



# Respiration du sol

Recherche de facteurs explicatifs de la respiration du sol dans la forêt de Paracou

Encadrement : Eric Marcon<sup>1</sup> et Alexandre Bosc

Etudiants : Géraldine Derroire, Frédéric Jacq, Céline Laporte, Christophe Ndhong Mba

5 octobre 2002

## Résumé

Dans l'objectif de caractériser la respiration du sol en forêt tropicale, nous avons mesuré la respiration moyenne sur 25 placettes de 25 points dans la forêt de Paracou. Nous avons évalué la relation entre la respiration et des variables topographiques, dendrométriques, et l'humidité du sol.

Le principal résultat est une assez bonne corrélation ( $R^2=29\%$ ) entre la respiration et la surface terrière des arbres de plus de 10 cm de diamètre présents sur la placette. La production de la placette, estimée entre autres par l'accroissement en surface terrière et le recrutement, n'apparaît pas comme un facteur explicatif important.

---

<sup>1</sup>ENGREF, BP 316, 97379 Kourou, French Guyana ; [Marcon@NetCourrier.com](mailto:Marcon@NetCourrier.com)

# Remerciements

Nous tenons tout particulièrement à remercier Alexandre Bosc pour son aide digne de McGyver pour le matériel de mesure et pour nous avoir proposé cette étude.

D'immenses MERCI à Eric Marcon, qui nous a supporté en cours, sur le terrain et même chez lui ; pour toute son aide pour la rédaction, ses cours de Statistique ; pour nous avoir prêté le matériel informatique et sa terrasse.

Merci également à Pascal Petronelli, qui a supporté notre agitation à proximité de son domicile.

Et enfin, un grand merci à la population de Moustiques qui nous ont permis de ne pas nous ennuyer dans nos « Taons-morts » !!!

## I. Introduction

Depuis la signature des accords de Kyoto, le cycle du carbone et son stockage par les écosystèmes forestiers suscitent de nombreux intérêts et problématiques environnementaux et économiques. L'émission de CO<sub>2</sub> par le sol étant une composante importante des flux de carbone dans les écosystèmes forestiers, une connaissance approfondie de la respiration du sol s'avère nécessaire.

Ce phénomène de respiration au niveau du sol résulte d'une part de la respiration racinaire (composante « autotrophe ») et d'autre part de l'activité des organismes décomposeurs de la litière (composante « hétérotrophe ») (Pargade, 2000).

De nombreuses études ont montré qu'un grand nombre de facteurs influent sur la respiration du sol. En milieu tempéré, la température est le premier facteur de variabilité de l'émission de CO<sub>2</sub> par le sol (Fang, 1998). En zone tropicale, où les variations de température sont nettement plus tamponnées au niveau du sol, ce facteur influe peu (étudiants FTH, 2001). L'humidité du sol (Pargade, 2000) et la topographie (étudiants FTH, 2001) sont des facteurs importants de la respiration du sol. Certains facteurs agissent particulièrement sur la composante autotrophe du phénomène ; c'est le cas notamment de la densité et de la taille des racines (Janssens, 1998).

Les corrélations antérieurement observées entre la teneur en Carbone du sol et la respiration, ainsi qu'entre les données cartographiques des arbres et les variations spatiales de la respiration, laissent présager que la respiration est liée à l'apport de matière organique (litière et racines mortes) et donc à la productivité primaire locale (Bosc comm. Pers.). L'importance et la nature du peuplement forestier sont donc des facteurs à considérer.

En utilisant le suivi dendrométrique de la forêt de Paracou, notre objectif est d'étudier l'influence de la productivité, de la dynamique forestière (recrutement, mortalité, densité), de l'humidité et de la topographie de cette zone sur l'émission de CO<sub>2</sub> par le sol.

## II. Contexte

### ***1. Les facteurs susceptibles d'influencer la respiration du sol***

Nous pouvons distinguer des facteurs qui exercent une influence directe sur la respiration du sol, et des facteurs indirects à l'origine de ces premiers. (Voir Tableau 1)

<i>FACTEURS INDIRECTS</i>		<i>FACTEURS DIRECTS</i>	
Pente	→	Humidité du sol due à la nappe	
	→	Propriétés physiques du sol	
Type d'essence	→	Composition de la pédofaune	
	→	Qualité de la litière	
	→	Densité des racines	
Distribution diamétrique de la forêt	→	Type de racines (+/- lignifiée, diamètre variable)	
Flux solaire	→	Croissance des arbres (métabolisme...)	
Densité des arbres	→	Température au sol	
Précipitations	→	Humidité du sol	

Tableau 1 Présentation synthétique des facteurs potentiels influant la respiration du sol

## 2. Variables déjà testées

Certains de ces facteurs ont déjà été testés sur le site même de Paracou :

- L'**humidité du sol liée à la nappe phréatique** a été testé au mois de septembre par les étudiants du module FTH 2001, et une relation de proportionnalité inverse a été montrée.
- L'**humidité du sol liée aux précipitations** saisonnières a été testée par N. Buchmann, 1997. Les flux de CO<sub>2</sub> dans le sol semblent beaucoup plus importants en saison sèche qu'en saison des pluies. Ceci serait lié à la présence d'hydromorphie qui empêcherait la diffusion du CO<sub>2</sub> dans le sol, et qui provoquerait de surcroît une situation d'hypoxie (manque d'oxygène pour la respiration des organismes et des racines).
- La **densité racinaire** a été évaluée par Janssens I.A. (1998). L'étude montre que dans une forêt primaire et dans une plantation, la densité des racines est l'unique variable ayant une corrélation notable avec la respiration du sol. Dans une plantation, où le système racinaire est plus étendu, la respiration est largement plus importante.
- L'influence du **type de racines** a été observée par Janssens I.A. (1998). Dans une coupe claire où la litière et la densité racinaire sont moins importantes que dans une forêt primaire, la respiration dans ces deux types de milieu s'est avérée la même, alors qu'on devrait s'attendre à une respiration au niveau du sol plus faible. L'explication, réside dans le fait que dans une coupe claire, les racines des plantes et jeunes arbres recolonisant le site se développent sous forme de chevelu racinaire (fin et non lignifié). Ce type de racine aurait donc une respiration plus intense que les racines grosses et lignifiées, développées dans les forêts primaires.

- Le **taux de Carbone** a été testé par A. Dubosc (2001). Il a été démontré dans cette étude que l'on peut expliquer 66% de la respiration du sol par le taux de Carbone présent.
- La **croissance des plantes** a été mise en évidence dans une étude par Janssens I.A. (1998). Il a été démontré que dans les plantations, où le métabolisme des arbres est élevé pour optimiser la croissance, la respiration est largement supérieure à celle des forêts primaires.
- La **température au sol** a également été testée par N. Buchmann (1997), Janssens I.A. (1998) et les étudiants du module FTH 2001. D'après ces travaux, les faibles variations saisonnières de la température n'influencent pas la respiration du sol. En revanche, dans une coupe claire (où la densité en arbres est nulle), la température au sol est très élevée, et a une forte influence positive sur la respiration.
- Le **type d'essence** n'a pas vraiment été testé, mais A. Grandval (1993), a montré dans une étude sur 3 essences qu'un certain type d'essence engendrait un certain type de litière, plus ou moins dégradable, et par conséquent une certaine composition d'organismes biodécomposeurs.
- La **pente** a été testée par les étudiants du module FTH 2001. Le long d'un transect altitudinal, la respiration diminuerait significativement avec l'altitude.

### ***3. Variables choisies pour cette étude***

Cette année, nous avons donc choisi d'expérimenter à nouveau certains facteurs (l'humidité et la pente), et d'étudier de nouveaux facteurs potentiels, tels que la croissance des arbres, leur densité, leur distribution par classe de diamètre.

## **III. Matériel et méthodes**

### ***1. Site de Paracou***

Le site retenu pour cette étude se localise en forêt équatoriale dense, ombrophile et sempervirente. Il s'agit de 3 parcelles permanentes du massif forestier faisant partie du dispositif expérimental du CIRAD-forêt de Paracou, sur la commune de Sinnamary en Guyane française (5.25°N, 53°O). Sur ces parcelles, nous disposons de données topographiques ainsi que de précisions supplémentaires concernant la structure des peuplements. Cette station a fait l'objet l'année passée d'une étude comparable sur la respiration du sol en relation avec la topographie et l'humidité édaphique (FTH, 2001).

#### **a. Climat**

La pluviométrie annuelle de cette région s'élève à 2200 mm/an. Les pluies sont saisonnières avec une longue période sèche de septembre à novembre et une courte période sèche de février à mars. La température moyenne varie très peu au cours de l'année, elle fluctue autour de 26°C avec un minimum de 21°C et un maximum de 32°C environ.

#### **b. Géologie/pédologie**

Le site de Paracou est situé sur un substrat de terrains métamorphiques anciens composés de quartzite et de schiste (Schmitt, 1984). Les horizons supérieurs du sol présentent une forte macroporosité et reposent sur

des matériaux compacts peu perméables. Sur les pentes, les horizons macroporeux s'amincissent laissant apparaître les matériaux sous jacents à faible profondeur (80 cm). De ce fait, la tranche de sol macroporeux est rapidement saturée en eau et l'eau en excès s'écoule latéralement. En bas de pente les horizons supérieurs deviennent plus sableux et présentent des traces d'hydromorphie. Dans les bas-fonds, le sol est gris et sableux avec une nappe permanente peu profonde (Boulet *et al.*, 1979 ; Grimaldi *et al.*, 1990)

Notre zone d'étude est inscrite dans les 50 hectares où s'effectuera le suivi des échanges gazeux grâce à la construction d'une tour de 50 mètres de hauteur (EDDY-FLUX).

### **c. Parcelles**

Les parcelles choisies (13, 14 et 15, cf. Annexe I) n'ont subi aucun traitement et n'ont pas été exploitées. Chaque parcelle, de 300m x 300m, contient une zone tampon périphérique de 25m de largeur, puis se découpe en 4 carrés de 125m x 125m.

## **2. Méthode**

### **a. Définition des placettes**

Sur les parcelles, nous avons échantillonné 27 placettes de 16x16m. La surface prospectée a été augmentée par rapport à l'étude de l'année 2001 (5x5m ; FTH, 2001) dans l'intention de calculer une productivité plus représentative. Sur une placette, les caractéristiques du milieu (topographie, pédologie,...) sont homogènes. Chaque placette a été également choisie en fonction de la productivité recherchée (en termes d'accroissement de la surface terrière : faible, moyenne, fort), de la topographie (bas-fond, pente ou plateau).

La respiration présente une très forte variabilité locale. Il est nécessaire de multiplier sur une même placette les mesures afin d'obtenir une valeur moyenne caractéristique de la placette. Pour effectuer les tests statistiques, nous avons travaillé avec 25 mesures par placette, espacées de 4m.

## **3. Les Variables utilisées**

### **a. Respiration**

Les mesures des flux de dioxyde de carbone ont nécessité l'utilisation d'une chambre dynamique fermée. Cette méthode présente l'avantage de limiter la perturbation qu'entraîne la prise de valeur sur l'environnement du sol (Rochette *et al.*, 1997). La chambre est appliquée sur le sol, reliée à un analyseur à infra-rouge. Cet analyseur fonctionne sur le principe selon lequel des molécules hétéro-atomiques gazeuses telles que le CO<sub>2</sub> peuvent être caractérisées par leur spectre d'absorption (Anderson, 1982). Le flux de CO<sub>2</sub> du sol est calculé à partir de la cinétique d'accumulation du CO<sub>2</sub> dans la chambre entre le début et la fin de la mesure. L'air circule en boucle entre la chambre et l'analyseur de CO<sub>2</sub>. Entre chaque mesure, un ventilateur permet d'homogénéiser l'air qui circule dans la chambre. Cette précaution permet d'éviter une sous-estimation de la respiration réelle.

Nous avons travaillé avec deux appareils différents : l'EGM et le CIRAS (Combined Infrared Gas Analysis System). Après que la chambre soit appliquée sur le sol, la mesure prend fin lorsque la concentration en CO<sub>2</sub> atteint 60 µmol/mol ou que la prise de valeur dépasse 2 minutes.

L'unité est le g(CO<sub>2</sub>)/m<sup>2</sup>/heure.

## **b. Humidité du sol**

Afin de pouvoir tester une corrélation entre l'humidité relative du sol et le taux de respiration courant, nous avons également tenté d'évaluer ce paramètre en chaque point de mesure de la respiration, grâce à un voltmètre. Cela nous donne une valeur de tension (mV), qui est directement convertible en humidité volumique, selon la formule :

$$\text{Humidité volumique} = (1 + 4,52 \times (\text{Mesure}/1000) - 1,2)/8$$

Mesure en millivolts.

Unité : m<sup>3</sup> d'eau par m<sup>3</sup> de sol.

## **c. Position topographique :**

Nous avons défini 3 modalités pour cette variable, à savoir :

- sommet,
- milieu de pente,
- bas-fond.

## **d. Variables accessibles grâce à la base de données pré-existante de Paracou**

Grâce à la base de données concernant le site de Paracou, nous pouvons étudier l'influence d'un certain nombre de variables directement disponibles pour chaque placette :

- la circonférence moyenne de chaque arbre (à partir de 10cm),
- le nombre de petits, moyens et gros arbres (3 classes définies de la manière suivante : petits <63cm ; 63cm < moyens <126cm ; gros >126cm),
- le nombre total d'arbres (N)

L'utilisation du logiciel Access nous permet également d'avoir accès à un certain nombre de variables calculées à partir de cette banque de données, telles que :

- la surface terrière totale (G, en cm<sup>2</sup>), pour laquelle les données datent de 2001,
- la surface terrière des petits, moyens et gros arbres,
- la surface terrière des arbres morts entre 1991 et 2001,
- le nombre d'individus morts entre 1991 et 2001,
- le recrutement des individus entre 1993 et 2001,
- l'accroissement de surface terrière entre 1993 et 2001, (dG, en cm<sup>2</sup>/8 ans)

En ce qui concerne l'accroissement de la surface terrière, nous avons considéré uniquement les arbres présents en 1993 et en 2001, donc nous avons négligé les individus apparus entre-temps, et qui ont eu le temps de s'accroître (ce qui nous amène à une sous-estimation de la valeur réelle de dG). C'est aussi pourquoi nous avons estimé le recrutement.

#### **4. Modifications pré-analytiques**

Après avoir effectué des premiers tests permettant d'appréhender les résultats de corrélation entre les différentes variables, nous avons observé certains « points aberrants », que nous avons jugé responsables des faibles coefficients de corrélation observés. Il nous a donc fallu effectuer une inspection détaillée des résultats, variable par variable. C'est ainsi que nous avons effectué les modifications suivantes :

- Pour les variables Circonférence et Surface terrière (G), nous avons éliminé les placettes 12 et 24. En effet, trois arbres au sein de ces deux placettes n'avaient pas été mesurés pour des causes pratiques (tronc difficilement mesurable...), et ont donc été codés 888 et 600 dans la base de données.
- En ce qui concerne l'Accroissement de la surface terrière (dG), la placette 22 présentait un point aberrant, et la placette 19 deux points aberrants, dont nous avons remplacé les valeurs par la moyenne de la placette.

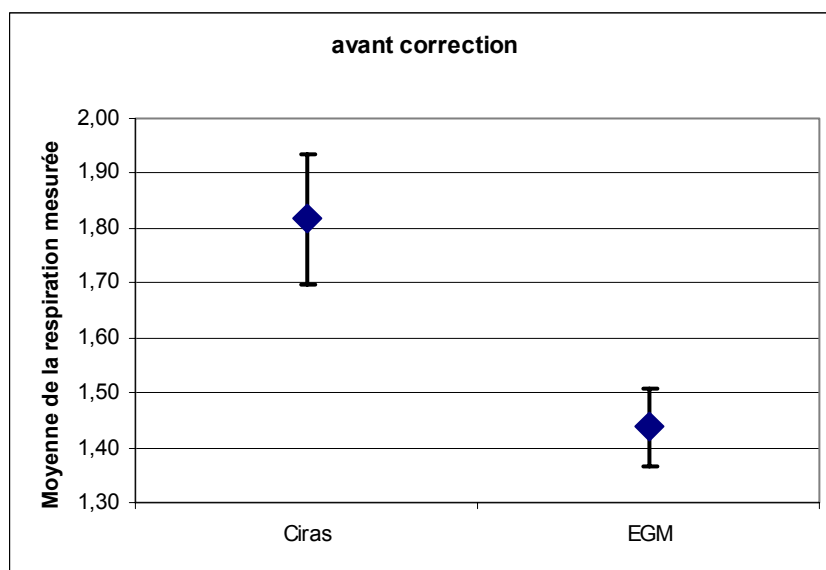
#### **5. Tests statistiques**

##### **a. Comparaison de la respiration moyenne par placette**

Pour pouvoir utiliser les moyennes de la respiration (par placette) comme de bonnes représentations de cette variable par placette, nous devons nous assurer que les 27 placettes soient différentes. Pour cela, nous avons comparé les moyennes de la respiration et leurs intervalles de confiance pour chaque placette à l'aide d'un graphique à « boîte à moustache ». Deux intervalles de confiance de 2 moyennes pour 2 placettes ne se recoupant pas, signifieront que ces deux placettes sont différentes.



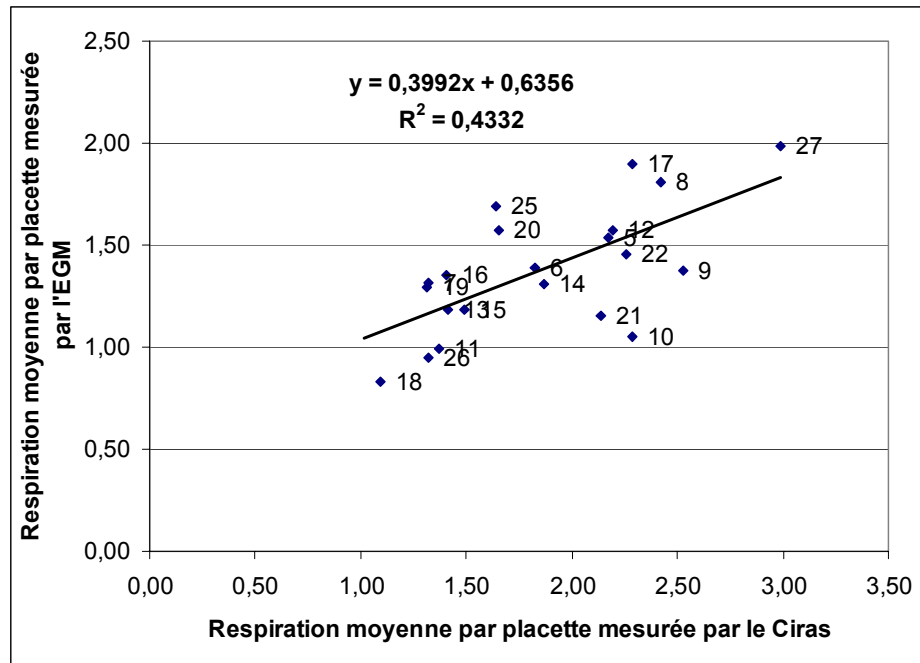
## b. Calibrage des appareils



**Figure 1 Relation entre les valeurs de respiration moyenne et les intervalles de confiance par placette mesurées par l'EGM et par le CIRAS.**

En comparant la respiration moyenne et l'intervalle de confiance pour chaque appareils (Figure 1), nous constatons un décalage net.

Cependant nous supposons (hypothèse n°1) que les valeurs mesurées par ces deux appareils sont reliées par une relation linéaire ( $y=ax+b$ ) et que les deux variables mesurées (Respiration (EGM) et Respiration (CIRAS)) suivent la même loi (hypothèse n°2). Dans l'intention d'homogénéiser les données, nous avons donc comparé les moyennes de la respiration par placette pour les deux appareils (CIRAS et EGM, Figure 2). Nous avons déterminé l'équation du CIRAS par rapport à l'EGM en calculant le coefficient de la droite de régression (a) et sa constante (b) par placette.



**Figure 2 Relation entre les valeurs de respiration moyenne par placette mesurées par l'EGM et par le CIRAS.**

La relation est trop faible pour permettre de prédire la valeur qu'aurait affichée l'EGM à partir de la valeur mesurée par le Ciras. Nous utilisons donc une autre technique.

Ces deux variables suivant la même loi :

$$\text{Respiration (EGM)} = a \times \text{Respiration (CIRAS)} + b$$

la variance ( $V=\sigma^2$ ) et l'espérance (E) de ces deux variables doivent aussi être les mêmes. Nous obtenons 2 équations à 2 inconnues :

$$\begin{cases} V(\text{EGM})=aV(\text{CIRAS})=\sigma^2(\text{EGM})=a \times \sigma^2(\text{CIRAS}) \\ E(\text{EGM})=aE(\text{CIRAS})+b \end{cases}$$

$$\begin{cases} a=\sigma^2(\text{EGM})/\sigma^2(\text{CIRAS})=\mathbf{0.4282} \\ b=E(\text{EGM})-aE(\text{CIRAS})=\mathbf{0.6589} \end{cases}$$

$$\text{Respiration(EGM)} = \mathbf{0.4282 \text{ Respiration(CIRAS)} + 0.6589}$$

Cette relation est retenue pour l'homogénéisation des données.

	avant correction			après correction		
	moyenne	écart-type	int. Confiance	moyenne	écart-type	int. Confiance
Ciras	1,8160	1,0550	0,1197	1,4367	0,6904	0,0783
EGM	1,4367	0,6904	0,0704	1,4367	0,6904	0,0704

**Tableau 2 valeurs des moyennes, des écartypes, des intervalles de confiances entre machines avant et après les corrections par la régression linéaire**

### c. Régressions linéaires

Nous avons effectué des régressions (linéaire, puissance,  $\alpha=5\%$ ) pour chacune des 12 variables explicatives dans l'intention d'expliquer la variabilité de la respiration.

## IV. Résultats

### 1. Généralités

Placette	Unité	moyenne	écartype	max	min	R <sup>2</sup> de la regression simple	type de régression
Respiration	g/m <sup>2</sup> /h	1,44	0,59	3,94	0,28	1,000	Linéaire
<b>G</b>	<b>cm<sup>2</sup></b>	<b>44,77</b>	<b>39,77</b>	<b>185,12</b>	<b>13,27</b>	<b>0,287</b>	<b>Linéaire</b>
<b>Circonf</b>	<b>cm<sup>2</sup></b>	<b>74,97</b>	<b>12,77</b>	<b>121,34</b>	<b>58,38</b>	<b>0,128</b>	<b>Linéaire</b>
<b>N_gros</b>	<b>effectif</b>	<b>2,74</b>	<b>1,43</b>	<b>5,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,126</b>	<b>Linéaire</b>
<b>Humidite</b>	<b>m3d'eau/m3 de sol</b>	<b>0,24</b>	<b>0,10</b>	<b>0,51</b>	<b>0,13</b>	<b>0,101</b>	<b>Puissance</b>
						0,054	Linéaire
G_morts	cm <sup>2</sup>	0,21	0,32	1,16	0,00	0,073	Linéaire
dGgros	cm <sup>2</sup> /8ans	0,11	0,09	0,42	0,00	0,031	Linéaire
Gpetits	cm <sup>2</sup>	5,98	1,78	10,52	2,97	0,019	Linéaire
N_arbres	effectif	24,78	6,51	35,00	13,00	0,017	Linéaire
Ggros	cm <sup>2</sup>	26,47	39,80	173,15	0,00	0,012	Linéaire
Gmoyens	cm <sup>2</sup>	12,32	5,36	31,74	3,87	0,011	Linéaire
dGpetits	cm <sup>2</sup> /8ans	0,06	0,03	0,15	0,02	0,010	Linéaire
dG	cm <sup>2</sup> /8ans	0,30	0,09	0,58	0,15	0,004	Linéaire
N_recrutement	effectif	2,07	1,63	6,00	0,00	0,003	Linéaire
N_petits	effectif	14,30	4,69	26,00	6,00	0,002	Linéaire
N_moyens	effectif	7,74	3,37	21,00	3,00	0,001	Linéaire
dG/N arbres		0,01	0,00	0,03	0,01	0,001	Linéaire
N_morts	effectif	1,04	0,88	3,00	0,00	0,001	Linéaire
dGmoyens	cm <sup>2</sup> /8ans	0,13	0,08	0,47	0,05	4,E-06	Linéaire

**Tableau 3 Statistiques descriptives des variables utilisées**

### a. La respiration

Le flux moyen de CO<sub>2</sub> sur toutes les placettes est de **1.44 g/m<sup>2</sup>/h** (Tableau 3) avec une forte variabilité inter- ( $\sigma$  moyen par placette = 0.28) et intra-placette ( $\sigma$  par point = 0.59, n=677) contre 0.68 g/m<sup>2</sup>/h trouvé l'an

dernier (FTH, 2001). Cette forte variabilité justifie, *a posteriori*, l'échantillonnage réalisé en chaque point. Nous obtenons **125 tonnes de CO<sub>2</sub>/ha/an**, contre 60t CO<sub>2</sub>/ha/an trouvé en 2001 (FTH, 2001). Le double de flux de CO<sub>2</sub> par rapport à l'étude menée l'an passé au même endroit et à la même période a donc été trouvé. Les valeurs absolues seront prises en compte sous toutes réserves, malgré avoir abaissé les valeurs du CIRAS par régression linéaire. Les valeurs de la respiration trouvées en 2001 ne dépassaient jamais 1,1 g/m<sup>2</sup>/h de CO<sub>2</sub> par placette, alors que nous atteignons parfois 3.94 g/m<sup>2</sup>/h pour la présente étude. Le minimum, par contre, reste le même (0.3 g/m<sup>2</sup>/h en 2001).

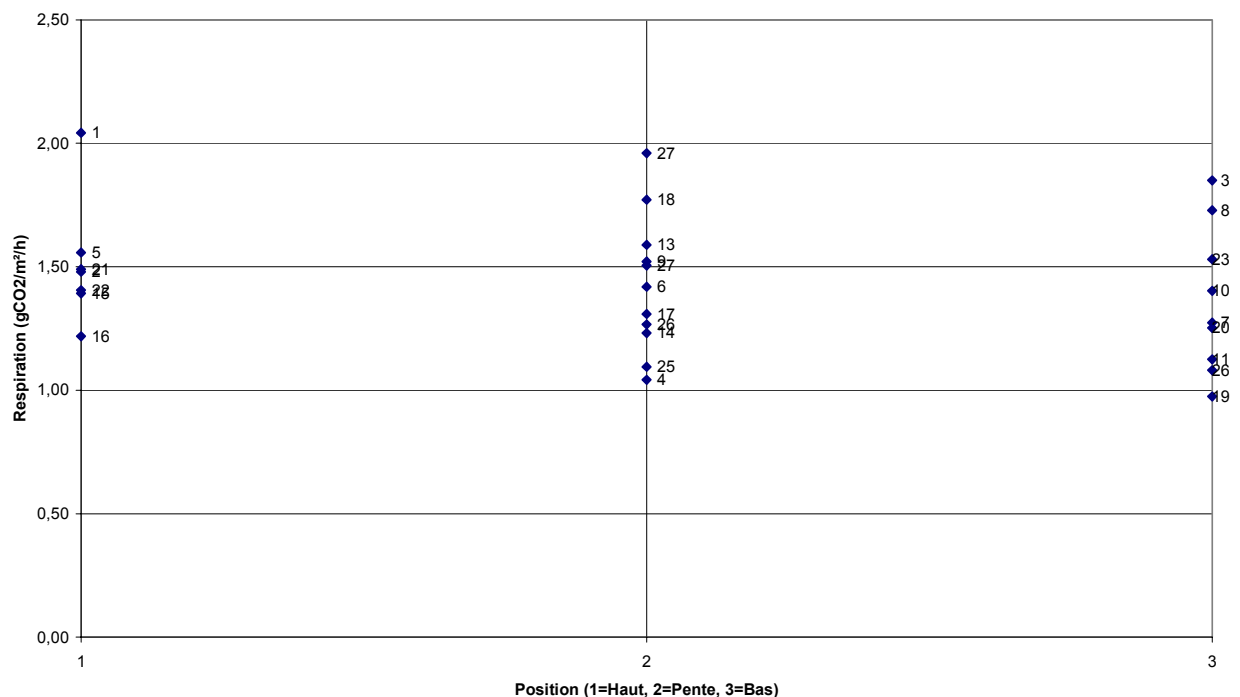
## b. L'Humidité

L'humidité moyenne calculée sur tous les points est de **0.24 m<sup>3</sup> d'eau par m<sup>3</sup> de sol** ( $\sigma=0.10$ ,  $n=677$ ). Elle est de la même ordre de grandeur que la moyenne trouvée par l'étude précédente (FTH, 2001).

Dans la majorité des placettes, une absence apparente de structure spatiale de ces deux variables (flux de CO<sub>2</sub>, Humidité) est observée.

## c. La topographie

Nous constatons aucun lien apparent entre la position topographique (variable qualitative) et la respiration (fig.) mesuré sur des placettes indépendantes, à l'inverse de l'étude effectuée en 2001 le long de transects. En effet, en 2001 nous constatons une nette diminution de la respiration du plateau vers le bas-fond (FTH, 2001).



**Figure 3** Respiration moyenne par placette en fonction de la position topographique

## 2. Régressions simples

### a. Relation surface terrière – respiration

La surface terrière totale moyenne calculée en 2001 est la meilleure régression linéaire observée avec la respiration :  $R^2=28,7\%$  ( $\alpha=5\%$ , fig.) parmi nos 12 variables explicatives (Tableau 3). Nous remarquons une augmentation de la respiration parallèlement avec la surface terrière totale moyenne par placette.

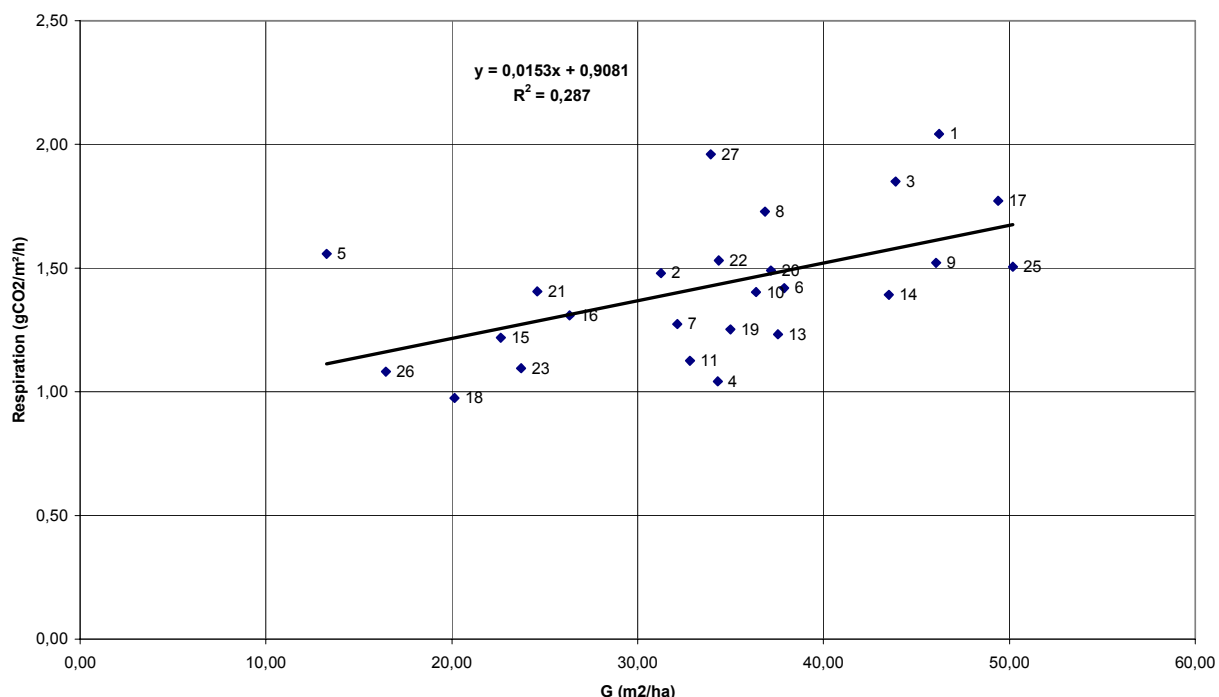


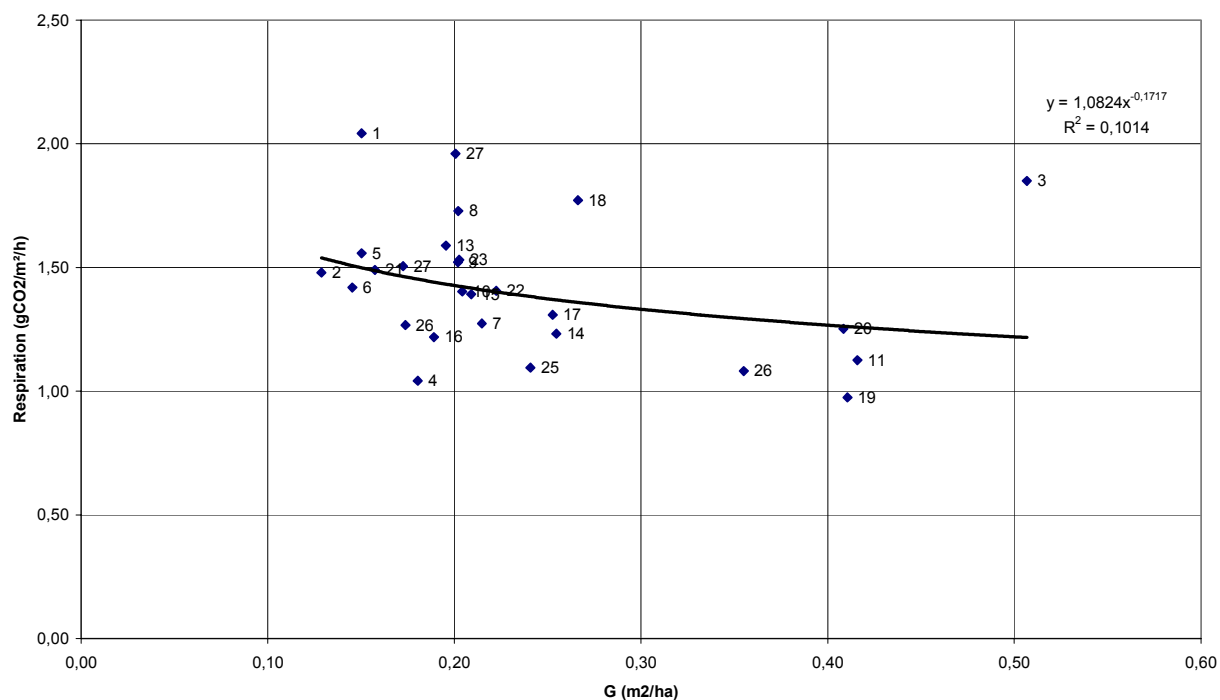
Figure 4 régression du flux de CO2 par rapport à la surface terrière totale (G) en 2001

### b. Relation circonférence – respiration et effectif des gros diamètres – respiration

La circonférence et le nombre de gros diamètres sont par ordre décroissant les deux régressions les plus importante par rapport à la respiration avec respectivement un  $R^2$  de 12,8% et de 12,6%. Toutefois ces deux variables sont intimement corrélées avec la surface terrière totale (G) avec respectivement un coefficient de corrélation de 80,8% et de 47,4%.

### c. Relation humidité – respiration

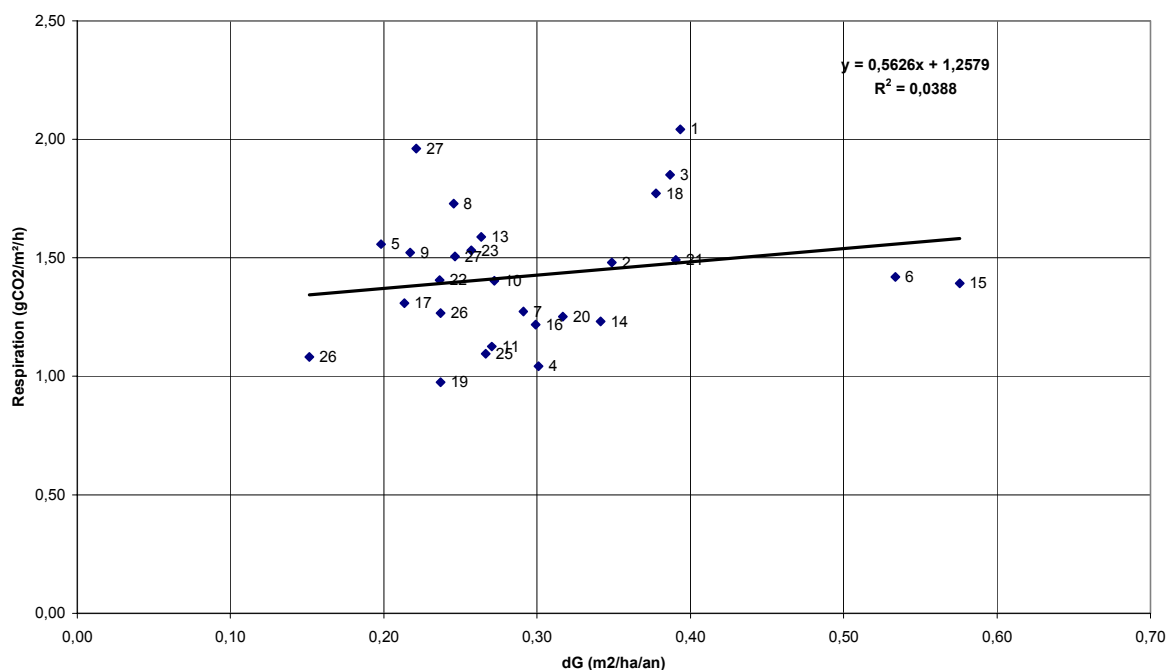
Nous trouvons, pareillement à l'étude effectuée en 2001, une régression avec un modèle puissance plus intéressante qu'avec un modèle linéaire, avec comme  $R^2$  respectif pour les différents modèles : 10,1% (puissance) et de 5,4% (linéaire). L'humidité montre une tendance assez nette de diminution avec un accroissement de la respiration. Cependant, la relation trouvée cette année 2002 (10.1%) est nettement plus faible que l'année passée (51%).



**Figure 5 Respiration moyenne par placette en fonction de l'humidité**

#### **d. Autres relations**

Aucune autre relation ne possède un  $R^2$  de régression linéaire ( $\alpha=5\%$ ) dépassant 7.3% (Tableau 3). C'est le cas de notre indice de productivité qui résulte de l'accroissement des diamètres entre 1993 et 2001 des arbres ayant eu plus de 10 cm en 1993 (dG en cm<sup>2</sup>) avec un  $R^2$  de 0.4%. l'accroissement des diamètres (dG) est faiblement corrélé inversement à la surface terrière (-2,2%). Cette relation possède une régression linéaire avec un  $R^2$  de 26.76%



**Figure 6** Respiration moyenne par placette en fonction de l'accroissement diamétral entre 1993 et 2001 des individus de diamètre à 1,3m de hauteur supérieur à 10 cm en 1993

## V. Discussion

### 1. Respiration

Les deux appareils (CIRAS & EGM) ne présentent pas les mêmes résultats. En effet, il a été nécessaire de caler les valeurs de l'appareil de mesure du flux de CO<sub>2</sub> « CIRAS » par rapport au deuxième appareil « EGM ». Pour cela nous avons rabaisser les valeurs du CIRAS (moyenne : 1.82 g/m²/h) au niveau de la moyenne de l'EGM (1.44 g/m²/h), comme pour l'étude effectuée en 2001 (FTH, 2001) à l'aide d'une régression linéaire reliant les 2 instruments. Pour cela nous avons émis l'hypothèse que la relation entre le CIRAS et l'EGM était linéaire. Malgré cette diminution, nos valeurs semblent nettement surestimées comparé au valeurs de 2001 (125 t CO<sub>2</sub>/ha/an calculé en 2002 contre 60 t CO<sub>2</sub>/ha/an en 2001). Cette valeur double par rapport à l'année passée peut être la conséquence d'une variabilité interannuelle non expliquée. Il est aussi possible que cette première hypothèse ne soient pas vraie et provoque cette surestimation. Il aurait été nécessaire de mieux étalonner nos appareils en comparant les valeurs des 2 appareils sur un même emplacement. Pour cela nous aurions pu poser une chambre de respiration sur un endroit fixe et changer d'appareil sans toucher à la chambre (en branchant alternativement la chambre sur l'un ou l'autre des 2 appareils).

### 2. G

La variable la plus explicative a été la surface terrière (G) avec un R<sup>2</sup> de 28,8%. En effet, nous pouvons supposer qu'un individu possédant un gros diamètre, et par conséquent une grosse surface terrière, a

développé un bon système racinaire actif (autotrophe) et un bon houppier délivrant une bonne litière permettant une décomposition active (hétérotrophe).

### **3. *dG***

La surface terrière (G) présente donc une régression linéaire significative à la différence de notre indice de productivité qui est en l'occurrence l'accroissement de la surface terrière entre 1993 et 2001 des individus présents sur la placette prospectée en 1993 avec un diamètre à hauteur de poitrine supérieur à 10cm ( $R^2=0.4\%$ ,  $\alpha=5\%$ ).

Cette absence de relation peut s'expliquer par un manque de représentativité de la part de notre variable. En effet, la productivité est généralement un volume et non une surface, ici en l'occurrence une surface terrière. Un arbre peut croître en hauteur tout en gardant un diamètre stable (accroissement nul). D'autre part, seuls les arbres de diamètre supérieur à 10cm ont été utilisés pour calculer l'accroissement de la surface terrière. Si les faibles diamètres ( $D1,3m < 10cm$ ) possèdent peu de « poids » dans la variable « surface terrière (G) », ils peuvent avoir une grande importance dans le calcul de l'accroissement de la surface terrière, d'autant plus que les drains ( $5 < D1,3m < 10cm$ ) possèdent souvent un accroissement plus fort que les plus gros diamètres. De surcroît, nous n'avons pas pris en compte les nouveaux individus issus du recrutement entre 1993 et 2001, qui, bien que de faible effectif (1 à 3 individus), représentent tout de même un accroissement non négligeable. En définitive, nous avons donc sous-estimé l'accroissement de la surface terrière (*dG*).

### **4. *Humidité***

Nous constatons une nette diminution des valeurs de l'humidité pour l'année 2002 comparé à l'année 2001 (FTH, 2001). Cette baisse peut résulter de notre échantillonnage trop large (16x16m) par rapport à celui effectué en 2001 (5x5m) et/ou d'une très grande variation interannuelle de l'humidité, peut-être à mettre en relation avec celle de la respiration. Nous trouvons néanmoins une diminution ( $R^2=10,1\%$ ) de la respiration avec une augmentation de l'humidité tout comme l'étude précédente (FTH, 2001) et Buchmann *et al.* (1997) lié à l'engorgement.

### **5. *Topographie***

Une indépendance de la respiration face à la topographie s'observe à l'inverse de l'étude de 2001. Cette non relation peut provenir du type d'échantillonnage. En 2001, les placettes furent placées le long de transects partant du plateau jusqu'aux bas-fonds à la différence de notre étude qui s'est basée sur des placettes discontinues et par conséquent indépendantes.

### **6. *Recrutement et mortalité***

Ne prenant pas en compte le recrutement et la mortalité dans notre indice de productivité nous avons donc regardé ces deux paramètres indépendamment. Néanmoins, ces deux variables n'ont présenté aucun résultat au niveau de nos placettes en raison de la faible surface prospectée (256 m<sup>2</sup>) donnant très peu d'individus nouveaux ou morts à cette échelle (de 1 à 3 en moyenne).



## **VI. Conclusion**

Nous avons, au cours de notre étude, trouvé une seule variable influant significativement sur la respiration du sol, à savoir la surface terrière. Cette variable peut être considérée comme assez représentative de la densité racinaire et de la quantité de litière produite. Plus la surface terrière augmente, plus la densité racinaire est forte et le feuillage dense, donc la litière produite plus importante, et par conséquent la respiration plus intense.

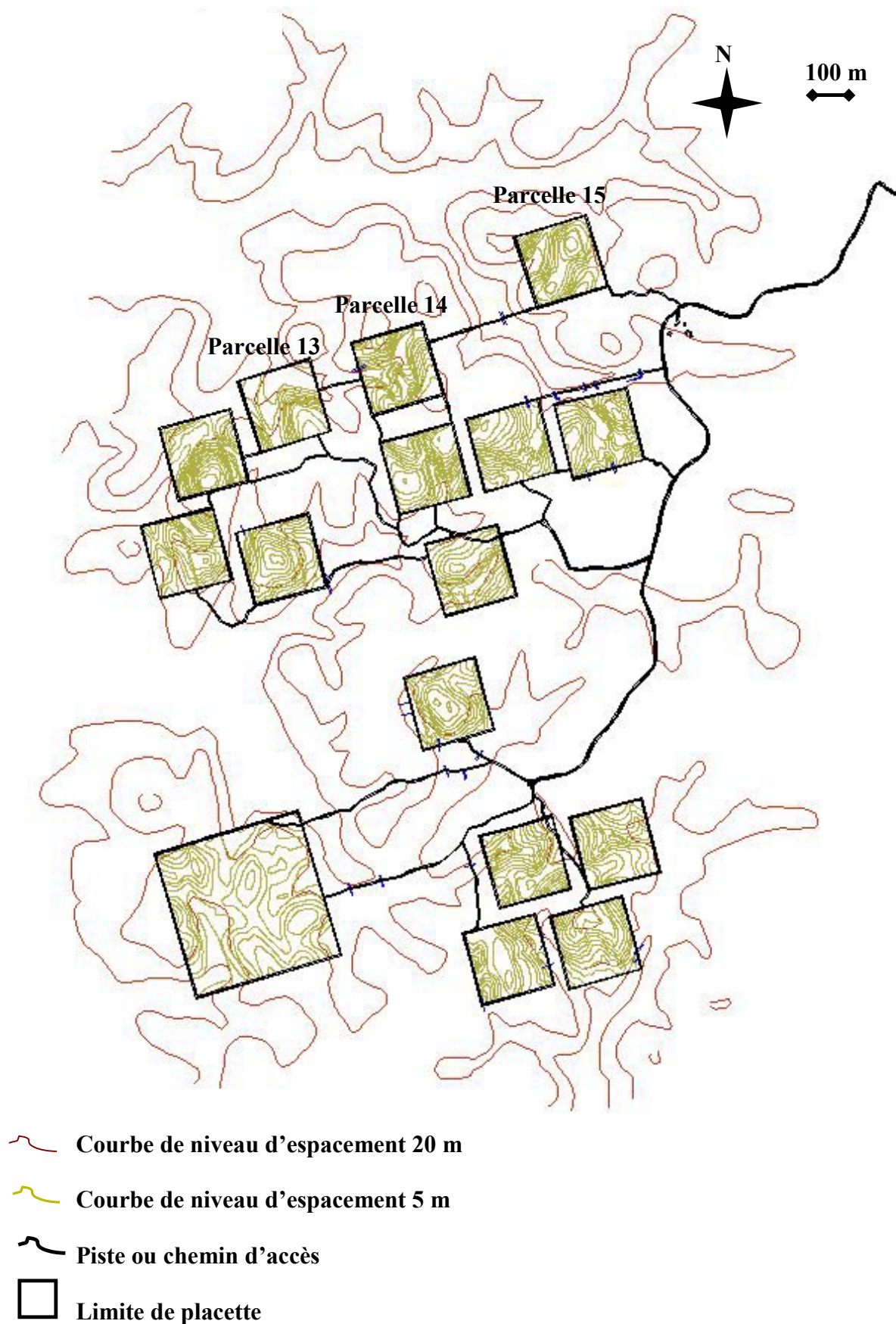
Cependant, la respiration du sol demeure un phénomène mal connu, dans la mesure où un certain nombre de facteurs restent à décrire : concernant notamment les propriétés physiques édaphiques, la qualité et la dégradabilité de la litière, le type de biodécomposeurs.

Enfin, il serait important de quantifier la part encore mal connue que joue la respiration du sol des écosystèmes tropicaux dans le bilan mondial des échanges gazeux.

## VII. Bibliographie

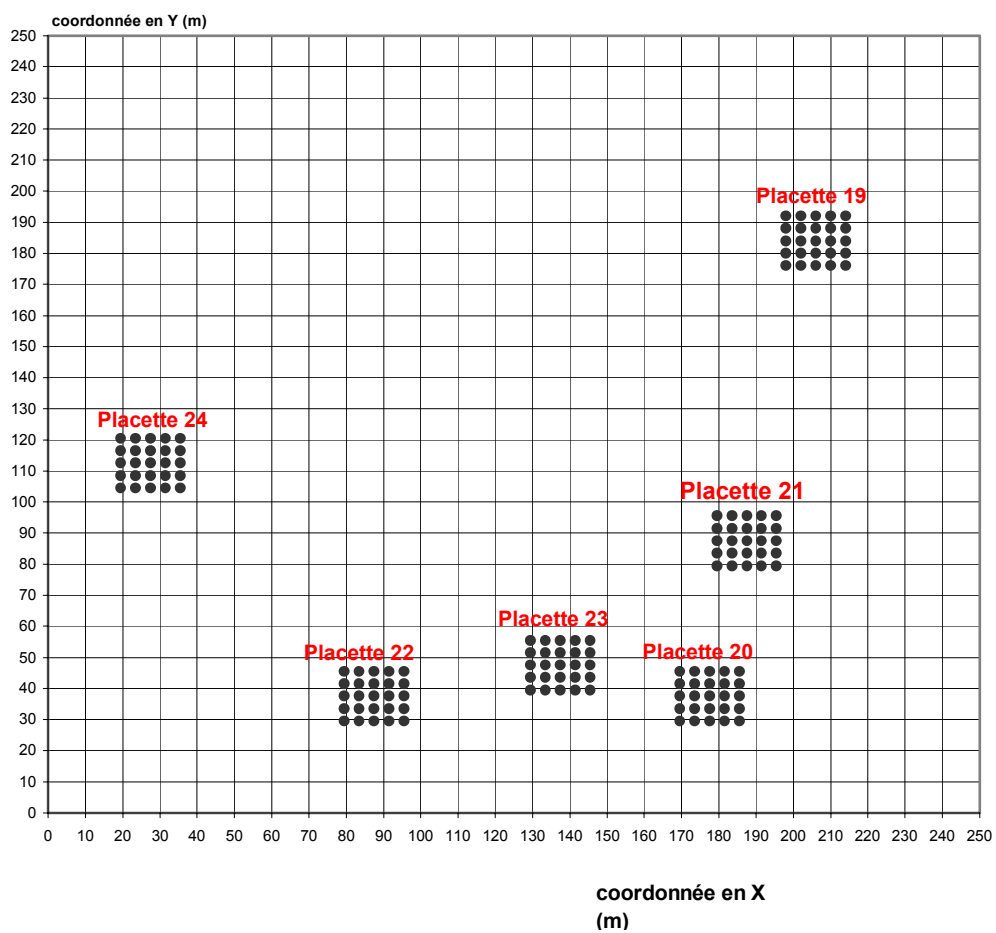
- BUCHUMANN N. ; GUEHL J.-M. ; BARIGAH T.-S. ; EHLERINGER J.-R.** – 1997 – Intersesonal comparison of CO<sub>2</sub> concentrations, isotopic composition, and carbon dynamics in an Amazonian rainforest (French Guiana). *Oecologia*, **110** : 120-131.
- EPRON D. ; FARQUE L. ; LUCOT E. ; BADOT P.-M.** – 1999 – Soil CO<sub>2</sub> efflux in a beech forest : the contribution of root respiration. *Ann. For. Sciences*, **56** : 289-295
- FANG C. ; MONCRIEFF J. B. ; GHOLZ H. L. ; CLARK K. L.** – 1998 – Soil CO<sub>2</sub> efflux and its spatial variation in a Florida slash pine plantation. *Plant and soil*, **205** : 135-146
- FTH** – 2001- Exercice de terrain : Respiration du sol, Engref, Kourou.
- GRANDVAL A.** – 1993 – Mise en évidence d'une structure spatiale du système de décomposition en relation avec la qualité de la litière en forêt guyanaise. *DEA d'écologie générale et production végétale*, Université Pierre et Marie Curie, Paris VI, 34 p.
- JANSSENS I. A. ; BARIGAH S. T. ; CEULEMANS R.** – 1998 - Soil CO<sub>2</sub> efflux in different tropical vegetation types in French Guiana. *Ann. For. Sciences*, **55** : 671-680
- PARGADE J.-** 2000 – Analyses des variations spatio-temporelles du flux de CO<sub>2</sub> d'un sol forestier mesuré par la méthode dynamique. *DEA de Biologie Forestière*, Université H. Poincaré, Nancy, INRA Bordeaux, 30 p.

**Annexe 1 : Carte de localisation des parcelles échantillonnées dans le dispositif de Paracou**



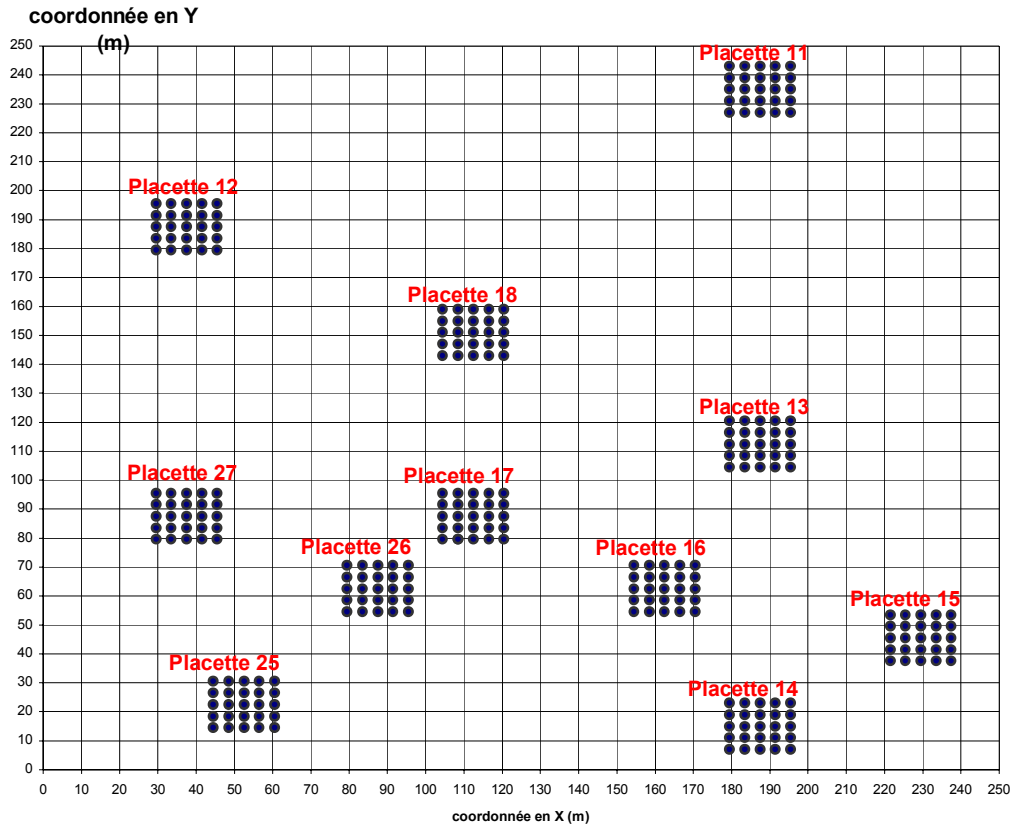
## Annexe 2 : Carte des parcelles et des placettes

### Parcelle 13



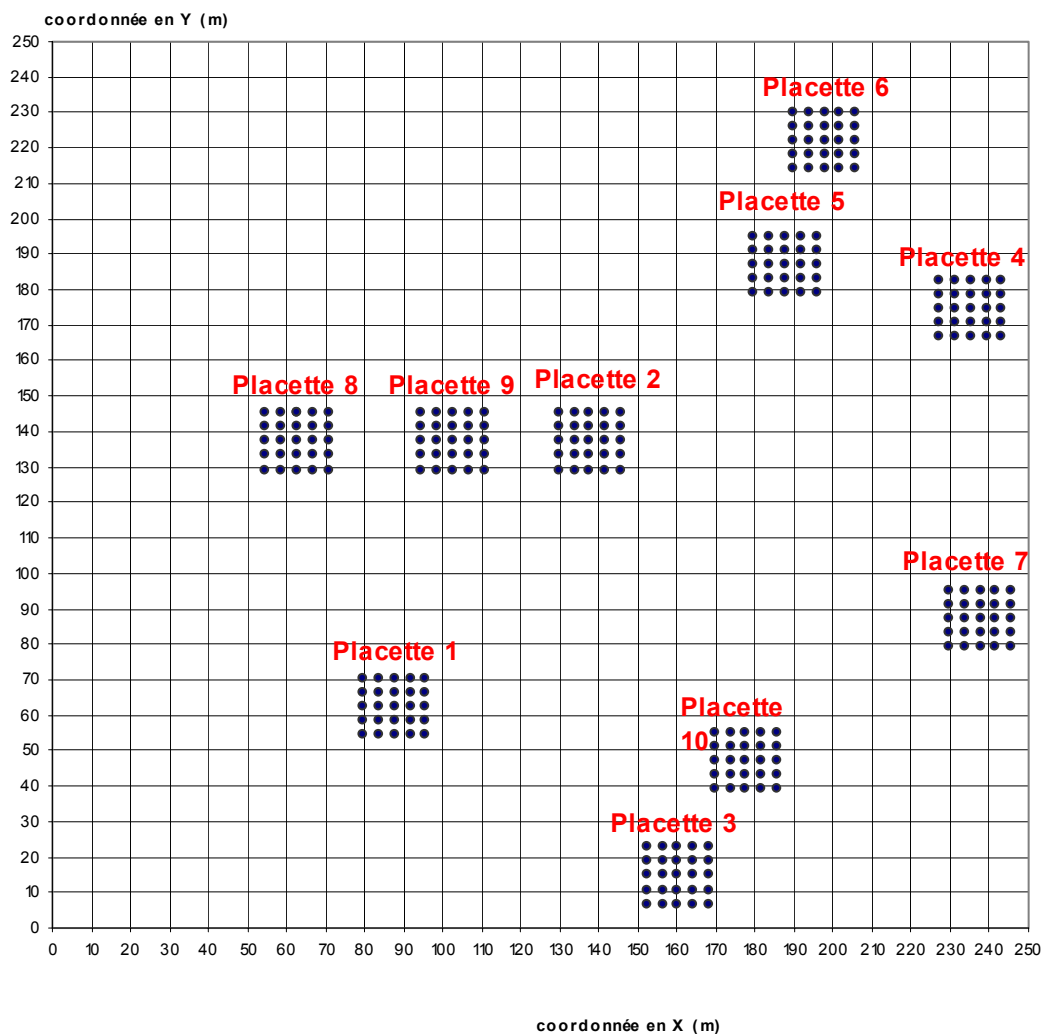
- relevé de flux de CO<sub>2</sub> émis par le sol et de l'humidité du sol

## Parcelle 14



- relevé de flux de CO<sub>2</sub> émis par le sol et de l'humidité du sol

## Parcelle 15



- relevé de flux de CO<sub>2</sub> émis par le sol et de l'humidité du sol

### Annexe 3 : Carte de positionnement d'une placette de relevés

