0,77	0,07	2011	
	<i>Cryptocarya sp.</i>	2		250	0,46	0,08	0,09	0,04	0,06	0,03	0,51	0,08	320,13	36,68	878,88	360,19	0,19	0,06	1,01	0,10	2007	
		2	250	0,54	0,08	0,09	0,02	0,05	0,03	0,42	0,06	284,50	20,70	1312,75	402,11	0,19	0,03	1,02	0,05	2008		
		2	250	0,62	0,20	0,07	0,01	0,06	0,01	0,52	0,12	374,38	53,07	1876,50	913,79	0,24	0,03	1,33	0,11	2009		
		2	250	0,76	0,36	0,09	0,06	0,04	0,01	0,49	0,12	334,75	46,89	1590,38	588,46	0,25	0,06	1,30	0,15	2010		
2		250	0,62	0,36	0,09	0,02	0,04	0,01	0,60	0,10	304,50	39,59	2155,75	1062,75	0,25	0,05	0,94	0,05	2011			
<i>Gardenia aubreyii</i>	1	240	1,07	0,21	0,33	0,06	0,53	0,08	0,91	0,18	280,50	26,10	45,75	10,66	0,19	0,03	1,15	0,09	2007			
	2	250	1,06	0,23	0,40	0,08	0,46	0,05	1,00	0,14	288,50	30,68	83,38	67,56	0,15	0,02	1,12	0,08				
	3	330	2,45	0,19	0,35	0,07	0,26	0,03	0,36	0,06	219,50	13,70	83,00	22,61	0,22	0,03	0,81	0,06				
	4	315	1,04	0,07	0,39	0,03	0,51	0,08	0,93	0,18	274,75	43,15	27,50	11,20	0,11	0,03	1,04	0,07				
	<i>Gardenia aubreyii</i>	1	240	0,93	0,17	0,34	0,07	0,52	0,05	0,95	0,22	280,75	24,56	60,13	29,86	0,18	0,05	1,15	0,09	2008		
		2	250	0,96	0,14	0,36	0,07	0,44	0,05	0,78	0,14	241,50	14,19	50,38	22,90	0,12	0,04	1,06	0,05			
		3	330	0,98	0,07	0,34	0,04	0,44	0,10	1,10	0,20	294,25	27,08	35,00	13,52	0,16	0,02	1,15	0,10			
		4	315	1,00	0,20	0,37	0,03	0,47	0,09	0,98	0,17	255,50	27,12	14,25	3,28	0,14	0,01	0,99	0,12			
	<i>Gardenia aubreyii</i>	1	240	1,26	0,22	0,38	0,07	0,43	0,05	0,88	0,11	264,88	22,15	27,38	14,27	0,15	0,01	1,15	0,16	2009		
		2	250	1,28	0,22	0,30	0,05	0,42	0,04	0,85	0,24	268,00	32,38	56,00	17,13	0,17	0,02	1,42	0,13			
		3	330	1,25	0,10	0,37	0,06	0,45	0,09	1,05	0,10	260,75	23,58	29,38	7,74	0,16	0,01	1,56	0,20			
		4	315	0,99	0,11	0,43	0,11	0,55	0,11	0,91	0,11	241,13	0,11	29,38	0,11	0,16	0,11	0,69	0,11			
	<i>Gardenia aubreyii</i>	1	240	1,16	0,18	0,38	0,08	0,36	0,07	0,69	0,21	284,38	30,59	29,50	17,45	0,15	0,02	1,35	0,08	2010		
		2	250	0,89	0,16	0,31	0,07	0,33	0,03	0,87	0,21	266,13	18,83	52,13	18,39	0,14	0,02	1,28	0,13			
		3	330	0,97	0,11	0,30	0,04	0,34	0,05	0,99	0,10	284,25	32,07	31,75	9,00	0,14	0,02	1,31	0,09			
		4	315	1,09	0,56	0,38	0,09	0,33	0,05	0,78	0,30	257,50	33,66	63,25	106,88	0,17	0,04	1,25	0,10			
	<i>Gardenia aubreyii</i>	1	240	0,92	0,10	0,36	0,07	0,35	0,10	1,11	0,18	316,75	36,95	69,63	30,05	0,17	0,02	1,22	0,10	2011		
		2	250	0,99	0,13	0,26	0,03	0,23	0,06	1,41	0,22	311,88	20,41	72,38	23,00	0,17	0,02	1,18	0,07			
		3	330	1,00	0,14	0,42	0,08	0,41	0,08	0,95	0,23	253,38	24,32	27,88	18,29	0,14	0,01	0,99	0,06			
		4	315	1,04	0,17	0,40	0,09	0,39	0,05	0,92	0,23	281,88	34,67	39,75	19,41	0,16	0,02	1,01	0,10			

Espèce	Parcelle	Altitude (m)	Ca %		Mg %		Na %		K %		P (ppm)		Mn (ppm)		S %		N %		Année			
			Moyenne n=8	Ecartype n=8	Moyenne n=8	Ecartype n=8	Moyenne n=8	Ecartype n=8	Moyenne n=8	Ecartype n=8	Moyenne n=8	Ecartype n=8	Moyenne n=8	Ecartype n=8	Moyenne n=8	Ecartype n=8	Moyenne n=8	Ecartype n=8				
Guettarda eximia	1	240	0,34	0,07	0,30	0,06	0,22	0,10	0,88	0,10	282,13	26,22	68,50	39,12	0,13	0,01	1,47	0,11	2007			
	3	330	0,37	0,09	0,23	0,09	0,15	0,09	0,88	0,09	242,00	0,09	46,00	0,09	0,15	0,09	1,42	0,09				
	4	315	0,54	0,12	0,32	0,04	0,17	0,09	0,82	0,08	256,25	19,99	48,75	25,10	0,13	0,05	1,44	0,14				
	Meryta coriacea	1	240	0,35	0,14	0,30	0,09	0,20	0,06	0,87	0,11	302,75	14,46	87,75	57,42	0,15	0,02	1,66	0,05	2008		
		3	330	0,44	0,14	0,25	0,04	0,17	0,04	0,99	0,21	292,13	22,24	48,75	22,97	0,18	0,02	1,69	0,10			
		4	315	0,46	0,15	0,27	0,05	0,15	0,06	1,02	0,20	284,63	15,04	37,50	25,61	0,20	0,04	1,54	0,10			
		Pandanus sp.	1	240	0,63	0,12	0,29	0,06	0,21	0,06	0,97	0,17	320,13	43,55	65,88	48,71	0,15	0,02	2,14	0,17	2009	
			3	330	0,67	0,14	0,25	0,05	0,13	0,04	1,06	0,18	309,63	38,54	39,50	14,01	0,16	0,02	2,27	0,14		
			4	315	0,56	0,20	0,30	0,03	0,23	0,06	0,90	0,11	275,25	31,70	56,00	39,09	0,16	0,01	1,25	0,10		
			Cordia jaffréi et Cryptocarya sp.	1	240	0,48	0,14	0,29	0,09	0,11	0,05	0,76	0,13	303,63	42,03	25,50	7,76	0,13	0,01	1,86	0,13	2010
				3	330	0,46	0,12	0,24	0,08	0,11	0,05	0,91	0,27	298,13	47,52	41,00	28,76	0,15	0,03	1,68	0,08	
				4	315	0,42	0,11	0,29	0,07	0,14	0,07	0,86	0,16	305,25	24,32	92,38	67,48	0,17	0,02	1,78	0,10	
Meryta coriacea				1	240	0,39	0,16	0,30	0,07	0,16	0,05	0,78	0,16	287,00	57,51	60,00	54,11	0,14	0,02	1,53	0,11	2011
				3	330	0,45	0,13	0,28	0,05	0,15	0,07	0,98	0,17	277,38	37,53	191,50	201,46	0,15	0,02	1,50	0,09	
				4	315	0,60	0,16	0,25	0,04	0,15	0,05	0,99	0,18	310,38	44,82	53,75	27,48	0,15	0,02	1,56	0,11	
	Meryta coriacea			1	240	1,77	0,47	0,36	0,11	0,77	0,06	0,46	0,10	186,13	16,37	242,63	161,97	0,23	0,10	0,65	0,05	2007
				2	250	1,97	0,42	0,36	0,42	0,73	0,42	0,43	0,42	186,75	0,42	195,25	0,42	0,22	0,42	0,66	0,42	
				3	330	1,03	0,09	0,36	0,09	0,42	0,09	0,99	0,09	263,13	0,09	30,13	0,09	0,15	0,09	1,08	0,09	
		Meryta coriacea		1	240	1,65	0,66	0,40	0,14	0,79	0,24	0,38	0,13	173,50	16,38	155,00	113,12	0,18	0,05	0,70	0,08	2008
				2	250	1,70	0,51	0,42	0,11	0,54	0,15	0,40	0,20	176,63	22,17	108,75	68,03	0,17	0,04	0,69	0,05	
				3	330	2,35	0,49	0,41	0,14	0,60	0,14	0,35	0,08	201,75	13,29	127,88	46,54	0,22	0,06	0,73	0,05	
			Meryta coriacea	1	240	1,75	0,20	0,43	0,09	0,85	0,13	0,52	0,17	187,38	22,02	74,63	29,57	0,23	0,05	0,69	0,12	2009
				2	250	1,97	0,50	0,41	0,16	0,65	0,07	0,60	0,19	196,00	20,25	155,25	148,75	0,21	0,08	0,74	0,09	
				3	330	2,00	0,51	0,43	0,12	0,54	0,12	0,54	0,24	167,63	18,45	186,13	110,27	0,20	0,07	0,78	0,11	
Meryta coriacea				1	240	2,13	0,48	0,39	0,06	0,70	0,19	0,48	0,15	172,88	13,21	117,75	32,86	0,17	0,06	0,83	0,08	2010
				2	250	1,81	0,26	0,43	0,09	0,82	0,09	0,64	0,19	180,13	10,43	69,25	19,34	0,18	0,03	0,56	0,08	
				3	330	1,26	0,73	0,40	0,12	0,71	0,16	0,53	0,17	235,50	32,10	137,50	82,29	0,13	0,04	1,08	0,14	
	Meryta coriacea			1	240	1,71	0,37	0,32	0,12	0,73	0,09	0,42	0,19	187,75	21,82	151,38	111,52	0,21	0,05	0,87	0,07	2011
				2	250	1,98	0,39	0,38	0,12	0,67	0,13	0,41	0,13	207,00	29,02	136,88	61,82	0,15	0,04	0,80	0,04	
				3	330	1,50	0,44	0,46	0,08	0,65	0,10	0,50	0,13	195,38	19,99	65,13	13,34	0,15	0,03	0,92	0,08	
		Meryta coriacea		1	240	1,99	0,39	0,45	0,12	0,67	0,15	0,47	0,14	199,63	27,13	165,38	92,67	0,18	0,07	0,68	0,06	2007
				2	250	1,63	0,50	0,43	0,08	0,62	0,11	0,63	0,20	205,13	18,10	114,25	46,90	0,17	0,02	0,69	0,05	
				3	330	1,79	0,33	0,42	0,05	0,65	0,10	0,61	0,22	189,88	21,91	80,75	42,43	0,16	0,04	0,70	0,07	
			Meryta coriacea	1	240	1,96	0,59	0,42	0,09	0,60	0,16	0,51	0,29	192,00	30,53	138,00	55,56	0,18	0,05	0,59	0,08	2008
				2	250	0,75	0,17	0,14	0,05	0,19	0,13	0,98	0,25	198,50	15,33	287,75	235,34	0,12	0,03	0,65	0,06	
				3	330	0,98	0,24	0,19	0,04	0,11	0,12	1,02	0,37	192,88	38,51	168,75	112,41	0,12	0,01	0,64	0,08	
Meryta coriacea				1	240	0,91	0,10	0,17	0,04	0,04	0,01	1,18	0,15	226,75	47,30	99,38	40,29	0,11	0,01	0,73	0,10	2009
				2	250	1,05	0,12	0,18	0,02	0,10	0,03	0,85	0,22	190,25	19,06	113,50	78,05	0,10	0,02	0,61	0,08	
				3	330	1,00	0,39	0,15	0,05	0,20	0,10	0,85	0,42	215,25	64,03	295,38	166,86	0,11	0,03	0,76	0,07	
	Meryta coriacea			1	240	1,01	0,14	0,15	0,05	0,20	0,13	0,90	0,29	208,75	44,74	277,50	211,74	0,14	0,03	0,74	0,10	2010
				2	250	0,97	0,14	0,14	0,03	0,06	0,05	1,16	0,18	205,00	16,19	99,88	43,33	0,12	0,02	0,75	0,08	
				3	330	1,08	0,11	0,16	0,04	0,09	0,04	0,92	0,14	206,88	17,72	121,50	86,72	0,14	0,03	0,81	0,07	
		Meryta coriacea		1	240	1,26	0,28	0,16	0,03	0,24	0,12	0,88	0,37	220,25	31,03	318,38	164,85	0,16	0,03	0,81	0,11	2011
				2	250	1,07	0,20	0,15	0,03	0,24	0,14	1,14	0,17	187,75	21,09	370,75	250,12	0,13	0,02	0,91	0,12	
				3	330	1,31	0,23	0,17	0,04	0,08	0,02	1,02	0,22	222,13	23,14	131,38	55,86	0,13	0,02	0,97	0,09	
			Meryta coriacea	1	240	1,16	0,06	0,16	0,03	0,12	0,03	0,88	0,10	193,88	25,84	217,25	256,59	0,13	0,02	0,57	0,09	2010
				2	250	0,82	0,21	0,14	0,03	0,16	0,10	0,86	0,24	254,00	9,13	628,00	297,03	0,17	0,03	0,97	0,05	
				3	330	0,96	0,13	0,16	0,02	0,16	0,15	1,05	0,22	250,25	44,04	325,75	262,90	0,14	0,02	1,00	0,08	
Meryta coriacea				1	240	0,94	0,12	0,18	0,03	0,06	0,06	1,01	0,14	240,25	18,70	200,63	173,23	0,12	0,01	1,03	0,07	2011
				2	250	1,16	0,10	0,16	0,03	0,10	0,08	0,71	0,27	184,13	24,39	54,38	25,04	0,13	0,03	0,78	0,11	
				3	330	1,19	0,28	0,20	0,03	0,11	0,04	0,85	0,36	282,63	48,06	256,75	118,36	0,13	0,03	0,75	0,07	
	Meryta coriacea			1	240	0,97	0,23	0,16	0,04	0,16	0,11	1,01	0,13	204,50	25,88	419,63	274,73	0,13	0,03	0,67	0,10	2007
				2	250	1,14	0,21	0,16	0,03	0,08	0,04	0,93	0,21	195,38	21,96	181,75	243,29	0,12	0,02	0,66	0,05	
				3	330	1,01	0,15	0,17	0,05	0,04	0,02	0,90	0,16	246,63	24,49	162,25	137,87	0,12	0,01	0,74	0,07	

Tableau 9 : Teneur foliaire des espèces communes - Pic du Grand Kaori (2007-2011)

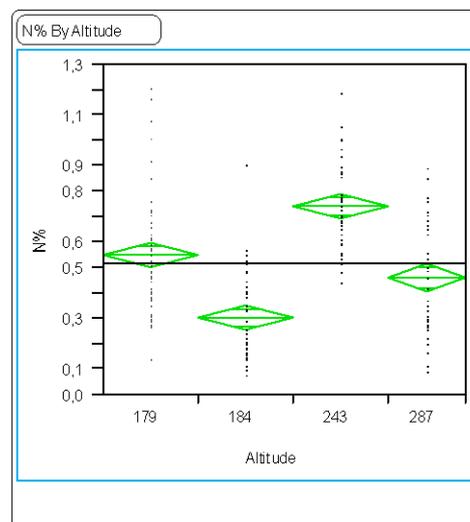
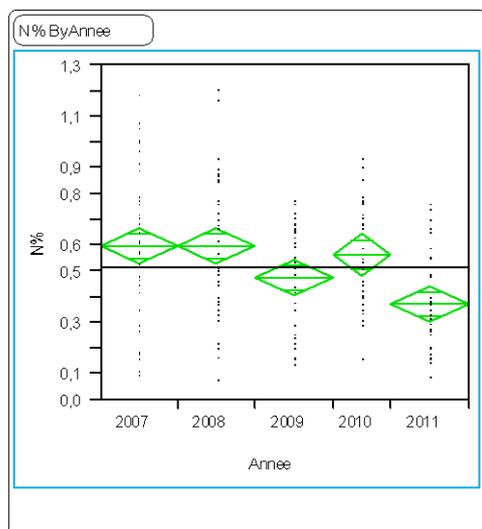
L'analyse foliaire des espèces communes des parcelles du Pic du Grand Kaori montrent plusieurs tendances :

- Toutes les espèces possèdent des teneurs en Calcium (Ca) supérieures aux concentrations de Magnésium (Mg).
- *Cordia jaffréi* et *Cryptocarya* sp. sur les parcelles 1 et 2 respectivement ont des teneurs plus élevées en Manganèse (Mn) que les autres espèces sur les mêmes parcelles.

- *Guettarda eximia* contient la plus forte teneur foliaire en Azote (N) avec entre 1.42% et 2.27%
- *Meryta coriacea* contient les plus fortes teneurs en Soufre (S) et Calcium (Ca), avec respectivement entre 0.17% et 0.23% S et 1.02% et 2% de Ca.

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

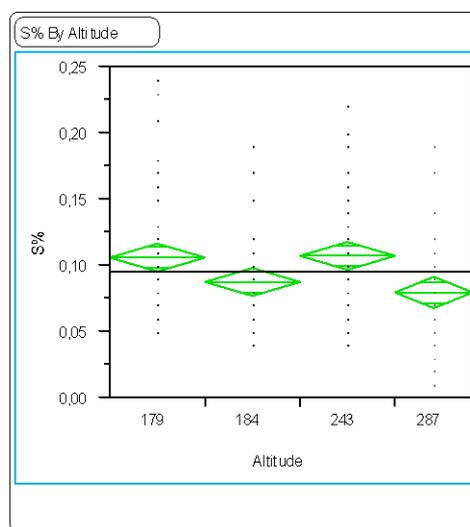
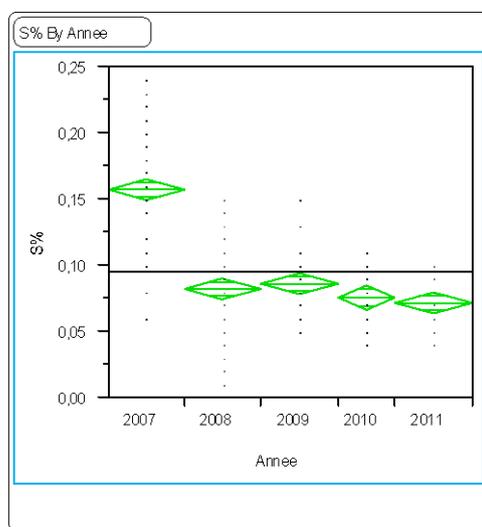
ANOVA des teneurs en Azote total (N- %) et Soufre total (S -%) dans le sol de Forêt-Nord



r^2	0,12	n	190	F-ratio	6,66	F prob	<0,0001
-------	------	---	-----	---------	------	--------	---------

r^2	0,41	n	190	F-ratio	44,11	F prob	<0,0001
-------	------	---	-----	---------	-------	--------	---------

Figure 9 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des sols - Forêt-Nord selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)



r^2	0,57	n	190	F-ratio	62,67	F prob	<0,0001
-------	------	---	-----	---------	-------	--------	---------

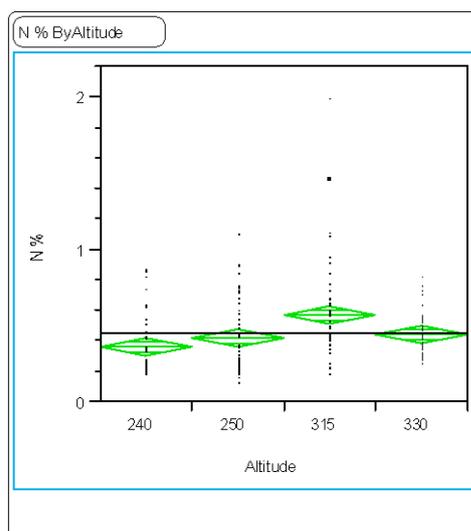
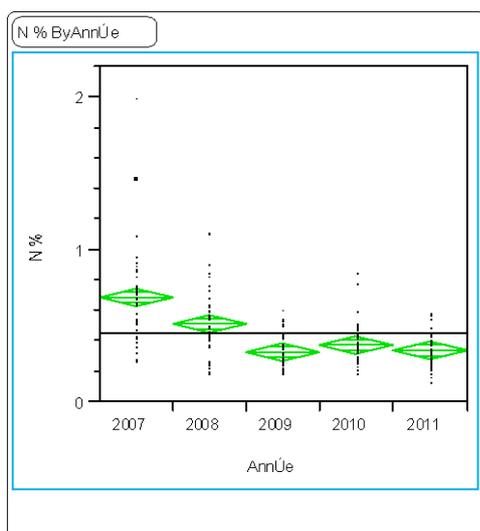
r^2	0,07	n	190	F-ratio	4,97	F prob	0,002
-------	------	---	-----	---------	------	--------	-------

Figure 10 : 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 2011 montre plusieurs tendances :

- Les teneurs en S, montrent une diminution significative de 2007 à 2011.
- Les teneurs en N et S varient de manière significative entre les parcelles se trouvant à des altitudes différentes.

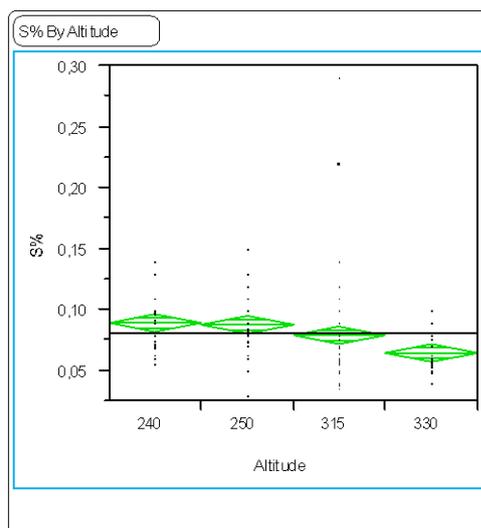
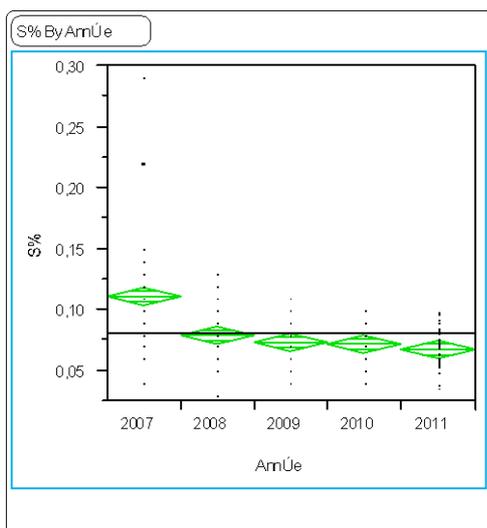
ANOVA des teneurs en Azote total (N-%) et Soufre total (S-%) dans les sols des parcelles du Pic du Grand Kaori



r^2	0,324	n	200	F-ratio	23,4	F prob	<0,0001
-------	-------	---	-----	---------	------	--------	---------

r^2	0,093	n	200	F-ratio	6,71	F prob	0,0002
-------	-------	---	-----	---------	------	--------	--------

Figure 11 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des sols - Pic du Grand Kaori selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)



r^2	0,285	n	200	F-ratio	19,44	F prob	<0,0001
-------	-------	---	-----	---------	-------	--------	---------

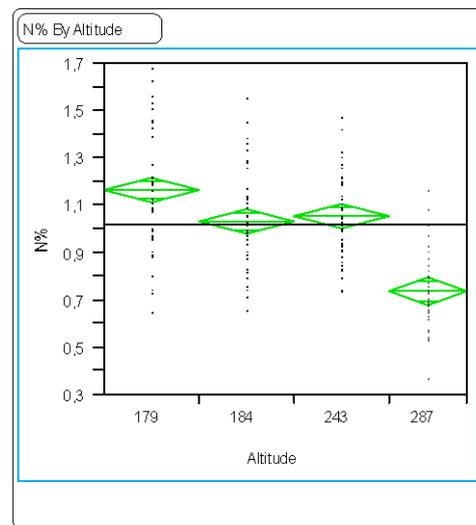
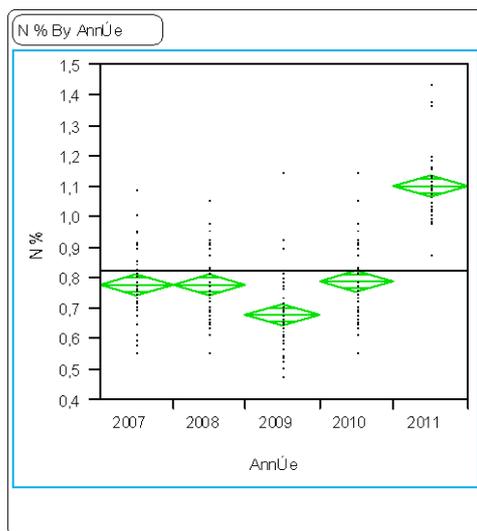
r^2	0,106	n	200	F-ratio	7,08	F prob	<0,0001
-------	-------	---	-----	---------	------	--------	---------

Figure 12 : 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 2007 à 2011 montre plusieurs tendances :

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

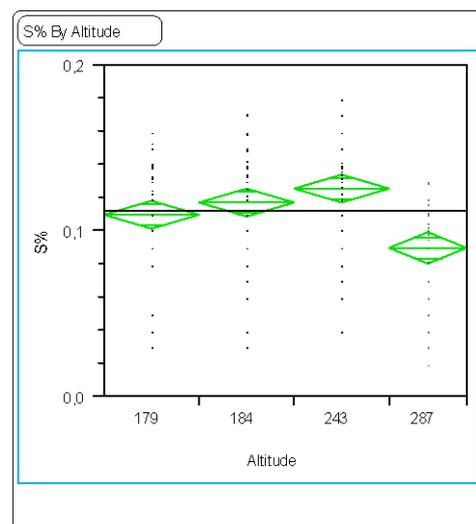
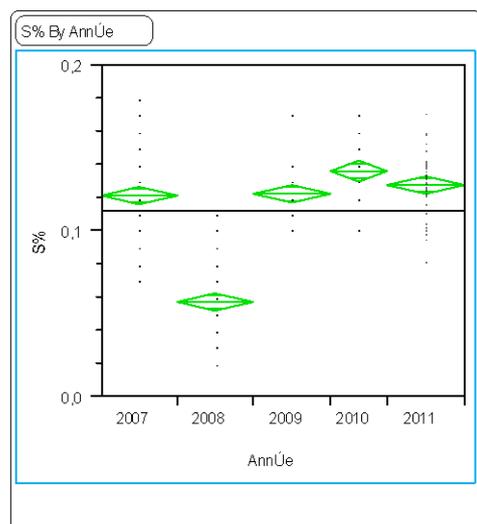
ANOVA des teneurs en Azote total (N- %) et Soufre total (S -%) dans la litière des parcelles de Forêt Nord



r^2 0,47 n 190 F-ratio 49,14 F prob <0,0001

r^2 0,35 n 190 F-ratio 34,58 F prob <0,0001

Figure 13 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des litières - Forêt-Nord selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)



r^2 0,67 n 190 F-ratio 96,14 F prob <0,0001

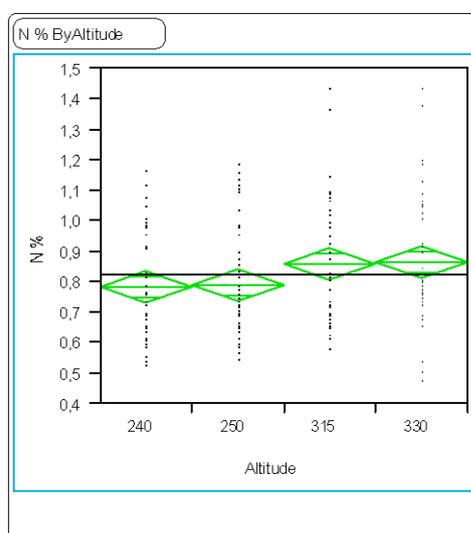
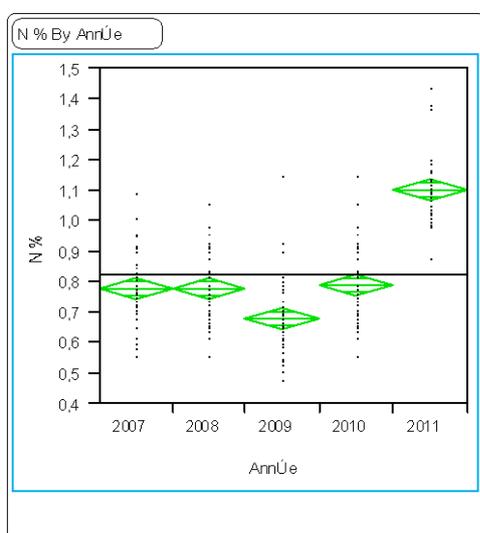
r^2 0,12 n 190 F-ratio 9,07 F prob <0,0001

Figure 14 : 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 2011 montre plusieurs tendances :

- La teneur en N montre une augmentation significative de 2007 à 2011 et une diminution en 2011 qui pourrait suggérer des variation cycliques.
- Les teneurs en S varient de façon significative entre 2007 et 2011. 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.

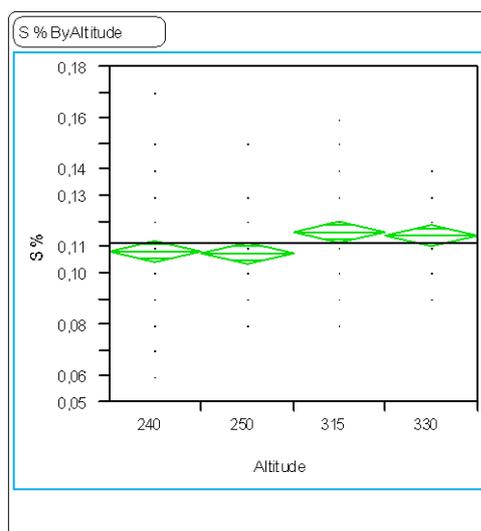
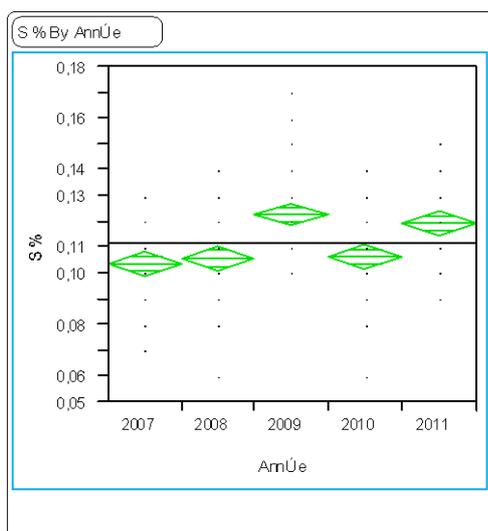
ANOVA des teneurs en Azote total (N- %) et Soufre total (S -%) dans la litière des parcelles du Pic du Grand Kaori



r^2	0,575	n	200	F-ratio	66,05	F prob	<0,0001
-------	-------	---	-----	---------	-------	--------	---------

r^2	0,038	n	200	F-ratio	2,62	F prob	0,0519
-------	-------	---	-----	---------	------	--------	--------

Figure 15 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des litières - Pic du Grand Kaori selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)



r^2	0,207	n	200	F-ratio	12,73	F prob	<0,0001
-------	-------	---	-----	---------	-------	--------	---------

r^2	0,044	n	200	F-ratio	3,06	F prob	0,0292
-------	-------	---	-----	---------	------	--------	--------

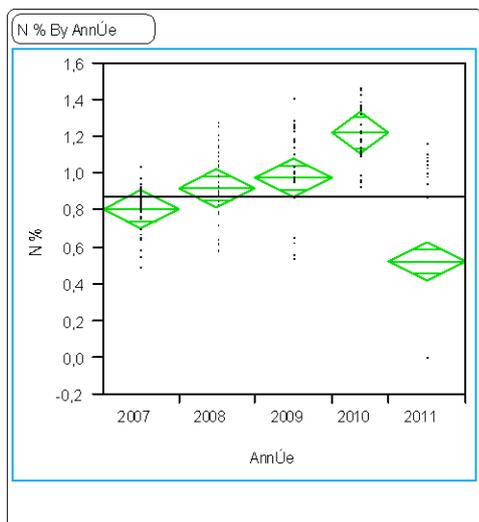
Figure 16 : ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des litières - Pic du Grand Kaori selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)

L'analyse de variance effectuée sur la composition chimique des litières du Pic du Grand Kaori prélevées sur les parcelles permanentes de 2007 à 2011 montre plusieurs tendances :

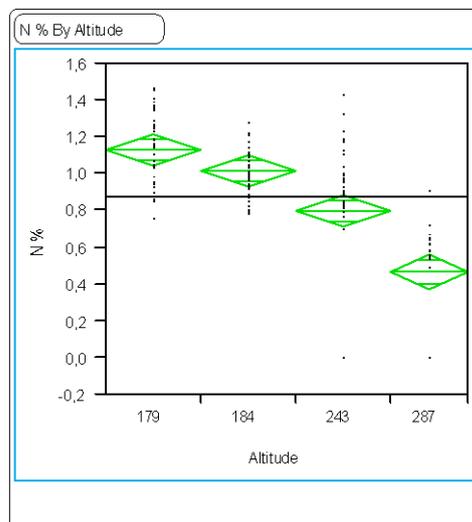
- Les teneurs en N montrent une augmentation significative de 2007 à 2011.
- Les teneurs en S varient aussi entre 2007 et 2011 mais de manière aléatoire.
- Les teneurs en N varient de manière significative entre les parcelles selon l'altitude.

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

***Meryta coriacea* (Araliaceae)**

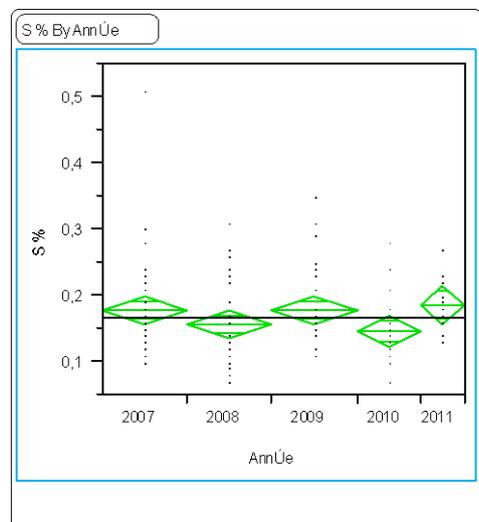


r^2	0,35	n	152	F-ratio	20,46	F prob	<0,0001
-------	------	---	-----	---------	-------	--------	---------

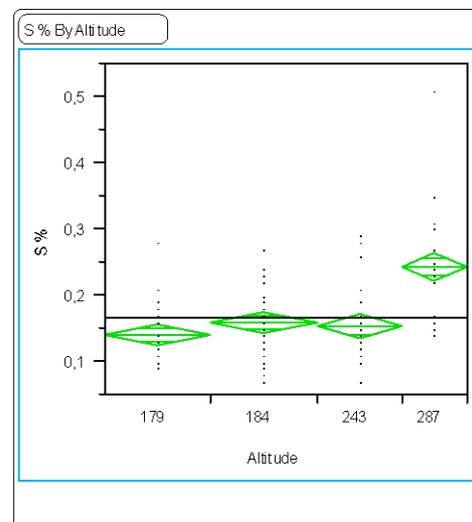


r^2	0,85	n	120	F-ratio	11,41	Prob>F	<0,0001
-------	------	---	-----	---------	-------	--------	---------

Figure 17 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de *Meryta coriacea* (Araliaceae) - Forêt-Nord selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)



r^2	0,04	n	136	F-ratio	1,63	F prob	0,16
-------	------	---	-----	---------	------	--------	------



r^2	0,36	n	136	F-ratio	19,37	F prob	<0,0001
-------	------	---	-----	---------	-------	--------	---------

Figure 18 : ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des feuilles de *Meryta coriacea* (Araliaceae) - Forêt-Nord selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)

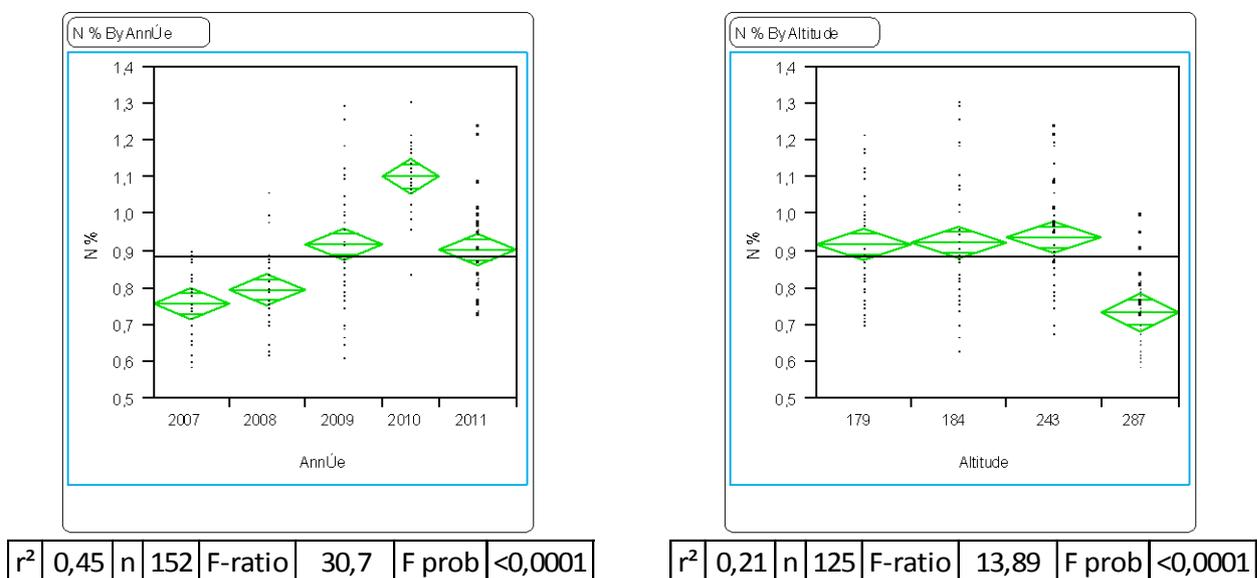
Pandanus sp. (Pandanaeae)


Figure 19 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de *Pandanus sp. (Pandanaeae)* - Forêt-Nord selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)

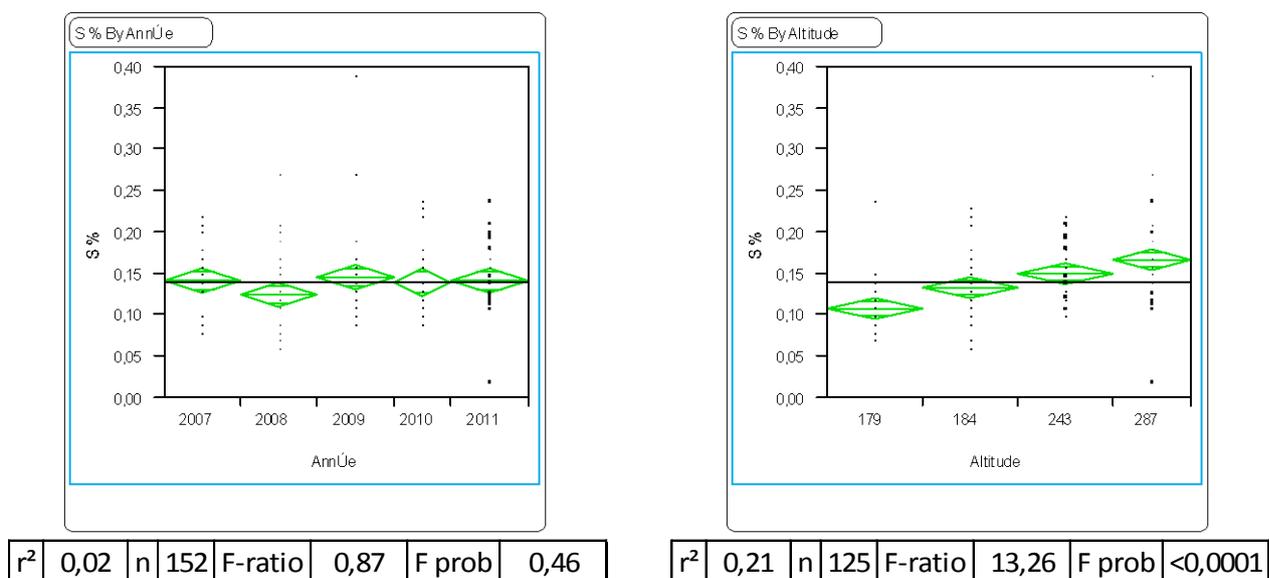
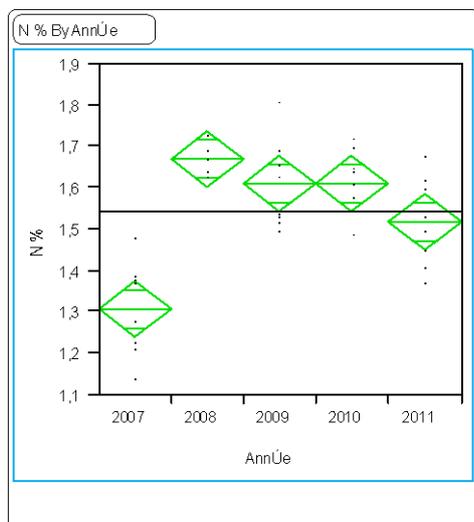
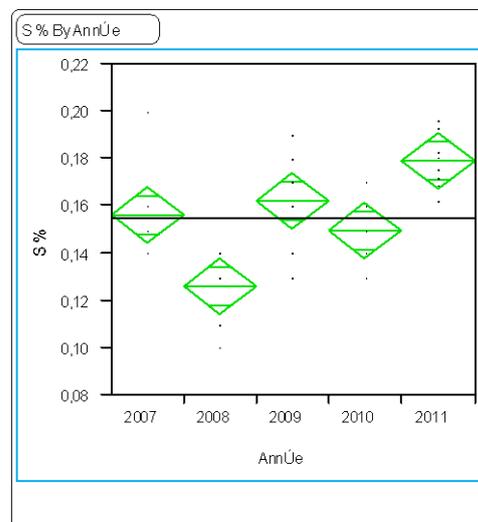


Figure 20 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de *Pandanus sp. (Pandanaeae)* - Forêt-Nord selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)

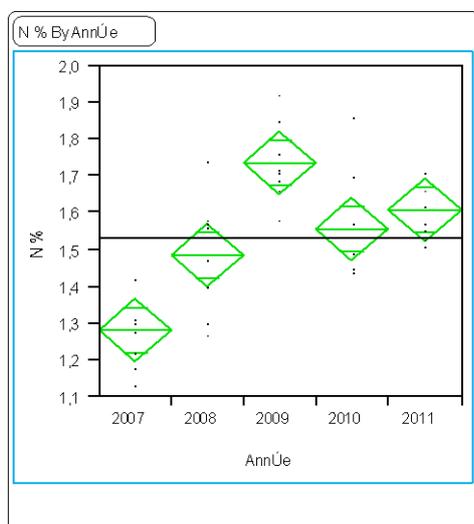
***Cleistanthus stipitatus* (Euphorbiaceae) Parcelle FN1**


r^2	0,67	n	40	F-ratio	17,87	F prob	<0,0001
-------	------	---	----	---------	-------	--------	---------

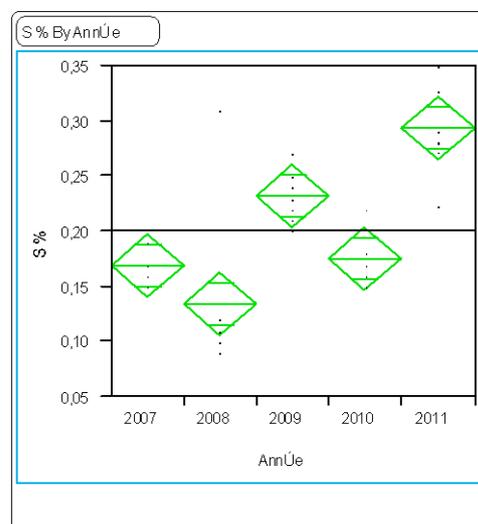


r^2	0,539	n	40	F-ratio	10,25	F prob	<0,0001
-------	-------	---	----	---------	-------	--------	---------

Figure 21 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de *Cleistanthus stipitatus* (Euphorbiaceae) - Forêt-Nord selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)

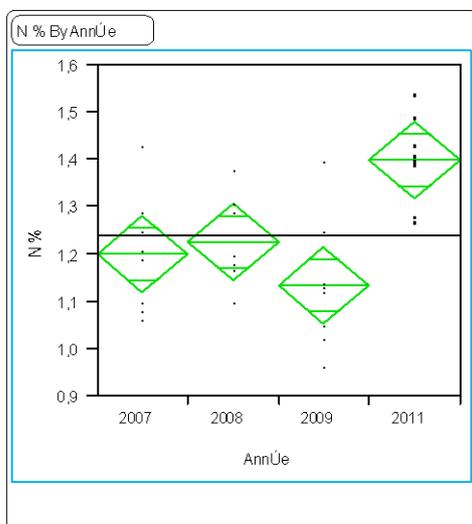
***Cupaniopsis macrocarpa var macrocarpa* (Sapindaceae) Parcelle FN1**


r^2	0,67	n	40	F-ratio	14,72	F prob	<0,0001
-------	------	---	----	---------	-------	--------	---------

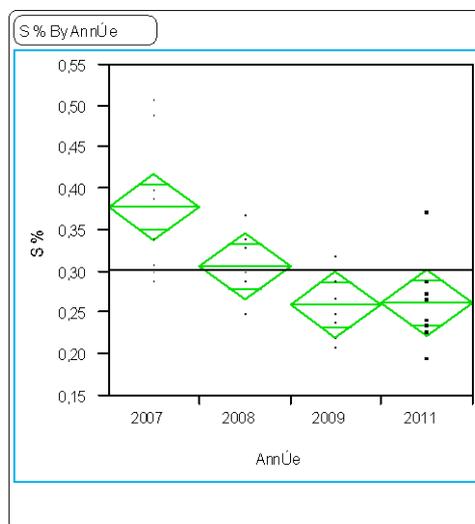


r^2	0,69	n	40	F-ratio	19,82	F prob	<0,0001
-------	------	---	----	---------	-------	--------	---------

Figure 22 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) et Soufre total (S-%) des feuilles de *Cupaniopsis macrocarpa var macrocarpa* (Sapindaceae) - Forêt-Nord selon l'année.

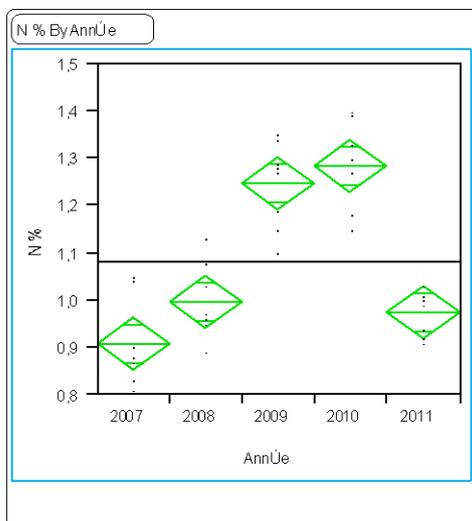
***Dysoxylum canaliensis* Parcelle FN3**


r^2	0,46	n	30	F-ratio	8,07	F prob	0,005
-------	------	---	----	---------	------	--------	-------

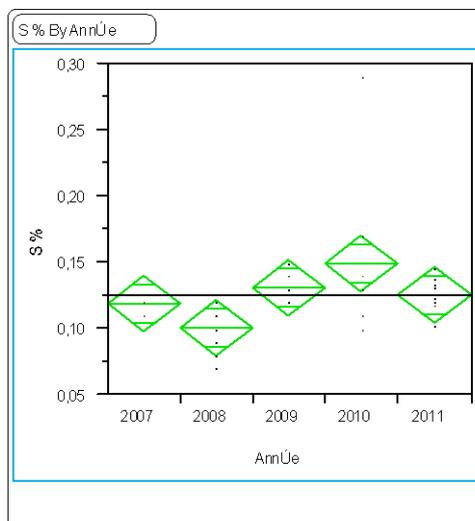


r^2	0,44	n	30	F-ratio	7,61	F prob	0,007
-------	------	---	----	---------	------	--------	-------

Figure 23 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) et Soufre total (S-%) des feuilles de *Dysoxylum canaliensis* - Forêt-Nord selon l'année.

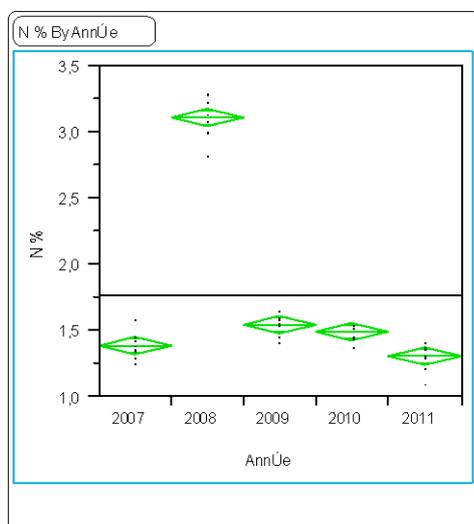
***Elaeocarpus speciosus* (Elaeocarpaceae) Parcelle FN4**


r^2	0,8	n	40	F-ratio	36,44	F prob	<0,0001
-------	-----	---	----	---------	-------	--------	---------

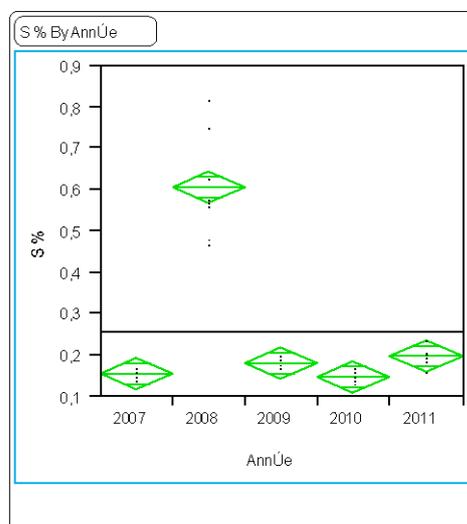


r^2	0,25	n	40	F-ratio	2,94	F prob	0,03
-------	------	---	----	---------	------	--------	------

Figure 24 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) et Soufre total (S-%) des feuilles de *Elaeocarpus speciosus* (Elaeocarpaceae) - Forêt-Nord selon l'année.

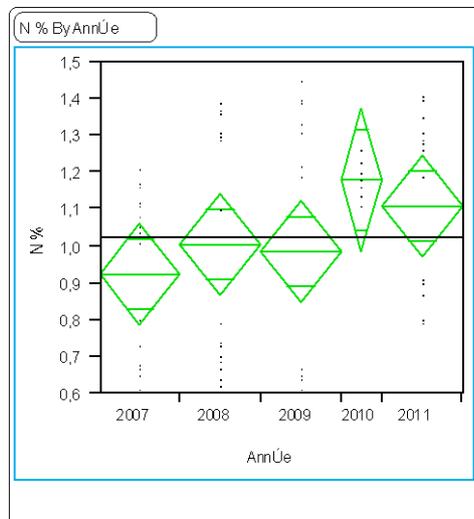
***Gardenia aubreyii* (Rubiaceae) Parcelle FN4**


r^2	0,97	n	40	F-ratio	384,73	F prob	<0,0001
-------	------	---	----	---------	--------	--------	---------

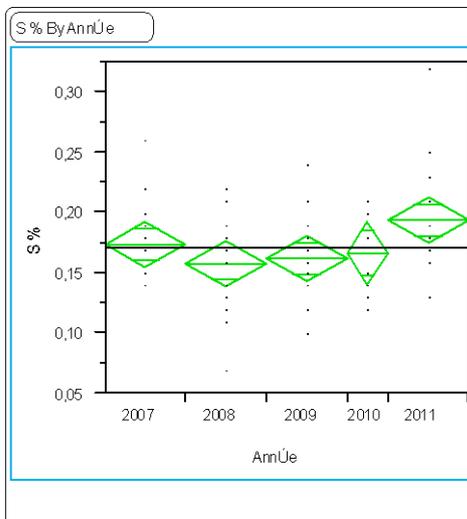


r^2	0,91	n	40	F-ratio	95,63	F prob	<0,0001
-------	------	---	----	---------	-------	--------	---------

Figure 25 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) et Soufre total (S-%) des feuilles de *Gardenia aubreyii* (Rubiaceae) - Forêt-Nord selon l'année.

***Garcinia* spp. (cf. *balansae*) (Clusiaceae) Parcelle FN1**


r^2	0,08	n	72	F-ratio	1,63	F prob	0,17
-------	------	---	----	---------	------	--------	------



r^2	0,11	n	72	F-ratio	2,09	F prob	0,09
-------	------	---	----	---------	------	--------	------

Figure 26 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) et Soufre total (S-%) des feuilles de *Garcinia* spp. (Clusiaceae) - Forêt-Nord selon l'année.

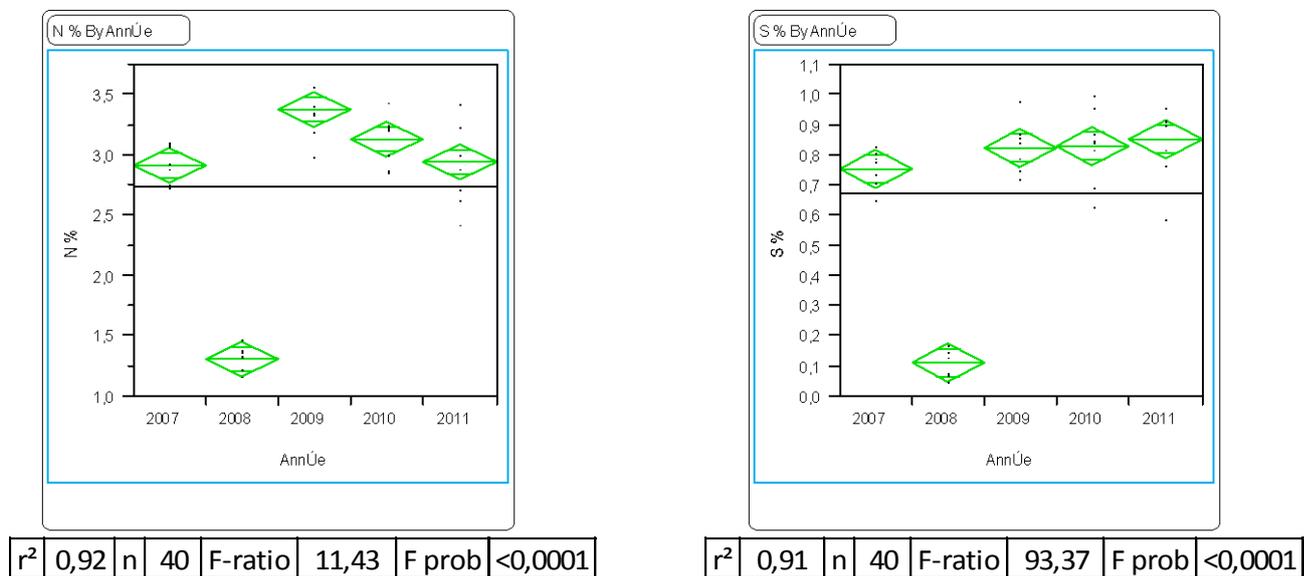
***Pagiania cerifera* (Apocynaceae) Parcelle FN4**


Figure 27 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) et Soufre total (S-%) des feuilles de *Pagiania cerifera* (Apocynaceae)- Forêt-Nord selon l'année.

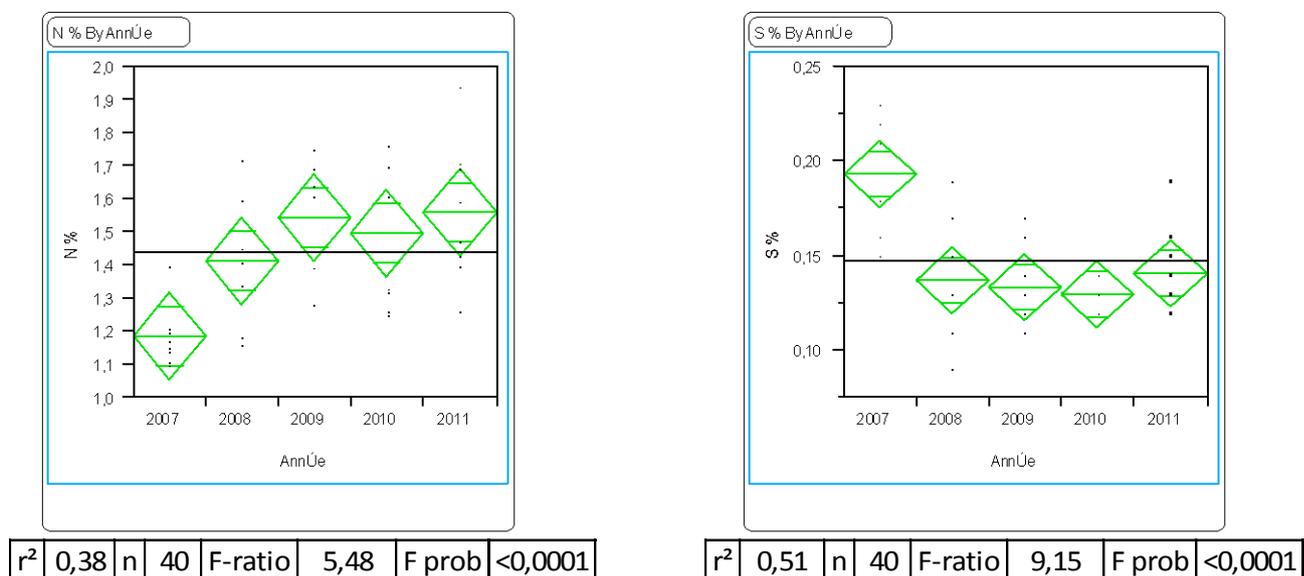
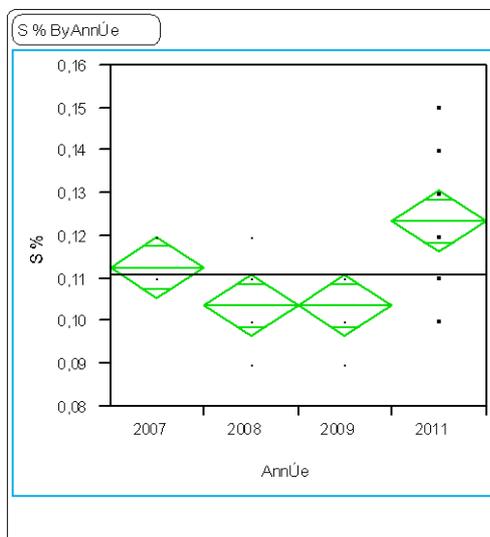
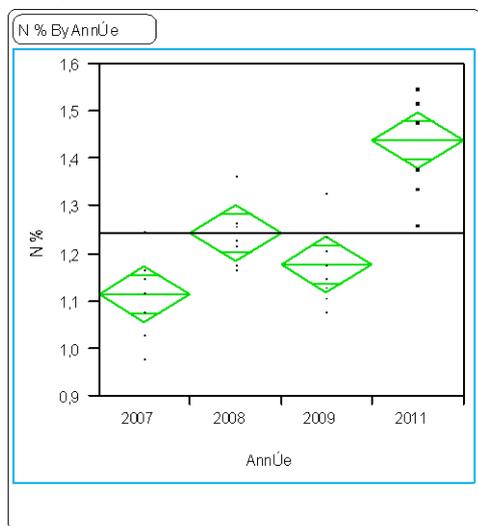
***Ficus neocaledonica* (Moraceae) Parcelle FN2**


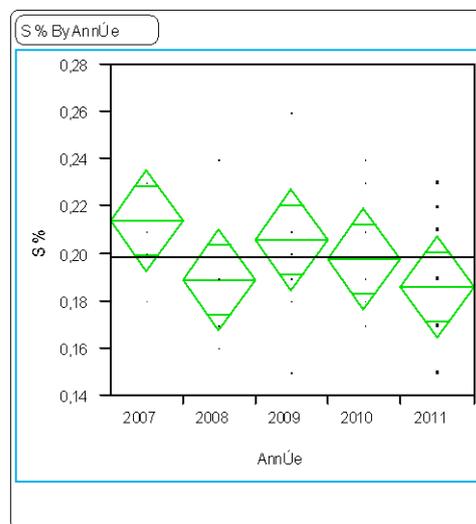
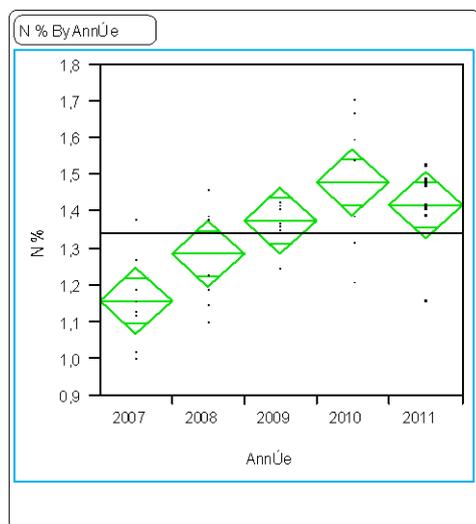
Figure 28 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) et Soufre total (S-%) des feuilles de *Ficus neocaledonica* (Moraceae) - Forêt-Nord selon l'année.

Sparattocyse dioica (FN3)


r ²	0,7	n	32	F-ratio	22,48	F prob	<0,0001
----------------	-----	---	----	---------	-------	--------	---------

r ²	0,42	n	32	F-ratio	6,91	F prob	0,001
----------------	------	---	----	---------	------	--------	-------

Figure 29 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) et Soufre total (S-%) des feuilles de *Sparattocyse dioica* (Moraceae) - Forêt-Nord selon l'année.

Macaranga alchorneoides (Euphorbiaceae) Parcelle FN2


r ²	0,46	n	40	F-ratio	7,62	F prob	0,002
----------------	------	---	----	---------	------	--------	-------

r ²	0,11	n	40	F-ratio	1,17	F prob	0,34
----------------	------	---	----	---------	------	--------	------

Figure 30 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) et Soufre total (S-%) des feuilles de *Macaranga alchorneoides* (Euphorbiaceae) - Forêt-Nord selon l'année.

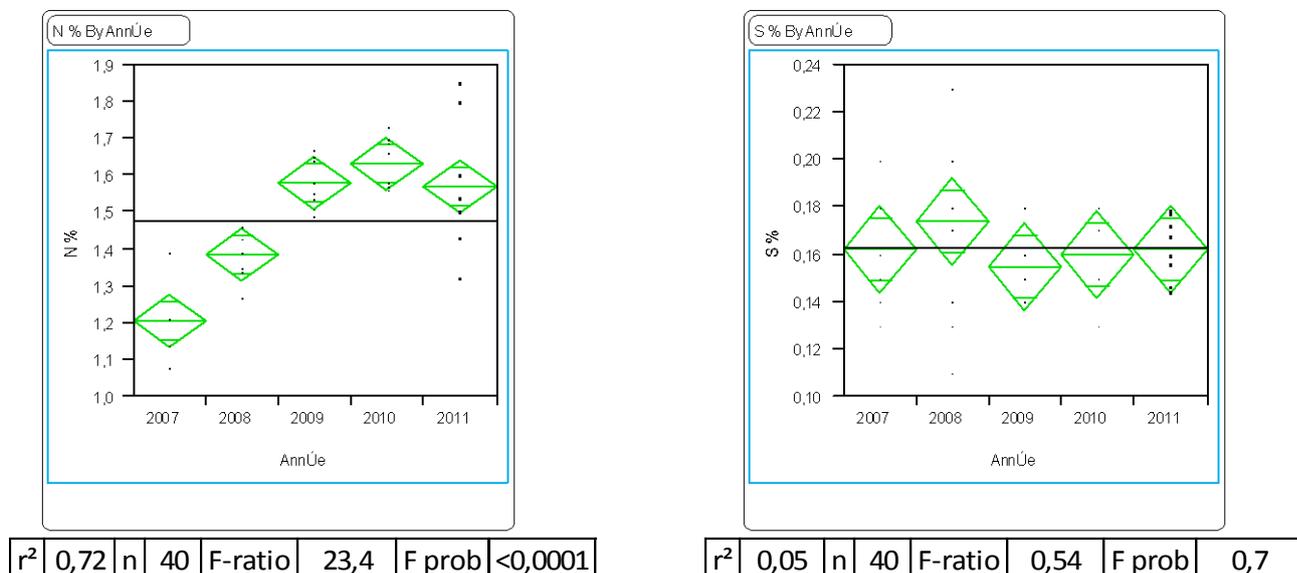
***Xylopia veillardii* (Annonaceae) Parcelle FN2**


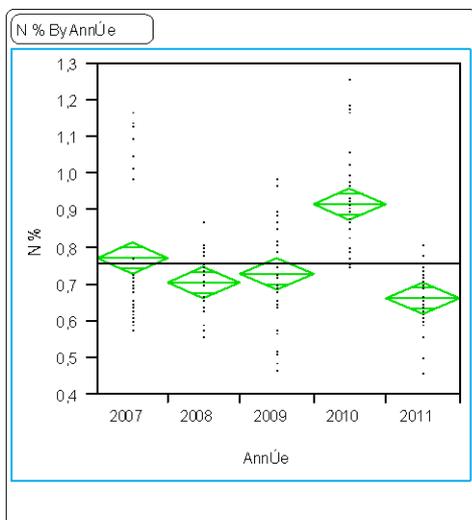
Figure 31 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) et Soufre total (S-%) des feuilles de *Xylopia veillardii* (Annonaceae) - Forêt-Nord selon l'année.

L'analyse de variance effectuée sur la composition chimique des feuilles de *des espèces communes* prélevées sur les parcelles permanentes en 2007, 2008, 2009, 2010 et 2011 en Forêt-Nord montrent plusieurs tendances :

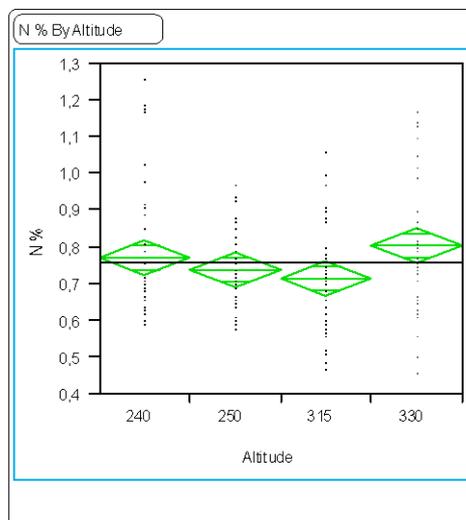
- La teneur en N dans les feuilles de *Meryta*, *Pandanus*, *Cleistanthus*, *Elaeocarpus*, *Ficus*, *Macaranga* et *Xylopia* ont montré une augmentation significative de 2007 à 2010.
- Une diminution dans les teneurs en N ont été enregistrée pour *Meryta*, *Pandanus*, *Cleistanthus*, *Elaeocarpus*, *Macaranga* et *Xylopia* entre 2010 et 2011.
- La teneur en S dans les feuilles de *Cleistanthus* et *Cupaniopsis* ont montré une augmentation significative entre 2007 et 2011.
- *Elaeocarpus*, *Gardenia*, *Pagiantha* et *Ficus* ont montré des variations significatives de 2007 à 2011 aléatoires avec l'année du prélèvement.
- Les teneurs en N des feuilles de *Meryta* montrent des différences significatives entre les parcelles selon l'altitude avec les parcelles du bas contenant une plus faible teneur que les parcelles du haut.
- Les teneurs en N des feuilles de *Pandanus* montrent des différences significatives entre les parcelles selon l'altitude avec les parcelles du bas contenant une plus forte teneur que les parcelles du haut.
- Les teneurs en S des feuilles de *Meryta* et *Pandanus* montrent des différences significatives entre les parcelles selon l'altitude avec les parcelles du bas contenant une plus faible teneur que les parcelles du haut.

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

Meryta coriacea (Araliaceae)

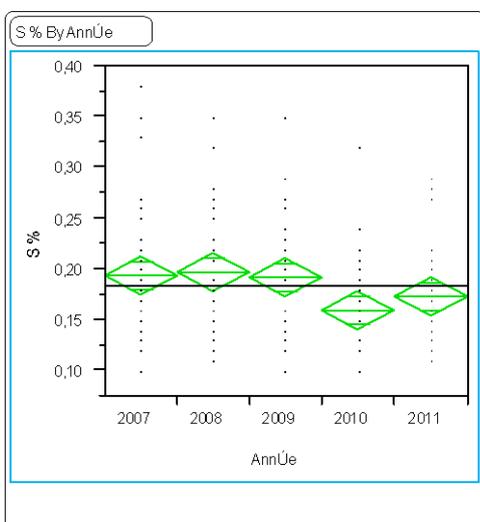


r^2	0,32	n	159	F-ratio	18,14	F prob	<0,0001
-------	------	---	-----	---------	-------	--------	---------

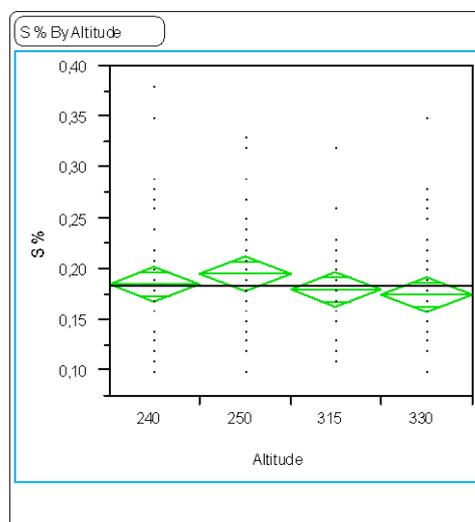


r^2	0,05	n	159	F-ratio	2,76	F prob	0,0438
-------	------	---	-----	---------	------	--------	--------

Figure 32 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de *Meryta coriacea* (Araliaceae) - Pic du Grand Kaori selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)

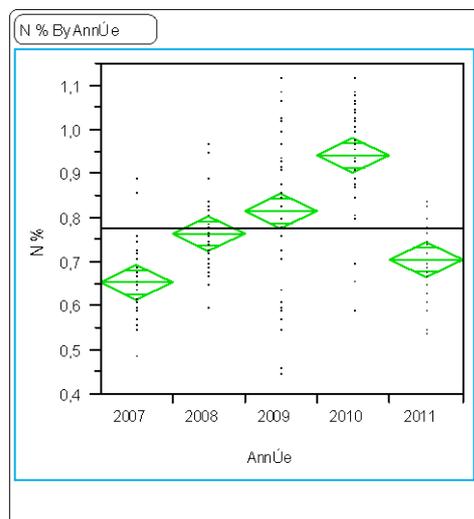


r^2	0,065	n	159	F-ratio	2,7	F prob	0,0327
-------	-------	---	-----	---------	-----	--------	--------

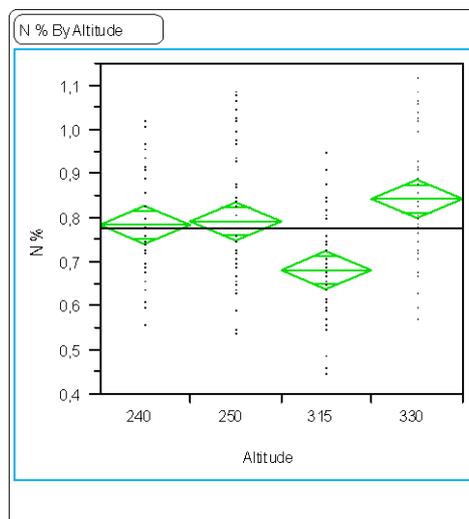


r^2	0,017	n	159	F-ratio	0,909	F prob	0,437
-------	-------	---	-----	---------	-------	--------	-------

Figure 33 : ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des feuilles de *Meryta coriacea* (Araliaceae) - Pic du Grand Kaori selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)

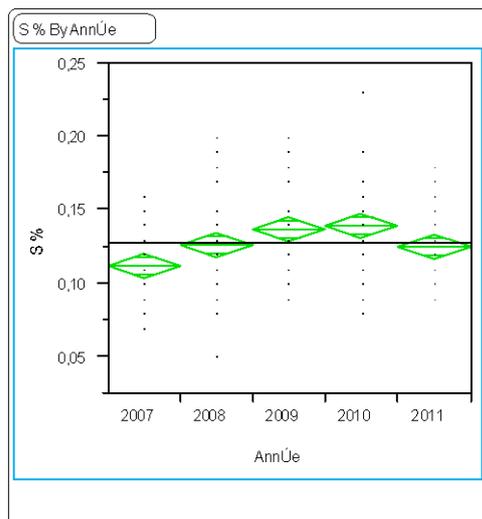
Pandanus sp. (Pandanaceae)


r^2	0,411	n	160	F-ratio	27,04	F prob	<0,0001
-------	-------	---	-----	---------	-------	--------	---------

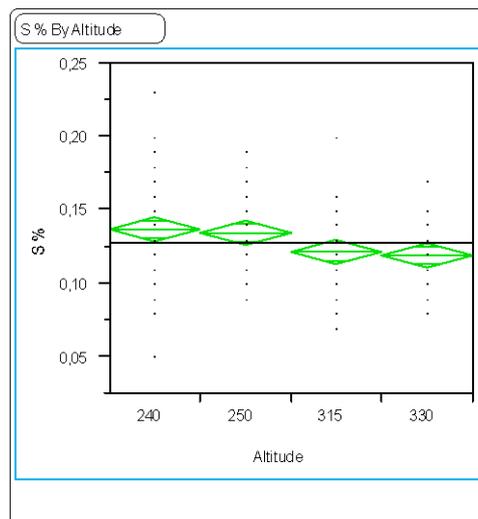


r^2	0,143	n	160	F-ratio	8,69	F prob	<0,0001
-------	-------	---	-----	---------	------	--------	---------

Figure 34 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de *Pandanus sp. (Pandanaceae)*- Pic du Grand Kaori selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)

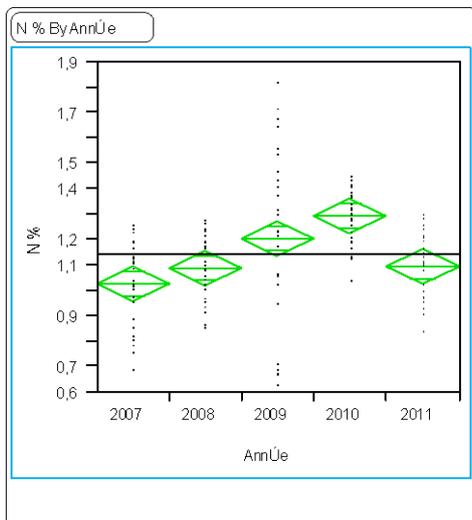


r^2	0,118	n	160	F-ratio	5,21	F prob	0,0006
-------	-------	---	-----	---------	------	--------	--------

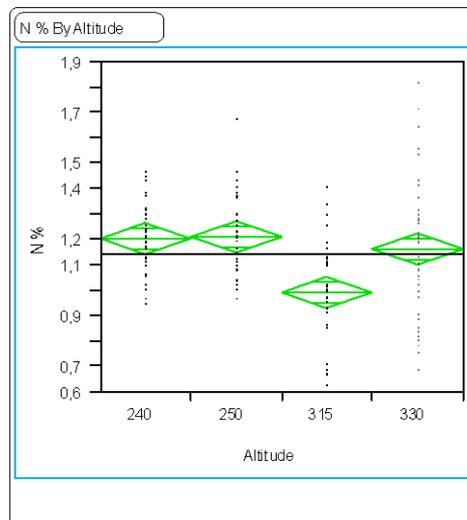


r^2	0,069	n	160	F-ratio	3,88	F prob	0,0104
-------	-------	---	-----	---------	------	--------	--------

Figure 35 : ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des feuilles de *Pandanus sp. (Pandanaceae)* - Pic du Grand Kaori selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)

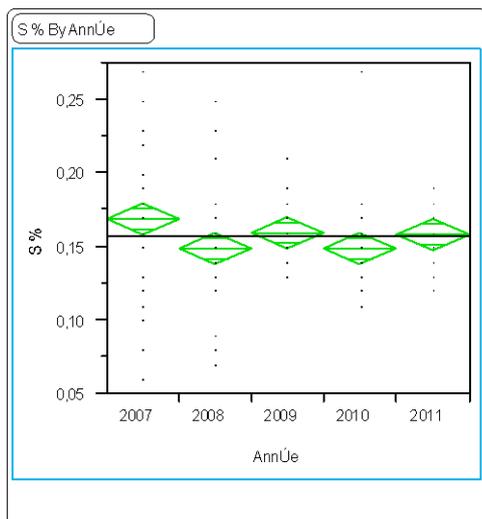
***Gardenia aubreyii* (Rubiaceae)**


r^2	0,192	n	160	F-ratio	9,21	F prob	<0,0001
-------	-------	---	-----	---------	------	--------	---------

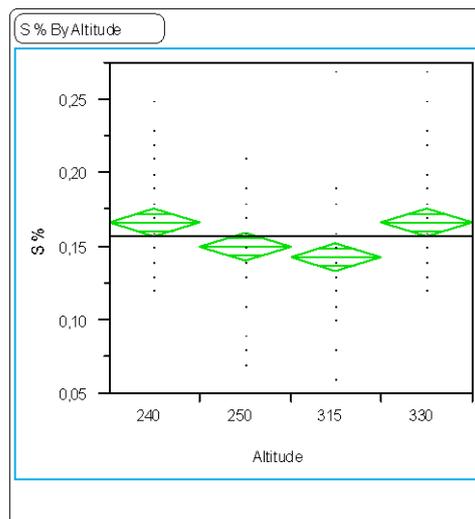


r^2	0,167	n	160	F-ratio	10,46	F prob	<0,0001
-------	-------	---	-----	---------	-------	--------	---------

Figure 36 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de *Gardenia aubreyii* (Rubiaceae) - Pic du Grand Kaori selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)

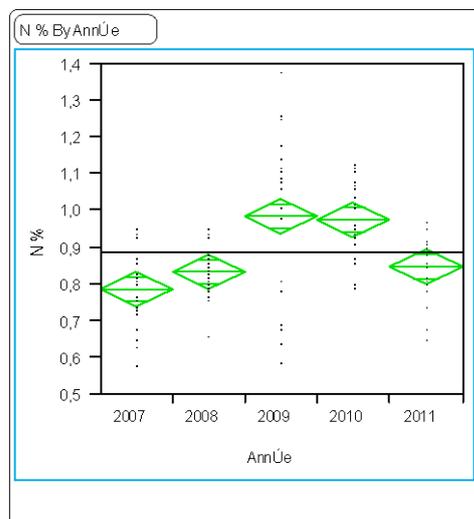


r^2	0,047	n	160	F-ratio	1,93	F prob	1,07
-------	-------	---	-----	---------	------	--------	------

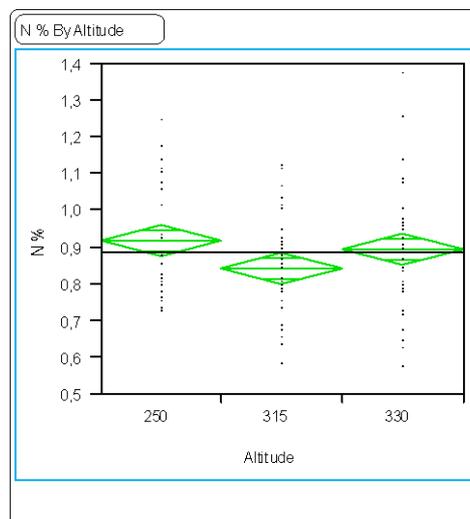


r^2	0,104	n	160	F-ratio	6,044	F prob	0,0006
-------	-------	---	-----	---------	-------	--------	--------

Figure 37 : ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des feuilles de *Gardenia aubreyii* (Rubiaceae) - Pic du Grand Kaori selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)

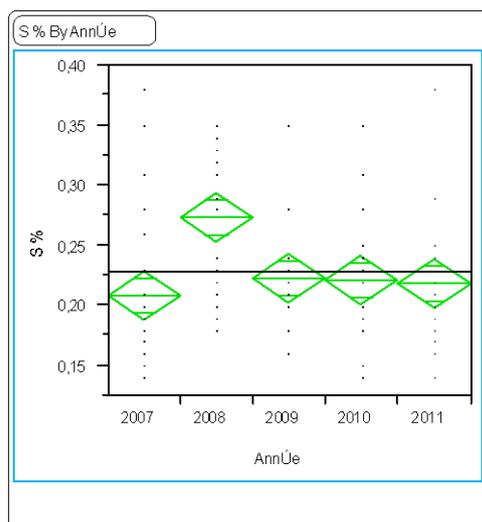
Cleidion veillardii (Euphorbiaceae) Parcelles FGK 2, FGK 4 et FGK 3


r^2	0,291	n	120	F-ratio	11,81	F prob	<0,0001
-------	-------	---	-----	---------	-------	--------	---------

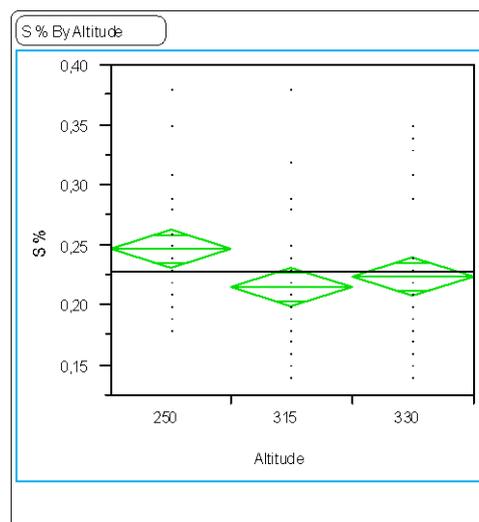


r^2	0,07	n	96	F-ratio	3,88	Prob>F	0,024
-------	------	---	----	---------	------	--------	-------

Figure 38 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de *Cleidion veillardii* (Euphorbiaceae)- Pic du Grand Kaori selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)

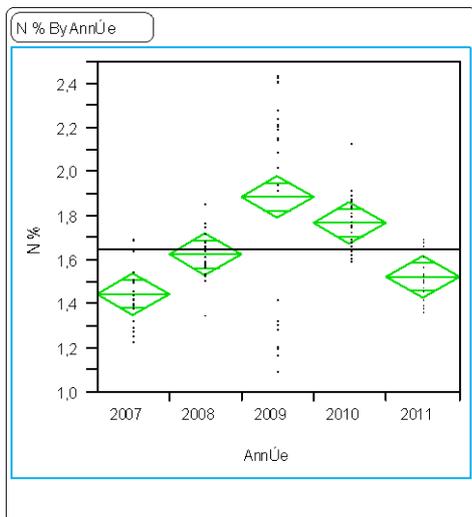


r^2	0,167	n	120	F-ratio	5,79	F prob	0,003
-------	-------	---	-----	---------	------	--------	-------

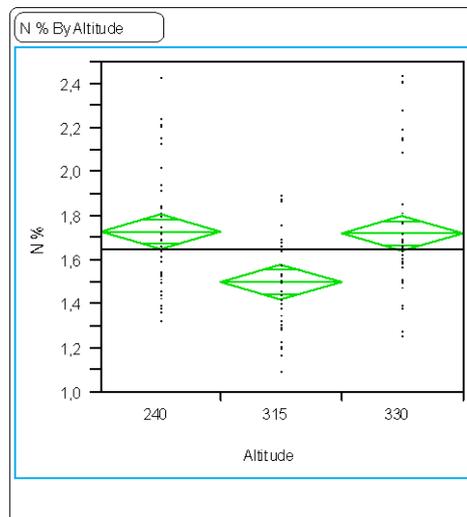


r^2	0,055	n	120	F-ratio	3,46	F prob	0,034
-------	-------	---	-----	---------	------	--------	-------

Figure 39 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de *Cleidion veillardii* (Euphorbiaceae)- Pic du Grand Kaori selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)

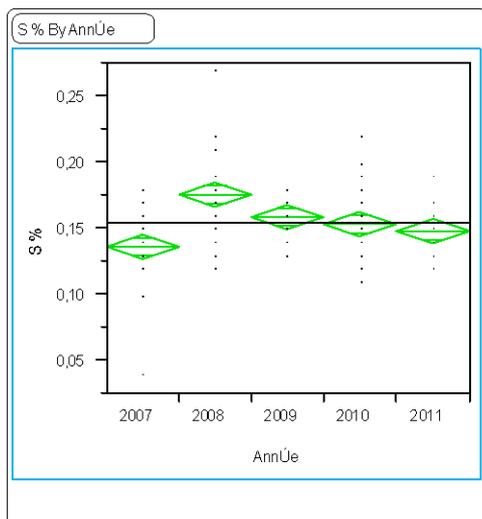
Guettarda speciosa (Rubiaceae) Parcelles PGK 1, PGK 4 et PGK 3


r^2	0,321	n	120	F-ratio	13,53	F prob	<0,0001
-------	-------	---	-----	---------	-------	--------	---------

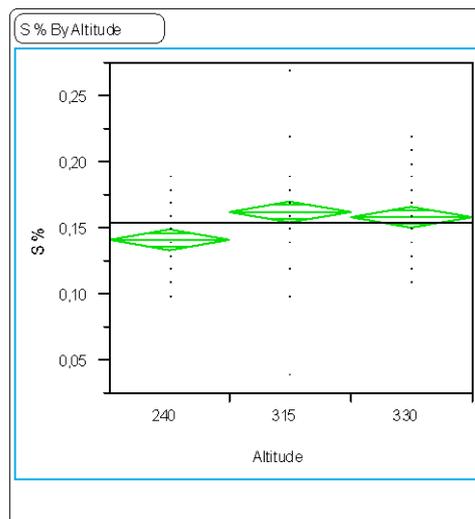


r^2	0,14	n	120	F-ratio	9,566	F prob	<0,0001
-------	------	---	-----	---------	-------	--------	---------

Figure 40 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) des feuilles de *Guettarda speciosa* (Rubiaceae) - Pic du Grand Kaori selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)

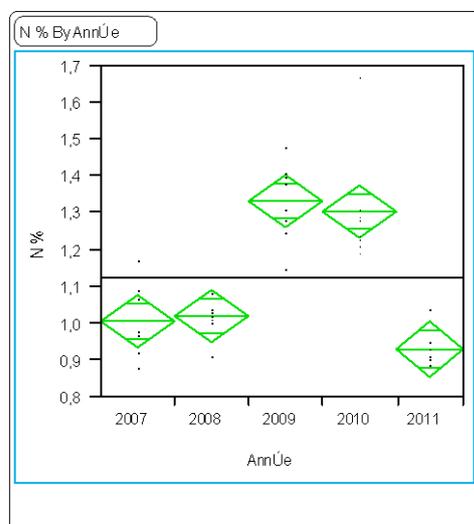


r^2	0,213	n	120	F-ratio	7,801	F prob	<0,0001
-------	-------	---	-----	---------	-------	--------	---------

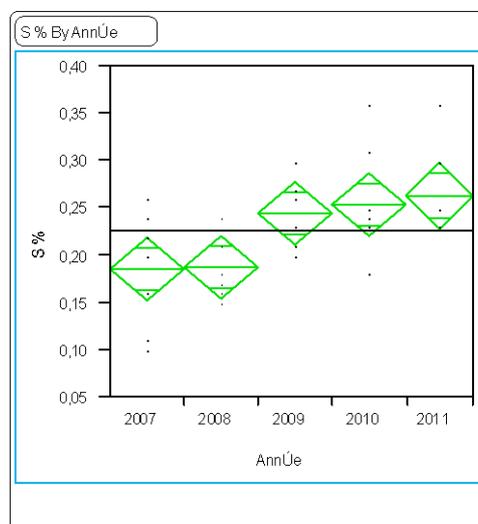


r^2	0,103	n	120	F-ratio	6,79	F prob	0,0016
-------	-------	---	-----	---------	------	--------	--------

Figure 41 : ANOVA teneur en Soufre total (S-%) des feuilles de *Guettarda speciosa* (Rubiaceae) - Pic du Grand Kaori selon l'année (gauche) et l'altitude (droite)

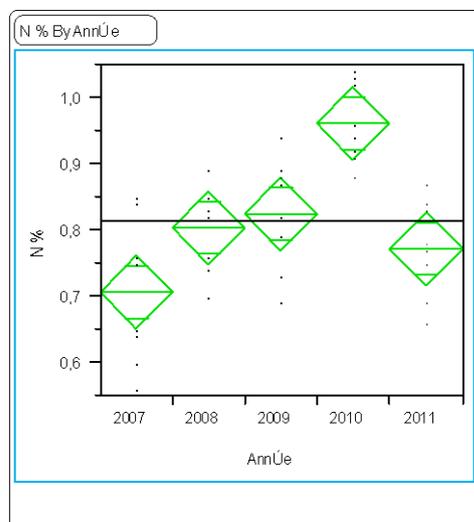
Cryptocarya sp. (Lauraceae) Parcelle PGK 2


r^2	0,754	n	39	F-ratio	26,07	F prob	<0,0001
-------	-------	---	----	---------	-------	--------	---------

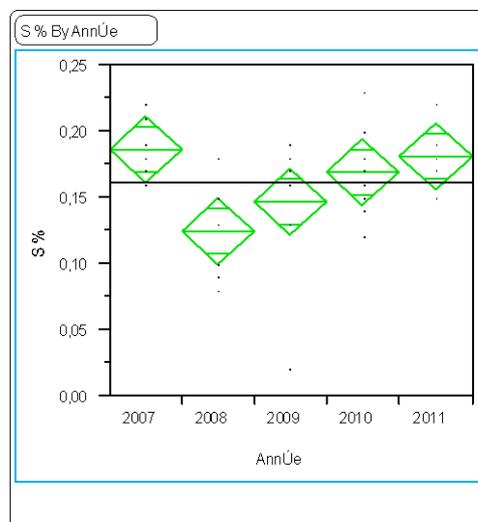


r^2	0,375	n	39	F-ratio	5,11	F prob	0,0025
-------	-------	---	----	---------	------	--------	--------

Figure 42 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) et Soufre total (S-%) des feuilles de *Cryptocarya sp. (Lauraceae)* - Pic du Grand Kaori selon l'année.

Codia jaffrei (Cunoniaceae) Parcelle FGK1


r^2	0,555	n	40	F-ratio	10,94	F prob	<0,0001
-------	-------	---	----	---------	-------	--------	---------



r^2	0,327	n	40	F-ratio	4,26	F prob	0,0065
-------	-------	---	----	---------	------	--------	--------

Figure 43 : ANOVA teneur en Azote total (N-%) et Soufre total (S-%) des feuilles de *Codia jaffrei (Cunoniaceae)*- Pic du Grand Kaori selon l'année.

L'analyse de variance effectuée sur la composition chimique des feuilles des espèces commun prélevées sur les parcelles permanentes en 2007, 2008, 2009, 2010 et 2011 au Pic du Grand Kaori montre plusieurs tendances :

- Les feuilles de *Meryta*, *Pandanus*, *Gardenia*, *Cleidion*, *Codia* et *Cryptocarya* montrent une augmentation significative de leurs teneurs en N de 2007 à 2010.
- Les feuilles de *Meryta*, *Pandanus*, *Gardenia*, *Cleidion*, *Codia* et *Cryptocarya* et *Guettarda* montrent une

diminution dans leur teneur en N entre 2010 et 2011.

- Les feuilles de *Meryta* montrent une diminution significative dans leur teneur en S entre 2007 et 2011.
- Les feuilles de *Pandanus*, *Codia* et *Cryptocarya* montrent une augmentation significative de leurs teneurs en S de 2007 à 2011.
- Les teneurs en S des feuilles de *Guettarda* montrent des variations significatives entre 2007 et 2011 qui ont l'air d'être cycliques.
- La teneur en S des feuilles de *Pandanus* montre des différences significatives entre les parcelles selon l'altitude avec les parcelles du bas contenant une plus forte teneur que les parcelles du haut.
- La teneur en S des feuilles de *Gardenia*, *Cleidion* et *Guettarda* montre des différences significatives entre les parcelles selon l'altitude de manière aléatoire.

4. ANALYSE DES RESULTATS

4.1 Bilan générale des campagnes de suivies des parcelles permanentes

La campagne de mesures des parcelles permanentes de 2011-2012 a débuté en Novembre 2011 à Forêt Nord et ensuite a continué sur Pic du Grand Kaori en Février 2012. Les suivies des parcelles permanentes à Pic du Pin ont été annulée pour cause de dégat trop importants aux placettes par des cochons sauvages. 824 identification et mesures d'activité photosynthétique ont été effectuées sur les plantes des placettes des 4 parcelles permanentes à Forêt Nord en fin 2011. Les prélèvements de sols litières et feuilles ont été effectuée sur FN1, FN2, FN3 et FN4 en Novembre 2011. 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 2012 à cause des intempéries trop fréquentes en Janvier 2012.

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	316	142	123	243	824	255	254	270	155	934
Nombre d'échantillons de sols prélevées	10	10	10	10	40	10	10	10	10	40
Nombre d'éléments analysée (sol)	24	24	24	24	960	24	24	24	24	960
Nombre d'échantillons de litières prélevées	10	10	10	10	40	10	10	10	10	40
Nombre d'éléments analysée (litières)	9	9	9	9	360	9	9	9	9	360
Nombre d'espèces prélevées pour analyses foliaires	5	5	5	5	20	5	5	5	5	20
Nombre d'échantillons de feuilles prélevées	40	40	40	40	160	40	40	40	40	160
Nombre d'éléments analysée (feuilles)	8	8	8	8	1280	8	8	8	8	1280
Total mesures ou analyses par Forêt					3424					3534

Tableau 10 : Les nombres de mesures, de prélèvements et d'analyses chimiques fait pour la campagne de suivi concernant la période Novembre 2011 à Avril 2012.

4.2 État de santé des systèmes de photosynthèse

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 2011 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 ont changée très peu entre les premières mesures en 2006 et les mesures en 2011 (Tableau 9). Les valeurs de bonne santé photosynthétique obtenues dans les sous-bois de la station forestière sont semblables à celles d'autres forêts humides (Kuppers *et al*, 1996).

On enregistre en 2011 des différences en activité photosynthétique avec les campagnes précédant en 2006 et 2007. Les valeurs de 2011 pour la strate plantules montrent une augmentation par rapport à ceux de 2007. Cette augmentation provient des parcelles FN1 et FN 2 qui avaient des valeurs FV/FM bas par rapport au moyenne qui suggère qu'il y a eu une amélioration dans l'activité photosynthétique des plantules survivant sans doute par la réduction de compétition

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 présentés au tableau 10, 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 a les teneurs en N, P, K qui sont en générale les plus élevées et s'approche de ceux des forêts humides. Les sols de Pic du Grand Kaori ont des teneurs en P et K qui sont plus faibles et s'approche plutôt à les teneurs dans les Forêt à *Nothofagus* (dont cette station en possède des populations). Les valeurs des sols montrent aussi qu'il y a des variations entre les années (temporelles) pour certains éléments.

Analyses sol	Formations végétales du Sud (Read <i>et al</i> , 2006)			Forêt Nord				Pic du Grand Kaori			
	Forêt à <i>Nothofagus</i>	Forêt Humide	Maquis	2007-2010		2011		2007-2010		2011	
				Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype
pH	3.5 - 5.9	4.1 - 6.0	4.4 - 6.1	6,09	0,45	5,98	0,56	5,88	0,67	5,75	0,68
N (mg g ⁻¹)	0.9 - 3.6	0.7 - 3.8	0.8 - 1.6	0,56	0,25	0,37	0,18	0,48	0,26	0,34	0,11
P (mg g ⁻¹)	0.07 - 0.24	0.10 - 0.18	0.06 - 0.32	0,33	0,16	0,31	0,16	0,13	0,03	0,12	0,03
K (mg g ⁻¹)	0.01 - 0.12	0.03 - 0.28	0.04 - 2.10	0,23	0,24	0,09	0,10	0,16	0,11	0,04	0,04
Ca (mg g ⁻¹)	0.07 - 1.20	0.40 - 1.15	0.05 - 1.5	0,05	0,20	0,02	0,01	0,00	0,00	0,02	0,02
Mg (mg g ⁻¹)	0.01 - 60	3.1 - 17	0.4 - 12.0	18,2	15,0	21,6	19,6	14,5	11,1	14,7	13,3
Ni (mg g ⁻¹)	0.5 - 6.7	2.3 - 8.5	1.3 - 10.4	6,1	2,3	8,3	1,3	6,5	2,4	6,5	2,1
Fe (mg g ⁻¹)	50 - 490	270 - 460	290 - 510	326	71	357	57	353	68	380	46
Cr (mg g ⁻¹)	2 - 134	25 - 184	14 - 110	23	6	23	3	20	4	20	3
eK (meq 100 g ⁻¹)	0.18 - 0.39	0.08 - 0.47	0.02 - 0.38	0,37	0,15	0,23	0,13	0,25	0,15	0,23	0,12
eCa (meq 100 g ⁻¹)	0.12 - 3.1	0.26 - 2.6	0.01 - 1.8	8,96	6,92	4,71	2,88	5,91	5,34	4,88	4,54
eMg (meq 100 g ⁻¹)	0.30 - 1.70	0.86 - 9.96	0.12 - 8.3	7,76	5,16	7,16	6,55	7,68	7,27	5,83	5,57

Tableau 11 : Caractéristiques chimiques des sols des formations du Grand massif du Sud (Read *et al*, 2006) et valeurs moyennes des stations (2007-2010) et 2011.

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 diminution en N non significative et en S très significative de 2007 à 2011. 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 Pic du Grand Kaori, il y a aussi une diminution dans les teneurs en Soufre et Azote entre 2007 et 2011 qui est significative. Les teneurs en N et S montrent aussi des variations significatives selon l'altitude avec les sols des parcelles les plus élevés contenant les plus fortes teneurs en N et plus faibles 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 entre les valeurs moyennes de 2007-2009, 2010 et 2011. Pour la même période les teneurs en P ont augmenté à Forêt Nord. La capacité d'échange de Ca dans les sols a augmenté entre les deux périodes de mesures à Pic du Grand Kaori.

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 11) 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.

Analyse litière	Formations végétales du Sud (Read <i>et al</i> , 2006)			Forêt Nord				Pic du Grand Kaori			
	Forêt à <i>Nothofagus</i>	Forêt Humide	Maquis	2007-2010		2011		2007-2010		2011	
				Moy	Ecart	Moy	Ecart	Moy	Ecart	Moy	Ecart
	(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	1,01	0,27	1,03	0,16	0,83	0,19	1,10	0,12
P (mg g ⁻¹)	0.125 ± 0.040	0.123 ± 0.050	0.084 ± 0.033	0,19	0,08	0,18	0,08	0,08	0,02	0,07	0,02
K (mg g ⁻¹)	0.142 ± 0.044	0.147 ± 0.065	0.072 ± 0.023	0,10	0,05	0,09	0,04	0,06	0,02	0,07	0,03
Ca (mg g ⁻¹)	0.281 ± 0.098	0.700 ± 0.225	0.092 ± 0.015	1,58	0,38	1,61	0,41	1,29	0,32	1,29	0,39
Mg (mg g ⁻¹)	7.27 ± 2.60	11.47 ± 4.84	5.36 ± 1.48	31,54	9,98	30,32	8,41	25,43	8,71	23,06	6,65
Mn (mg g ⁻¹)	7.60 ± 2.09	7.32 ± 2.24	3.91 ± 0.961	8,41	7,72	7,20	5,46	12,50	15,57	10,33	10,43

Tableau 12 : Caractéristiques chimiques des litières des formations du Grand massif du Sud (Read *et al*, 2006) et valeurs moyennes des stations (2007-2009) et 2010

L'analyse de variance effectuée 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. En 2011 les teneurs en N diminuent qui suggèrent des variations liés possiblement au cycliques de décomposition. Cette tendance n'est pas marquée à Pic du Grand Kaori pendant la même période.

Les teneurs en S dans la litière de Forêt-Nord varient de façon significative entre 2007 et 2011. Ces changements entre 2007 et 2011 pourraient être considérés comme des variations cycliques. Cependant il y a une nette augmentation quasi linéaire en S dans la litière à Forêt Nord entre 2008 et 2010 qui pourraient être aussi due à des apports atmosphériques. En 2011 les teneurs en S ont diminué suggérant soit que c'est une variation cyclique naturelle soit une baisse dans l'activité industrielle. Les teneurs en S dans la litière de Pic du Grand Kaori montrent aussi une augmentation significative de 2007 à 2011, qui est cependant très légère, suggérant plutôt une origine dans les flux biologiques.

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 être due à des effets localisés de dominance d'une espèce dans la composition de la litière. Inversement ses parcelles sont plus en proximité de l'usine et pourrait accumuler une fréquence plus élevée 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 faite des métaux (Mg, Mn) et éléments liés au métabolisme des plantes (P, K, Ca, Na). Cependant, il est important de noter plusieurs tendances. Les teneurs en P de la litière ont diminué dans la litière en 2011 par rapport aux mesures précédentes. Les teneurs en Mn des litières de Forêt Nord ont diminué de manière générale entre les valeurs en moyenne enregistrées pour la période 2007-2010 et 2011. Cette diminution en 2011 est possiblement due à une diminution des apports des poussières liées à la circulation routière sur la végétation puisque les valeurs en Mn des litières à FN4 et FN1 ont baissé par rapport aux valeurs de 2010 et 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*, 2011).

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	N	P	K	Ca	Mg	Na	Mn	S
		%	ppm	%	%	%	%	ppm	%
<i>Cleistanthus stipitatus</i>	Forêt Nord	1,52	605	0,66	0,71	0,21	0,03	401	0,18
<i>Cupaniopsis macrocarpa</i>	Forêt Nord	1,61	768	1,19	0,88	0,65	0,24	530	0,29
<i>Dysoxylum canaliense</i>	Forêt Nord	1,40	411	0,73	2,01	0,33	0,27	71	0,26
<i>Elaeocarpus speciosus</i>	Forêt Nord	0,98	406	0,77	1,16	0,11	0,05	1631	0,13
<i>Ficus austrocaledonica</i>	Forêt Nord	1,56	844	1,15	2,01	0,56	0,19	67	0,14
<i>Garcinia neglecta</i>	Forêt Nord	1,11	374	0,48	2,02	0,28	0,09	424	0,19
<i>Gardenia aubreyii</i>	Forêt Nord	1,31	404	1,25	0,99	0,34	0,46	97	0,20
<i>Macaranga alchomeoides</i>	Forêt Nord	1,42	571	0,62	1,38	0,57	0,32	56	0,19
<i>Meryta coriaceae</i>	Forêt Nord	0,99	371	0,80	1,42	0,38	0,79	205	0,20
<i>Pagiantha cerifera</i>	Forêt Nord	2,95	689	2,68	0,91	0,60	0,66	728	0,85
<i>Pandanus sp.</i>	Forêt Nord	0,90	328	1,04	1,12	0,20	0,24	163	0,14
<i>Sparattosyce dioica</i>	Forêt Nord	1,44	370	0,90	1,95	0,37	0,34	121	0,12
<i>Xylopia veillardii</i>	Forêt Nord	1,57	650	0,80	1,00	0,37	0,23	30	0,16
<i>Cleidion sp veillardii</i>	Pic du Grand Kaori	0,85	229	0,54	2,37	0,37	0,25	82	0,22
<i>Codia jaffrei</i>	Pic du Grand Kaori	0,77	285	0,52	0,69	0,27	0,13	1284	0,18
<i>Cryptocarya sp.</i>	Pic du Grand Kaori	0,94	305	0,60	0,62	0,09	0,04	2156	0,25
<i>Gardenia aubreyii</i>	Pic du Grand Kaori	1,10	291	1,09	0,99	0,36	0,35	52	0,16
<i>Guettarda eximia</i>	Pic du Grand Kaori	1,53	292	0,92	0,48	0,28	0,15	102	0,15
<i>Meryta coriaceae</i>	Pic du Grand Kaori	0,67	197	0,55	1,84	0,43	0,63	125	0,17
<i>Pandanus sp.</i>	Pic du Grand Kaori	0,71	232	0,92	1,08	0,17	0,10	255	0,13
Moyenne des espèces communes parcelles Forêt Nord		1,44	522,45	1,01	1,35	0,38	0,30	347,99	0,24
Moyenne des espèces communes parcelles permanentes Pic du Grand Kaori		0,94	261,37	0,73	1,15	0,28	0,24	579,32	0,18
Moyenne des espèces communes des parcelles permanentes sur Forêt Nord et Pic du Grand Kaori		1,27	431	0,91	1,28	0,35	0,28	429	0,22
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 ferrallitique ferritique désaturée (Jaffré et al, 1994 b)		0,91	320	0,59	1,10	0,24	0,21	950	

En jaune : espèces présentes sur les deux stations de Forêt-Nord et Pic du Grand Kaori

Tableau 13 : Comparaison de la teneur foliaire en 2011 (T4) des espèces communes d'arbres avec les valeurs moyennes des espèces forestières et para forestières décrites par Jaffré *et al* (1994 b)

Le tableau 13 présente une synthèse de la teneur foliaire moyenne (2011) des espèces d'arbres communs aux parcelles de Forêt-Nord et du Pic du Grand Kaori comparée à celle 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 d'*Elaeocarpus speciosus* et *Cryptocarya sp.* prélevées en 2011. Les valeurs élevées de Mn pour *Elaeocarpus* récoltées sur FN4 peut indiquer que cette espèce accumule le manganèse ou des dépôts de poussières en provenance du trafic routier de la CR7 lors de la phase de construction de l'usine qui n'ont pas été lessivée des feuilles entre les mesures en 2009 et 2010. Les teneurs en phosphore, potasse et calcium des arbres des stations du Pic du Grand Kaori 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 et K est due au faible nombre d'espèces que représentent les valeurs moyennes du Pic du Grand Kaori (7 espèces).

Les mesures effectuées dans le cadre de cette étude montrent que la teneur en soufre des arbres de la Forêt-Nord montre la même tendance que pour le manganèse : elle est élevée par rapport à celles du Pic du Grand Kaori et du Pic du Pin. Des teneurs élevées en S ont été relevées sur des échantillons de *Gardenia aubreyii*, *Macaranga alchorneoides*, *Pagianta cerifera* et *Dysoxylum canaliensis*. La variation de la teneur en soufre pour ces espèces entre 2007 à 2011 (figure 44) 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 2007 avant la mise en marche des installations industrielles.

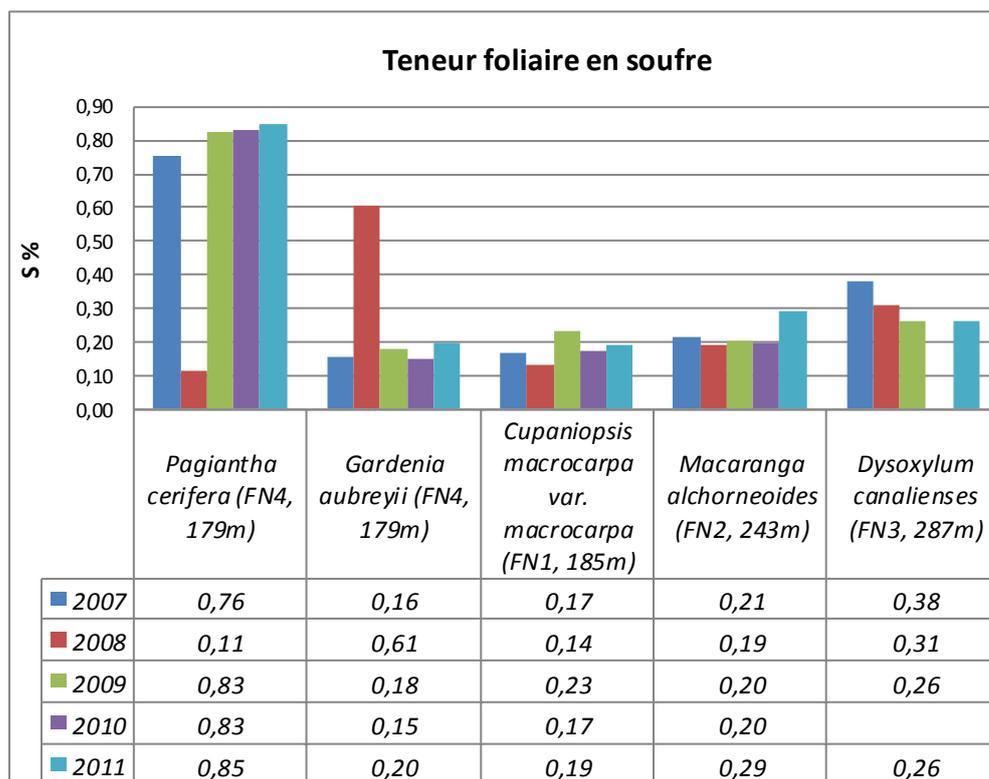


Figure 44 : Teneur moyenne en soufre (S%) des arbres des espèces communes (avec des valeurs >0,2%) en Forêt-Nord de 2007 à 2011

L'analyse de variance des teneurs foliaires en Azote (N) et Soufre (S) des espèces communes a permis de montrer certaines tendances temporelles et spatiales. La teneur en N dans les feuilles de *Meryta*, *Pandanus*, *Cleistanthus*, *Elaeocarpus*, *Ficus*, *Macaranga* et *Xylopia* ont montré une augmentation significative quasi linéaire de 2007 à 2010 à Forêt Nord suivie par une diminution en 2011. Les feuilles de *Cleistanthus*, *Cupaniopsis*, *Elaeocarpus*, *Gardenia*, *Pagiantha* et *Ficus* à Forêt Nord ont aussi montré des variations significatives de 2007 à 2011 dans leur teneur en S, mais les tendances sont aléatoires. Concernant les variations spatiales, *Meryta* montrent des différences significatives en N entre les parcelles selon l'altitude avec les parcelles du bas contenant une plus faible teneur que les parcelles du haut. À l'inverse, *Pandanus* contient des teneurs en N qui sont plus faibles sur les parcelles de bas que sur les parcelles de haut. Les teneurs en S des feuilles de *Meryta* et *Pandanus* montrent des différences significatives entre les parcelles selon l'altitude avec les parcelles du bas contenant une plus faible teneur que les parcelles du haut.

L'analyse de variance a montré que l'augmentation significative en N quasi linéaire entre 2007 et 2010 et une chute en 2011 a aussi été enregistrée pour *Meryta*, *Pandanus*, *Gardenia*, *Cleidion*, *Cordia* et *Cryptocarya* à Pic du Grand Kaori. *Pandanus*, *Cordia* et *Cryptocarya* ont aussi montré une augmentation dans leurs teneurs en soufre entre 2007 et 2011 qui sont légèrement significatives. À l'inverse, *Meryta* a montré une baisse significative dans ses teneurs en soufre pour la même période. La teneur en S des feuilles de *Gardenia*, *Cleidion* et *Guettarda* montrent des différences significatives entre les parcelles de Pic du Grand Kaori selon l'altitude de manière aléatoire. Les variations chimiques foliaires selon l'altitude sont moins marquées pour les espèces à Pic du Grand Kaori avec seulement *Pandanus* contenant des teneurs en S qui sont significativement plus élevées sur les parcelles de bas que sur les parcelles de haut. *Gardenia*, *Cleidion* et *Guettarda* montrent aussi des variations significatives dans leur teneur en S selon l'emplacement de la parcelle mais les variations sont aléatoires par rapport à l'altitude.

5. CONCLUSION

5.1 Etat de santé des parcelles

L'année 2011 a été caractérisée par des tests opérationnels et la remise en marche de nombreuses installations de l'usine (centrale acide) et l'opération du central électrique de Prony Energie. Les suivies des stations forestières en fin 2011/début 2012 ont donc été primordiales pour évaluer les impacts des émissions atmosphériques lors du démarrage des différentes unités de Vale et Prony Energie dans son ensemble. La période d'évaluation habituelle en période sèche entre Novembre et Décembre a été souvent interrompue par des intempéries en 2011 culminant avec une période de forte intempérie pour fin Décembre 2011. Ses intempéries ont réduit la durée des interventions sur le terrain à Forêt Nord et à Pic du Grand Kaori. Malgré les mauvaises conditions météorologiques, la suivie des stations forestières a réussi à obtenir une bonne idée sur l'état de santé des plantes et l'évolution chimique sur Forêt Nord et Pic du Grand Kaori.

Les mesures de l'activité photosynthétique effectuées sur les parcelles permanentes à Forêt Nord et Pic du Grand Kaori montrent que les plantes étaient en bonne santé en fin 2011. L'activité photosynthétique des strates de plantules a même amélioré par rapport aux mesures de 2007. Cette augmentation est sans doute liée à l'amélioration des conditions créée par la réduction en nombre des plantules sur les placettes permanentes. La bonne activité photosynthétique de la strate arbres pourrait s'avérer erronée 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 (ref : tableau 4). 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 premiers à recevoir les panaches industrielles (Mulgrew & Williams, 2000).

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 2011. La première tendance temporelle enregistrée est l'augmentation significative des teneurs en Azote (N) de la litière de 2007 à 2011 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 continuent à montrer une diminution significative en 2007 et 2011. Les feuilles de 6 sur 11 espèces à Forêt Nord, l'ensemble des espèces ciblées à Pic du Grand Kaori montrent aussi une diminution de leur teneur en N de 2010 à 2011. Les teneurs en phosphore de la litière et nombreuses espèces à Forêt Nord ont aussi diminué pendant la même période ce qui suggère des phénomènes cycliques naturels de décomposition plutôt qu'une accumulation en N de milieux liés aux émissions industrielles 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. Cette augmentation est moins significative que N et montrent des variations aléatoires entre les années. Certaines espèces à Forêt Nord et Pic du Grand Kaori ont aussi des teneurs en S qui varient de manière temporelle. Ses variations sont aléatoires et ne correspondent pas avec une augmentation constante associée à une émission industrielle. De plus les valeurs en S sont largement inférieures à ceux rencontrés par la végétation soumise à l'influence constante des émissions industrielles (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 émissions atmosphériques et expliquer l'augmentation des teneurs en S de la litière qui sont plus importantes qu'à Pic du Grand Kaori. Ça pourrait aussi expliquer pourquoi un plus grand nombre d'espèces montrent des variations dans leur teneur 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 du Pic du Grand Kaori montrent que les formations sont en bonne santé. Les

teneurs grandissent en N et S noté en 2010 dans la litière et espèces communes ont diminuée en grande partie en 2011 laissant suggérer des accumulations épisodiques des émissions industrielles ont été moins fréquent à Forêt Nord. Un protocole de suivi de symptômes à été établi en Février 2012 sur un réseau de 27 tubes passifs et d'observation mensuel de la végétation au tour de l'usine suite aux recommandations de l'expert Pr Francis Murray (Rapport Technique Vale, 2011). Le réseaux de tubes passifs qui enregistre les teneurs mensuels en SO₂ s'étend au Forêt Nord et Pic du Grand Kaori et va donner des informations plus précises sur les émissions épisodiques industrielles sur ses lieux.

5.2 Revue des protocoles et des fréquences d'échantillonnage

Le protocole utilisé pour la présente étude a été développé pour évaluer l'état de santé des formations forestières en pays tempéré, avec une réplification de placettes en nombre suffisant pour obtenir des informations sur des sous-bois généralement clairsemés (Mulgrew & Williams, 2000; Murray, 2004). La même réplification de placettes a également été appliquée pour les trois stations de forêt humide. Or, en milieu humide, les sous-bois sont plus denses qu'en milieu tempéré. Ce facteur combiné à la pluviosité importante de la région du Sud a rallongé considérablement le travail de comptage et de mesurage des sous-bois au détriment des prélèvements et mesures dans le canope.

Compte tenu du faible dynamisme de la végétation et les lacunes d'information sur la canopée qui est le premier récepteur des changements foliaires, il nous apparaît nécessaire de revoir notre protocole de suivi de manière à optimiser l'effort d'échantillonnage et réduire les délais des interventions souvent interrompu par des intempéries. Les mesures nous proposons sont les suivants :

- Annulation de la suivie sur les parcelles permanentes à Pic du Pin et leur démantèlement en 2012.
- Les mesures de **structure** des parcelles à Forêt Nord et Pic du Grand Kaori devront être effectuées **tous les 5 ans à partir des derniers mesures en 2009**;
- Un **comptage** des plantes étiquetées sur les placettes devra être effectué **annuellement** pour obtenir des informations sur la mortalité ;
- Les mesures de **fluorimétrie** devront se limiter au nombre moyen de plantes par placette pour les surfaces 1x1m et 2x2m de chaque parcelle (Tableau 14), pour réduire la durée consacrée à ce type de mesure par répliquât ;

Nombre d'individus		FN4	FN1	FN2	FN3
1 x 1 m (N=8)	Moyenne	13	22	7	2
	Max	20	37	11	6
	% reduction	66	60	67	35
2 x 2 m (N=8)	Moyenne	31	34	23	5
	Max	79	58	42	12
	% reduction	39	59	56	39
Nombre d'individus		PGK1	PGK2	PGK4	PGK3
1 x 1 m (N=8)	Moyenne	11	11	15	6
	Max	21	19	22	12
	% reduction	52	56	69	51
2 x 2 m (N=8)	Moyenne	14	15	9	18
	Max	31	35	21	49
	% reduction	46	42	42	37

Tableau 14 : Proposition de réduction du nombre de plantes analysées par fluorimétrie sur chaque placette à partir de 2012

L'échantillonnage des sols, des litières et des feuilles devra être effectué **annuellement** à la même période que les mesures en fin d'année. Une synthèse de l'échantillonnage des parcelles à Forêt Nord et "Pic du Grand Kaori pour les analyses chimiques est présentée dans le tableau 15.

Analyses chimique	Nombre d'échantillons à Forêt Nord					Nombre d'échantillons à Pic du Grand Kaori				
	FN1	FN2	FN3	FN4	Total	PGK 1	PGK 2	PGK 3	PGK 4	Total
Litière	5	5	5	5	20	5	5	5	5	20
Sol	5	5	5	5	20	5	5	5	5	20
<i>Gardenia aubreyii</i>			5	5	10	5	5	5	5	20
<i>Garcinia balansae</i>	5			5	10					
<i>Sparattocyse dioica</i>		5	5		10	5	5	5	5	20
<i>Xylopiya veillardii</i>	5	5			10					
TOTAL					80					80

Tableau 15 : Nombre échantillons de sol, litière et espèce commun pour les parcelles permanentes de Forêt Nord et Pic du Grand Kaori

Le nombre d'échantillons de sols et litière sera réduit à 5 par parcelle pour donner des indications des tendances annuels sur les parcelles en fin 2012. Le choix des espèces a été revu pour chaque parcelle en fin 2012 pour sélectionner les espèces plus communes à des hauteurs de 12 m dans le canopée qui est le milieu récepteur des émissions atmosphérique. Les espèces à petite feuille ont été privilégiées pour ce nouvel échantillonnage pour réduire les délais de préparation des échantillons (lavage, séchage et découpage) avant analyses à l'IRD. Ainsi *Pandanus* et *Meryta* qui sont des espèces commun des sous-bois avec des énormes feuilles (qui génèrent des longs délais de préparation pour les analyse chimiques) ont été supprimé et remplacées par *Gardenia aubreyii*, *Garcinia balansae*, *Sparattocyse dioica* et *Xylopiya veillardii* qui sont localement abondant à mi-hauteur de la canopée à Forêt Nord. *Gardenia aubreyii* et *Sparattocyse dioica* ont été choisi comme espèce de la canopée à Pic du Grand Kaori.

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 ultrabasiqes en Nouvelle-Calédonie*. *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.*