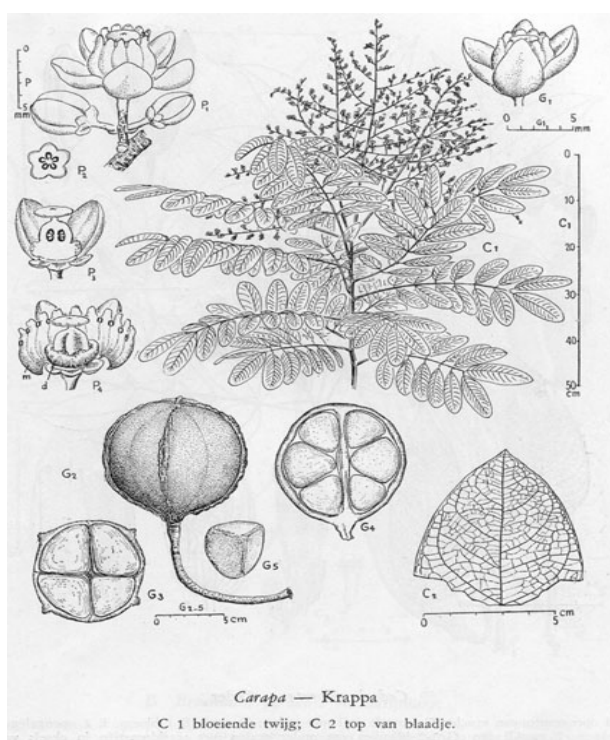


## **Forêts Tropicales Humides**

### **REPARTITION SPATIALE DE QUATRE ESPECES FORESTIERES SELON DEUX PARAMETRES: LES BAS- FONDS ET LA LUMIERE.**



#### **ENCADRANTS :**

Lilian BLANC  
François MORNEAU  
Olivier FLORES  
et Jean-Gaël

Benoit LOISEAU  
Dominique GARNIER  
Karine MILLER  
Sophie TRAVERS  
Théodore MBARO  
Thomas GIORDANENGO

*Septembre 2003.*

# REMERCIEMENTS

Nous tenons à adresser nos remerciements les plus sincères à Lilian, Olivier, François et Jean-Gaël pour leurs précieux conseils et leur encadrement très sympathique tout au long du projet.

Nous remercions également tous les étudiants et encadrants qui ont partagé avec nous cette agréable semaine à Paracou et ont contribué à y faire régner une ambiance à la fois studieuse mais aussi très décontractée...

# TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION .....	4
1. Méthodologie .....	5
1.1. Cartographie des bas-fonds et courbes de niveaux dans les zones tampons... 5	5
1.1.1. Relevés sur le terrain .....	5
➤ Délimitation des bas-fonds .....	5
➤ Topographie des zones tampon .....	6
1.1.2. Traitement informatique sur SIG.....	7
➤ Cartographie des bas-fond .....	7
➤ Cartographie des courbes de niveaux .....	7
1.2. Mesures de luminosité sur un échantillon de juvéniles de quatre espèces.....	8
1.2.1. Les différentes mesures de lumière .....	8
➤ Indice de Dawkins .....	8
➤ LAI (Leaf Area Index).....	8
➤ Photos hémisphériques .....	9
1.2.2. Relevés sur le terrain et traitement informatique .....	9
2. Résultats et analyse .....	10
2.1. Etude de la répartition des jeunes individus en bas-fond et hors bas-fond ...	10
➤ <i>Carapa procera</i> .....	10
➤ <i>Eperua falcata</i> .....	11
➤ <i>Eperua grandiflora</i> et <i>Virola michelii</i> .....	11
2.2. Résultats relatifs à la lumière .....	12
2.2.1. Impact des traitements sylvicoles.....	12
2.2.2. Corrélation Plant Area Index (PAI) / indice de Dawkins.....	13
2.2.3. PAI par espèce .....	14
2.2.4. Indice de Dawkins par espèce .....	15
2.2.5. Distinction bas-fonds/hors bas-fonds pour <i>Carapa procera</i> et <i>Eperua falcata</i> .....	15
3. Synthèse et discussion.....	17
3.1. Synthèse.....	17
3.2. Discussion.....	18
CONCLUSION.....	20
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	21
TABLE DES ANNEXES .....	22

# INTRODUCTION

Le dispositif de Paracou a été mis en place en 1984 afin d'étudier les effets d'une exploitation classique de bois d'œuvre et de traitements sylvicoles sur la dynamique des essences forestières. Le principal objectif est d'aider le gestionnaire forestier à élaborer des règles de gestion durable de la ressource forestière et donc d'établir un modèle d'exploitation forestière qui, tout en assurant une production de bois, permet le renouvellement des essences de valeur.

Douze parcelles carrées de 9 ha chacune ont été délimitées sur le site de Paracou (Annexe1). Certaines ont subi dans les années 1986-1987 des traitements sylvicoles de trois intensités différentes. Le « bloc sud » du dispositif est constitué des parcelles 9, 10, 11 (parcelle témoin) et 12, sur lesquelles ont été identifiés et référencés les individus de plus de 10 cm de toutes les essences forestières. Un second recensement est venu compléter le premier avec les individus dont le diamètre est compris entre 1 et 10 cm, dits « juvéniles », de 15 espèces forestières choisies.

Parmi les facteurs édaphiques qui varient au sein des parcelles du dispositif, la profondeur de la nappe d'eau peut avoir un effet important sur la distribution des espèces (Collinet, 1997). La variation d'ouverture du milieu engendrée par les différents traitements sylvicoles permet d'étudier le tempérament des espèces vis-à-vis de la lumière.

Les précédents exercices du module FTH (1998, 1999) ont mis en évidence une grande diversité stationnelle au sein des bas-fonds. Les exercices FTH de 2000 et 2001 ont cartographié les bas-fonds de l'ensemble des parcelles du dispositif. La variable édaphique « engorgement » a ainsi pu être croisée avec différents paramètres qui influent sur la dynamique forestière, notamment la surface terrière.

Ayant constaté un accroissement de l'arbre moyen plus rapide dans les bas-fonds, des hypothèses avaient été émises : cet accroissement pourrait s'expliquer soit par une meilleure disponibilité en eau pendant la saison sèche, soit par un meilleur éclaircissement (les bas-fonds étant plus ouverts) et une moindre compétition (surface terrière plus faible).

Notre travail dans le cadre du module FTH 2003 a été consacré exclusivement à quatre essences : *Carapa procera*, *Eperua falcata*, *Eperua grandiflora* et *Virola michelii*. Des hypothèses sur les tempéraments de ces quatre espèces vis-à-vis des bas-fonds et de la lumière étant posées pour les individus adultes, il s'agissait de les valider et de les compléter en étudiant les réactions des juvéniles par rapport à ces paramètres et en obtenant des informations sur leur dynamique spatiale. Plusieurs ateliers de terrain ont été entrepris : vérification de certaines données individuelles, cartographie des bas-fonds et topographie des zones tampons entre les parcelles, et enfin différentes mesures de lumière.

Dans un premier temps nous présenterons la méthodologie adoptée (matériels et méthodes) pour la réalisation des travaux de terrain, puis le traitement des données sur Arcview GIS 3.2. Dans un deuxième temps, nous exposerons les différents résultats et leur analyse. Enfin nous terminerons par une synthèse générale et une discussion sur les résultats et les méthodes utilisées.

# 1. Méthodologie

## 1.1. Cartographie des bas-fonds et courbes de niveaux dans les zones tampon

Il s'agit de situer les arbres géo-référencés par rapport aux bas-fonds et d'émettre ainsi des hypothèses quant aux préférences édaphiques des espèces. Sur le terrain, cela consiste à déterminer à quelle profondeur se situe la nappe d'eau associée aux bas-fonds des parcelles étudiées.

Les points choisis pour mesurer cette profondeur sont constitués par les arbres numérotés, et donc géo-référencés, qui bordent les criques.

La détermination de la profondeur de la nappe à l'aplomb des arbres inventoriés avait déjà été réalisée en 2001 dans les parcelles. Ce travail a été complété lors du module FTH de 2003 dans les zones tampons, entre les parcelles.

### 1.1.1. Relevés sur le terrain

#### ➤ Délimitation des bas-fonds

##### Cas général :

On pose l'hypothèse que le toit de la nappe est horizontal, perpendiculairement à la crique, et est matérialisé par la surface de l'eau. Un observateur se place dans la crique perpendiculairement à l'arbre choisi ; il vise, à l'aide d'un clinomètre, une perche graduée tenue par un collègue au pied de l'arbre. Le calcul de la hauteur entre le pied de l'arbre et la nappe d'eau est le suivant (Fig.1):

$$P = x - y$$

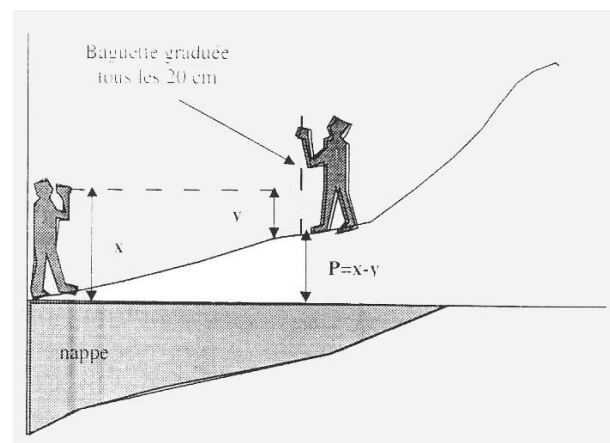


Figure 1 : Mesure de la profondeur de la nappe

Dans les zones humides où l'eau n'affleure pas, des trous réalisés à la tarière permettent de visualiser le toit de la nappe par la hauteur d'eau dans le trou.

La hauteur entre le pied de l'arbre et la surface de la nappe est obtenue par la même méthode en positionnant l'observateur au niveau du trou (Fig. 2). Le calcul est donc le suivant :

$$P = x - y + p'$$

Où  $p'$  est la profondeur de la nappe au niveau du trou.

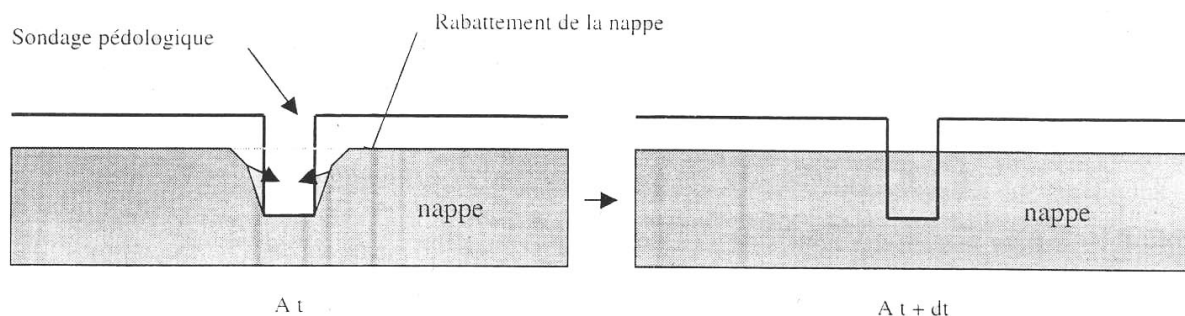


Figure 2 : Visualisation de la hauteur de la nappe par un trou de tarière.

### Cas des zones à méandres :

La surface de la nappe peut subir des déformations dans les zones de méandres. Le niveau de l'eau dans la crique ne peut pas forcément être extrapolé à l'aplomb des arbres (Fig.3). Dans ce cas, plusieurs trous à la tarière sont réalisés pour évaluer au mieux la profondeur de la nappe en dessous de l'arbre visé. Une moyenne est alors estimée pour définir la profondeur de la nappe.

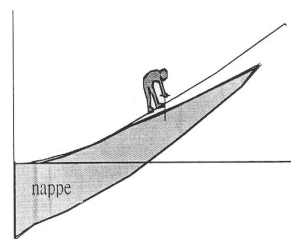


Figure 3 : hauteur de nappe.

### ➤ Topographie des zones tampon

La zone tampon autour d'une parcelle est large de 25 m et est matérialisée par deux lignes successives de piquets de wapa espacés les uns aux autres de 12.5 m. La première ligne à 12,5 m est supposée parallèle au bord de la parcelle, tandis que la seconde, délimitant la zone tampon, est relativement imprécise.

Deux protocoles différents ont donc été (Fig. 4) :

- Pour la ligne intermédiaire, mesure de la pente uniquement entre deux piquets,
- Pour la limite externe, mesure de la pente, de l'azimut et de la distance entre les piquets.

Un géomètre a positionné précisément les coins des parcelles avec un GPS, et effectué une mesure précise de l'altitude de chaque coin et des points situés au milieu des côtés des parcelles.

Un cheminement a été suivi à partir du coin des parcelles, sur les deux longueurs de piquets. Des visées de vérification ont été effectuées sur les points référencés par le géomètre.

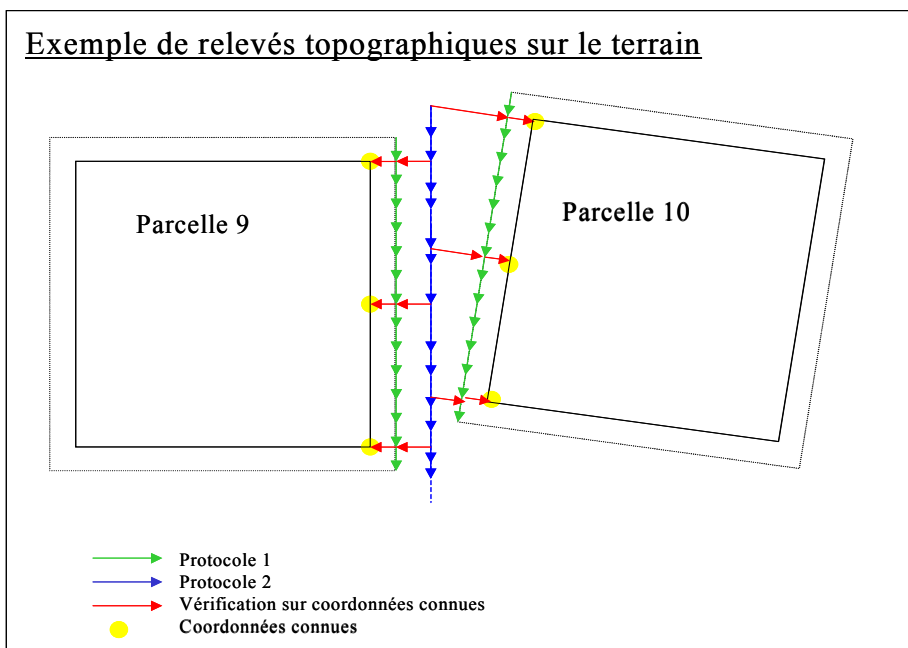


Figure 4 : Exemple de relevés topographiques effectués sur le terrain

### 1.1.2. Traitement informatique sur SIG

#### ➤ **Cartographie des bas-fonds**

Les points désormais caractérisés par une profondeur de nappe et référencés sur SIG sont regroupés en trois classes :

- Classe 1 : la nappe est située à moins de 60 cm du pied de l'arbre,
- Classe 2 : la nappe est située entre 60 cm et 100 cm du pied de l'arbre,
- Classe 3 : la nappe est située à plus de 100 cm du pied de l'arbre.

Les limites de ces zones sont ensuite tracées manuellement, en estimant leur conformation à partir des profondeurs de nappe mesurées (Annexe 2).

#### **Limite :**

Le nuage de points relativement clairsemés ne donne qu'une idée approximative des limites 60 cm et 100 cm. Dans la mesure du possible, on s'est appuyé sur les courbes de niveau.

#### ➤ **Cartographie des courbes de niveaux**

Les courbes de niveaux à l'intérieur des parcelles ont déjà été réalisées par une précédente promotion. L'équipe FTH 2003 a complété la cartographie dans les zones tampon : l'ensemble du bloc sud du dispositif de Paracou est désormais cartographié.

#### **Calcul des altitudes**

L'altitude de référence prise pour chaque cheminement est celle calculée par le géomètre en coin de parcelle.

Pour la première série de relevés (ligne du milieu, supposée parallèle à la limite de la parcelle), l'altitude à chaque point est obtenue grâce à l'altitude du point précédent et à la pente entre ces deux points.

Pour la seconde série (limite externe de la zone tampon), le calcul de l'altitude est complété par le positionnement des points sur la carte grâce à l'azimut, à la pente, et à la distance entre deux points successifs.

L'altitude ainsi calculée est confrontée régulièrement à celle des points intermédiaires mesurés par le géomètre. L'erreur d'altitude constatée est ensuite répartie sur l'ensemble des points du cheminement (Fig. 4).

#### **Dessin des courbes de niveaux sur SIG**

Les points dont l'altitude a été mesurée et/ou calculée sont positionnés sur SIG. On s'appuie ensuite sur ces points pour tracer des courbes de niveau équidistantes de 5m (Annexe 2).



### ➤ **Photos hémisphériques**

Ces photos sont prises par l'intermédiaire d'un objectif « fisheye » permettant de visualiser la demi-sphère de canopée se trouvant au-dessus de l'individu étudié.

Un traitement informatique des photos permet de chiffrer la « porosité » de la canopée, et donc d'évaluer la lumière reçue par l'individu.

#### **Limites :**

Aucune lumière directe ne doit atteindre le fisheye (pour éviter un éblouissement sur la prise de vue) : il faut donc prendre les photos suffisamment tôt le matin ou en soirée, quand le soleil n'est pas visible.

Des reflets sur des troncs ou sur des feuilles peuvent également être interprétés comme des tâches de lumières et fausser les résultats.

L'équipe du module FTH 2003 a participé à la prise de photographies mais n'a pas pu les analyser à cause des délais du traitement informatique.

### **1.2.2. Relevés sur le terrain et traitement informatique**

L'échantillonnage tient compte des hypothèses émises sur les préférences édaphiques des espèces :

Pour *Carapa procera* et *Eperua falcata*, supposées tolérantes dans les bas-fonds, l'échantillon comporte des individus à la fois dans les bas-fonds et hors bas-fond (une vingtaine dans chaque milieu).

Pour *Eperua grandiflora* et *Virola michelii*, supposées intolérantes aux situations de bas-fond, l'échantillon ne comporte que des individus situés hors bas-fonds (une vingtaine).

Les données ont été saisies sous tableur Excel afin de pouvoir classer les 4 essences retenues selon leur affinité vis à vis de la lumière.

## 2. Résultats et analyse

### 2.1. Etude de la répartition des jeunes individus en bas-fond et hors bas-fond

La cartographie complète des bas-fonds du secteur sud nous permet d'étudier la répartition des juvéniles (diamètre compris entre 1 et 10 cm) des quatre espèces par rapport aux conditions d'engorgement, c'est-à-dire en bas-fond (classes 1 et 2 de profondeur de nappe) et hors bas-fond (classe 3 de profondeur de nappe) (Annexes 4, 5, 6 & 7).

Nous affinons cette répartition en regroupant ces individus en cinq classes de diamètres. Ceci nous permet d'obtenir des informations sur la dynamique des jeunes peuplements, avec comme hypothèse que ces populations sont à l'équilibre (autrement dit que les effectifs de chaque classe d'âge sont stables, malgré les traitements sylvicoles qui ont eu lieu dans les parcelles).

Nous avons choisi de visualiser ces résultats grâce à deux types de diagrammes dans lesquels nous distinguons les individus en bas-fond (BF) et hors bas-fond (HBF) :

**Type a** : densité d'individus à l'hectare, en fonction de la classe de diamètre et selon le milieu dans lequel ils se trouvent,

**Type b** : pour chaque milieu, pourcentage des individus de chaque classe de diamètre.

Les diagrammes obtenus sont regroupés dans l'annexe 8, leur lecture et leur interprétation ne peut se faire sans les cartes de répartition des individus sur le bloc sud. Le diagramme de type b permet d'émettre des hypothèses sur le taux de mortalité et le taux de survie des espèces entre différentes classes de diamètres, dans un milieu donné.

#### ➤ *Carapa procera*

La carte de répartition de *Carapa procera* dans le bloc sud (Annexe 4) montre une densité d'individus légèrement plus forte dans les parcelles traitées (9, 10 et 12) par rapport à la parcelle n°11 (parcelle témoin). Ceci montre que le *Carapa* a été sensible aux traitements sylvicoles, c'est à dire à l'ouverture du milieu.

On peut voir sur le diagramme **1a** que la densité de juvéniles de la première classe de diamètre est 4 fois plus élevée en bas-fond qu'hors bas-fond, alors que ces densités sont similaires pour la dernière classe de diamètre : les juvéniles, entre ces deux classes, ont donc un meilleur taux de survie hors des bas-fonds. Ceci est confirmé par le diagramme **1b**. La dynamique des jeunes individus de *Carapa* serait donc fortement liée aux conditions édaphiques.

De plus, les deux diagrammes tendent à montrer qu'il existe en bas-fond une forte mortalité entre les classes de diamètre 5-7 cm et 7-9 cm. On peut émettre l'hypothèse que le *Carapa* développerait, à ce stade, une certaine intolérance à l'excès d'ombre. Mais le nombre d'individus de *Carapa* recensés en bas-fond n'est que de 40 : des études supplémentaire de lumière et d'architecture sur les individus de ces classes de diamètre sont nécessaires pour pouvoir valider cette hypothèse.

La densité de juvéniles de diamètre 1 à 3 cm est assez faible (12 individus/ha en bas-fond) par rapport aux autres espèces ; cela pourrait être dû soit à une faible quantité de graines germées (la carte de répartition montre une faible densité de *Carapa* adultes), soit éventuellement à une mortalité importante des juvéniles de diamètre inférieur à 1 cm.

### ➤ *Eperua falcata*

La carte de répartition de *Eperua falcata* (Annexe 5) montre une présence de l'espèce dans une zone très bien délimitée du secteur sud, mais à cheval sur les différentes parcelles. Les éclaircies n'ont eu aucun effet sur la dynamique des juvéniles : la lumière serait sans influence sur leur répartition.

Le diagramme **2b** montre clairement que, dans ce site, la dynamique des jeunes peuplements d'*Eperua falcata* ne dépend pas des conditions d'engorgement, puisque les histogrammes en bas-fond et hors bas-fond sont très fortement similaires.

Le diagramme **2a** indique une densité de juvéniles de la première classe de diamètre nettement supérieure en bas-fonds par rapport à la densité hors bas-fond. Cependant ces densités sont sous-estimées et même faussées, car elles ont été calculées sur la surface totale du bloc sud, dont une grande partie ne contient pas du tout d'*Eperua falcata*. Il est plus pertinent de recalculer ces densités en se basant sur la surface où les individus sont effectivement présents. Le SIG permet de matérialiser précisément le contour du peuplement et d'en calculer la surface en bas-fond et hors bas-fond.

Le diagramme des densités de juvéniles à l'hectare par classe de diamètre et par milieu obtenu à partir de ces nouvelles surfaces est le suivant :

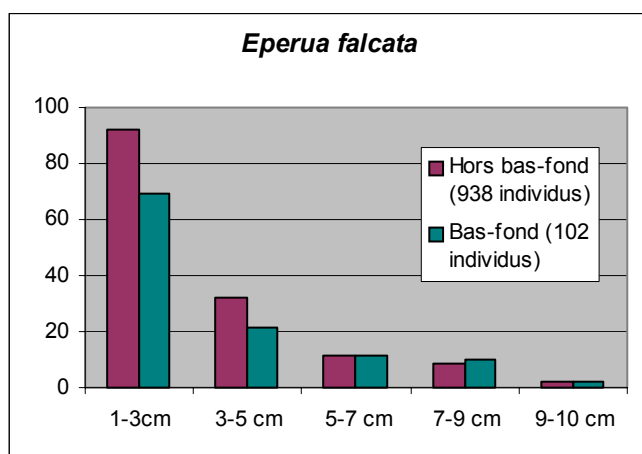


Figure 5 : densité de l'*Eperua falcata* à l'hectare, par milieu et par classe de diamètre, sur la surface ajustée au peuplement

On constate que les rapports de densité hors bas-fond/bas-fond sont radicalement différents de ceux obtenus avec la surface totale du bloc sud : là où l'*Eperua falcata* est présent, sa densité est plus élevée hors bas-fond qu'en bas-fond, mais sa dynamique spatiale ne dépend pas de sa situation édaphique.

### ➤ *Eperua grandiflora* et *Virola michelii*

La carte de répartition de *Virola michelii* (Annexe 7) montre que cette espèce est sensible aux traitements sylvicoles, et donc à l'ouverture du milieu, car sa densité est beaucoup plus importante dans les parcelles traitées. Quand à *Eperua grandiflora* (Annexe 6), on observe que sa densité est plus élevée dans la parcelle témoin, mais on ne peut pas en déduire un éventuel effet de l'ouverture du milieu sur cette espèce.

Les cartes confirment le caractère intolérant aux bas-fonds observés chez ces deux espèces, puisque la quasi-totalité des individus adultes et juvéniles sont situés hors bas-fond. Les effectifs de juvéniles observés en bas-fond sont extrêmement bas :

10 individus pour le *grandiflora*, et 30 individus pour le *Virola*, ce qui empêche de tirer des conclusions sur la dynamique des jeunes peuplements de ces espèces en bas-fond. En revanche, les diagrammes montrent que, dans ce site, les juvéniles de ces deux espèces, situés hors bas-fond, sont présents avec une grande densité pour les diamètres de 1 à 3 cm ; mais ils subissent une forte mortalité entre les deux premières classes de diamètre étudiées.

Puisque *Eperua grandiflora* et *Virola michelii* n'ont pas les mêmes comportements selon les traitements, il semble intéressant, pour affiner l'étude, de refaire les deux types de diagrammes en ne considérant que la parcelle témoin n°11. Les résultats sont situés dans l'annexe 9, mais ils n'apportent pas d'information nouvelle et intéressante dans le cadre de cette étude.

## 2.2. Résultats relatifs à la lumière

### 2.2.1. Impact des traitements sylvicoles

Une analyse statistique rapide a été réalisée à partir des données du site de Paracou pour déterminer l'influence du traitement sylvicole (et donc de la mise en lumière) sur le développement de jeunes individus des quatre espèces étudiées.

*Rappel :*

- La parcelle 11 (parcelle témoin du dispositif) n'a subi aucun traitement sylvicole.
- La parcelle 9 a subi le traitement T1: exploitation de bois d'œuvre selon la méthode traditionnelle. Environ 10 arbres par hectare parmi une cinquantaine d'essences forestières, dont le diamètre mesuré à 1m30 (DBH) est supérieur à 50 cm.
- La parcelle 10 a subi le traitement T2: traitement T1, puis éclaircies par dévitalisation d'environ 30 arbres/ha de DBH > 40 cm appartenant à des essences sans intérêt commercial.
- La parcelle 12 a subi le traitement T3 : traitement T1, puis prélèvement d'environ 15 arbres/ha pour le bois d'énergie, puis éclaircies par dévitalisation d'environ 20 arbres/ha de DBH > 50 cm appartenant à des essences sans intérêt commercial.

Les traitements appliqués sont donc de plus en plus « sévères » en classant les parcelles dans l'ordre suivant : 11, 9, 10 et 12.

Le tableau suivant présente le rapport juvéniles/adultes pour chaque parcelle du bloc sud et dans la Zone Inter Parcelles (ZIP). Pour une meilleure compréhension du tableau, il est intéressant de se référer aux cartes de répartition des espèces en annexes 4, 5, 6, et 7.

Parcelle	<i>Carapa procera</i>	<i>Eperua falcata</i>	<i>Virola michelii</i>	<i>Eperua grandiflora</i>
11 (témoin)	0.8	1.3	5.4	3.3
9	1.3	2.1	34.9	4.5
10	1.4	1.6	24.7	7.3
12	1.1	3.0	22.8	3.7
ZIP	1.7	1.1	4.3	5.3

Tableau 1 : Ratio juvéniles/adultes par espèce et par parcelle

Les traitements sylvicoles appliqués ont un impact évident sur le développement du *Virola michelii*. Tout traitement qui crée des mises en lumière provoque un développement important des juvéniles par rapport au nombre d'adultes présents dans la parcelle.

Pour le *Carapa procera* et l'*Eperua grandiflora*, les résultats obtenus ne permettent pas d'interprétation particulière. A la lecture de la carte de répartition, le *Carapa procera* semble se développer plus facilement avec une mise en lumière, mais cela n'est pas confirmé de manière significative dans le tableau 1.

L'*Eperua falcata* possède une stratégie d'occupation de l'espace particulière. La carte montre une répartition très localisée de cette essence, qui semble relativement indépendante des mises en lumière réalisées par les traitements.

### 2.2.2. Corrélation Plant Area Index (PAI) / indice de Dawkins

Avant d'analyser les résultats pour chaque espèce, il est intéressant de comparer la cohérence des deux méthodes de mesure utilisées (le PAI et l'indice de Dawkins), sachant qu'elles n'ont pas vocation à évaluer la même grandeur. L'histogramme suivant présente les moyennes de PAI pour chaque indice de Dawkins, toutes essences confondues.

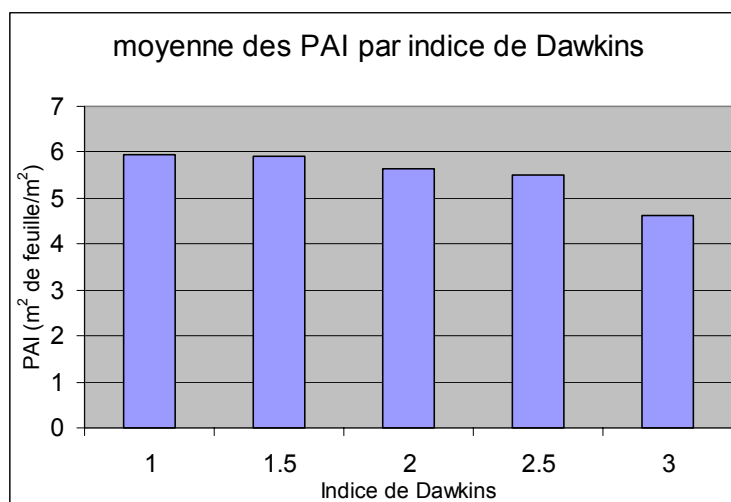
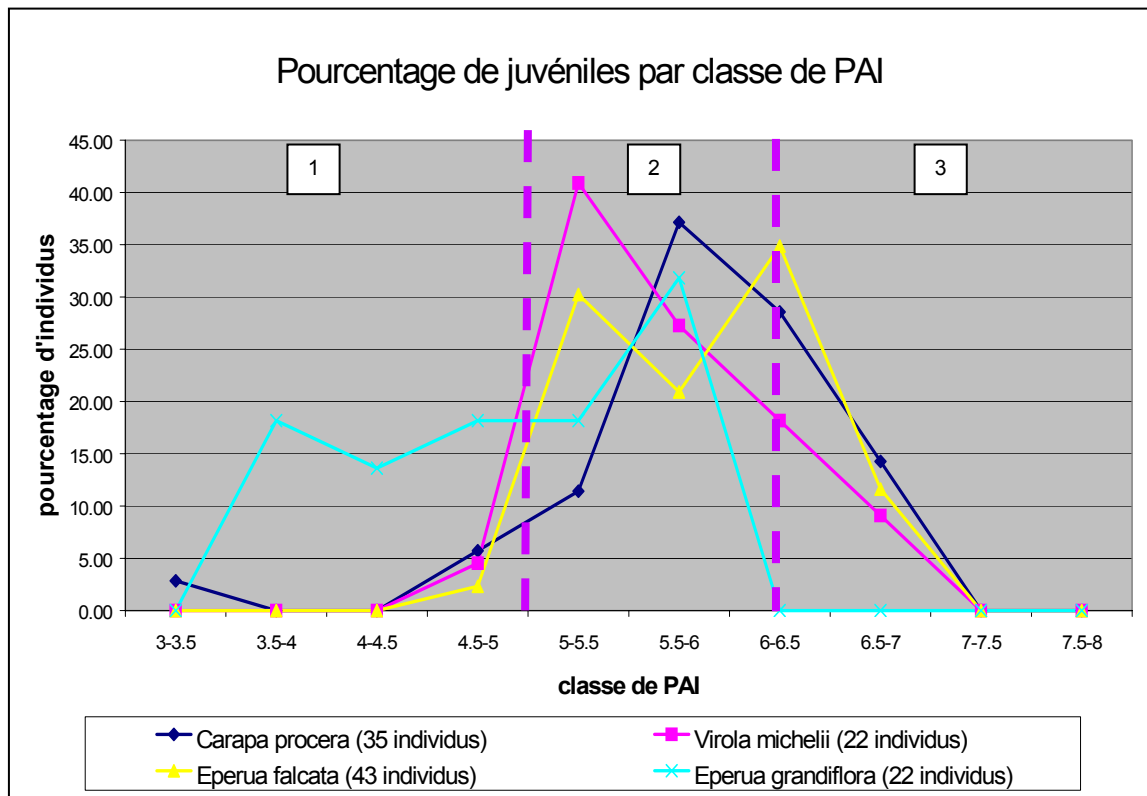


Figure 6 : Moyenne des PAI par indice de Dawkins

La corrélation entre ces deux paramètres a été calculée mais n'est pas significative. Cet histogramme présente une certaine cohérence entre la luminosité mesurée (inversement proportionnelle au PAI) et l'indice de Dawkins observé. L'appréciation visuelle de l'indice de Dawkins semble avoir été relativement fiable.

### 2.2.3. PAI par espèce

Le graphique suivant présente, pour chaque espèce, la proportion de juvéniles par classe de PAI (amplitude des classes : 0,5).



**Figure 7** : Pourcentage de juvéniles par classe de PAI

Le PAI représente la surface de feuilles, tiges et autres obstacles interceptant la lumière : plus le PAI diminue, plus il y a de lumière disponible sous la canopée.

Il n'y a pas de différence significative dans les PAI estimés pour l'*Eperua falcata*, le *Virola michelii* et le *Carapa procera*. Les individus se situent en large majorité dans des zones où le PAI est compris entre 5 et 7 (Zone 2 sur le graphe).

En revanche, l'*Eperua grandiflora* se distingue des autres espèces : il semble se développer dans un intervalle de PAI beaucoup plus large, de 3 à 6 (Zone 1, plus éclairées), tandis que les trois autres espèces pourraient se développer dans des zones plus ombragées (zone 3).

#### 2.2.4. Indice de Dawkins par espèce

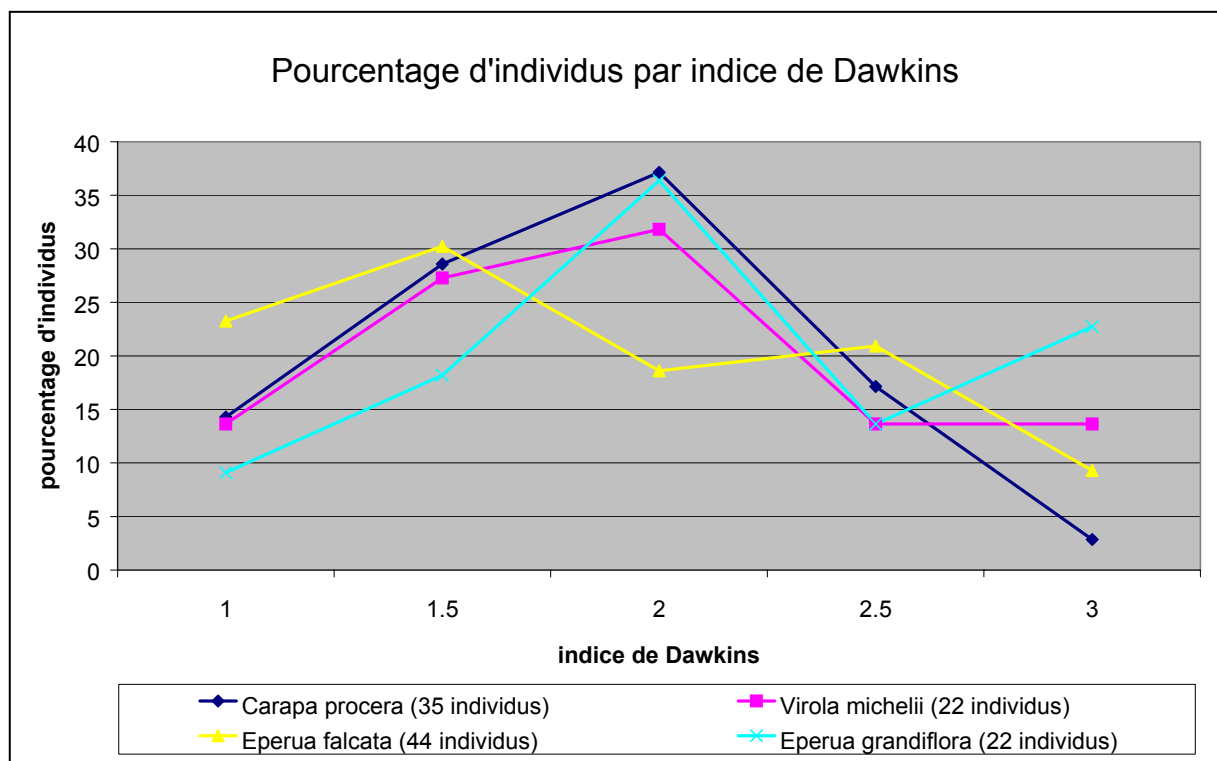


Figure 8 : Pourcentage d'individus par indice de Dawkins

Trois espèces (*Carapa procera*, *Virola michelii* et *Eperua grandiflora*) ont une grande proportion d'individus avec un indice de Dawkins de 2 (réception moyenne de lumière latérale). Pour l'*Eperua falcata*, les juvéniles se retrouvent dans des conditions lumineuses variables, avec une tendance sciaphile.

#### 2.2.5. Distinction bas-fonds/hors bas-fonds pour *Carapa procera* et *Eperua falcata*

D'après les hypothèses de départ, le *Carapa procera* et l'*Eperua falcata* sont supposés être des espèces tolérantes en bas-fonds. Des mesures de lumière ont alors été réalisées sur ces espèces à la fois en bas-fond et hors bas-fond, pour essayer d'analyser l'influence du paramètre "lumière" dans ces deux zones.

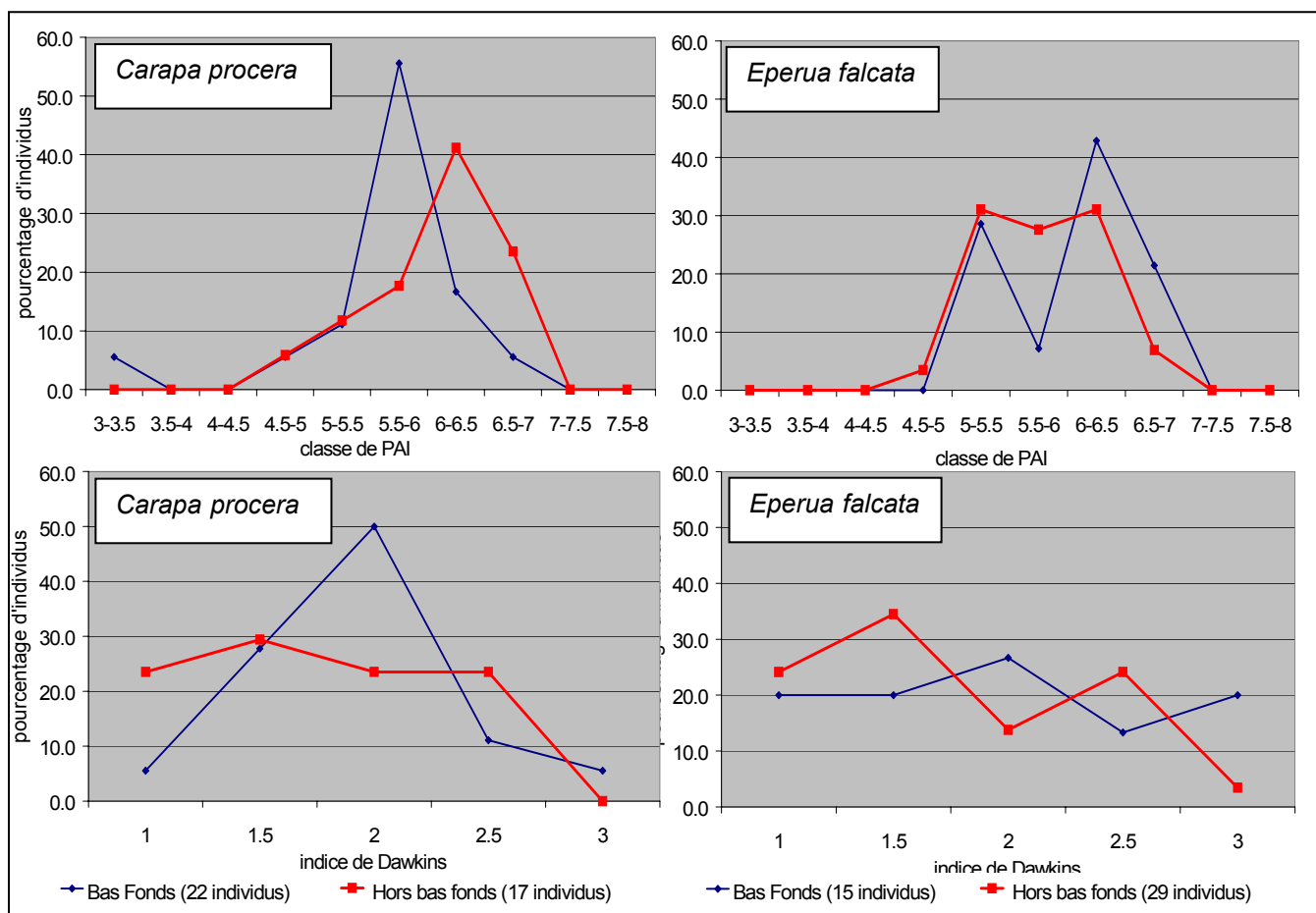


Figure 9 : pourcentage d'individus par classe de PAI et indice de Dawkins, en bas-fond et hors bas-fond pour le *Carapa procera* et l'*Eperua falcata*

La gamme de PAI mesurée pour les juvéniles des deux espèces s'étend de 4,5 à 7,5 en bas-fond et hors bas-fond. Les différences observées entre les zones de bas-fond et hors bas-fond ne semblent pas significatives.

Les indices de Dawkins mesurés sont répartis sur les différentes classes, avec une tendance sciaphile pour l'*Eperua falcata*, en bas-fond et hors bas-fond. Pour le *Carapa procera*, une proportion d'individus relativement importante possède un indice de Dawkins de 2 en bas-fonds. Les juvéniles seraient donc plus exigeants en lumière dans les bas-fonds, alors qu'ils se rencontreraient plutôt sous couvert en dehors des bas-fonds.

Il faut cependant rester prudent quand à ces conclusions car l'échantillonnage a été réalisé avec un faible nombre d'individus.

### 3. Synthèse et discussion

#### 3.1. Synthèse

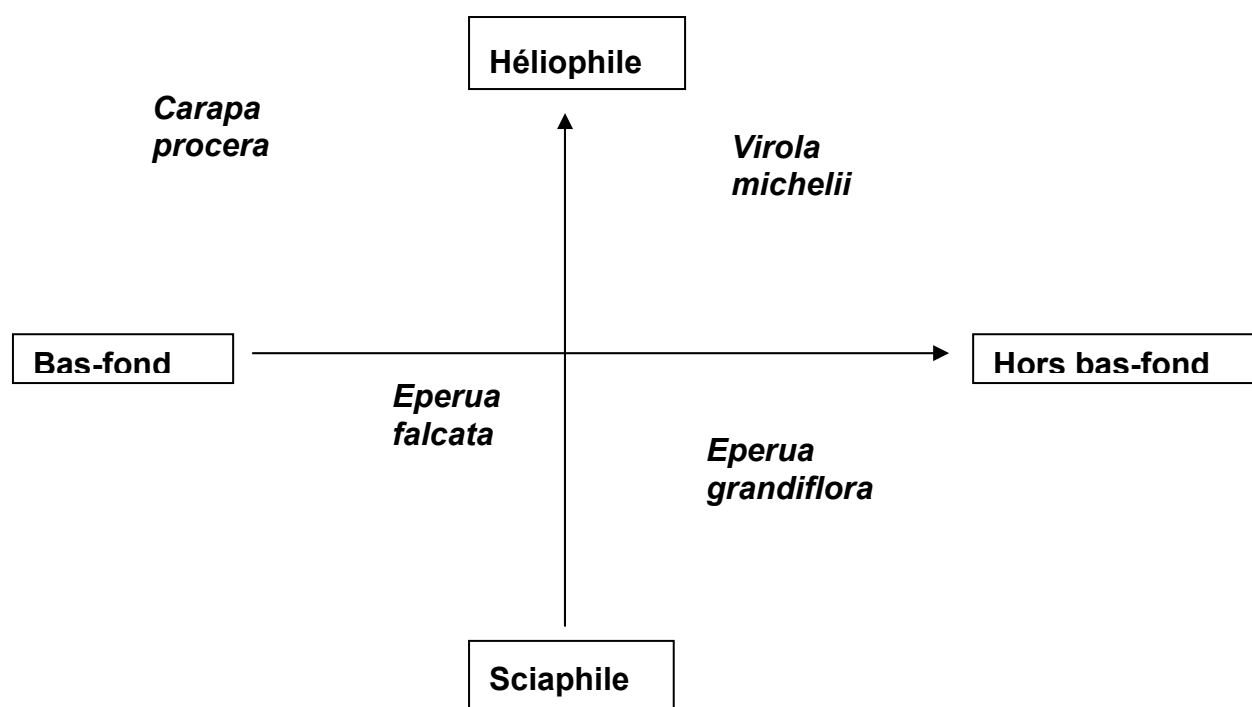
Pour l'analyse nous avons disposé non seulement des mesures prises sur le terrain mais aussi de celles des années précédentes. Notre étude permet donc d'affiner des résultats déjà énoncés et, grâce à l'inventaire des juvéniles, de caractériser leur comportement.

Une analyse des densités en bas-fond et hors bas-fond avait déjà été menée par B. Ferry pour les arbres adultes. Le tableau 2 donne les densités pour les 4 essences étudiées dans notre projet :

	<b>Densité Bas-fond</b>	<b>Densité hors bas-fond</b>	<b>Densité bf/Dh</b>
<i>Eperua grandiflora</i>	2,9	11,7	0,2
<i>Eperua falcata</i>	40,1	37,5	1,1
<i>Carapa procera</i>	19,2	6,0	3,2
<i>Viola michelii</i>	0,4	3,0	0,1

Tableau 2 : densités d'adultes bas-fond/hors bas-fond

L'analyse de la répartition spatiale à l'aide des cartes et l'analyse de l'effet traitement ont permis d'établir le schéma suivant (hypotheses de départ) :



#### ➤ *Carapa procera*

La cartographie et l'analyse de la densité des juvéniles par type de milieu confirme l'affinité du *Carapa* juvénile pour les bas-fonds, mais montre que le taux de survie des jeunes *Carapa* est plus élevé hors des bas-fonds.

Plusieurs hypothèses peuvent expliquer le fort développement des stades précoces en bas-fond :

- La germination serait favorisée par le taux d'humidité,
- Les plantules bénéficieraient d'un meilleur éclaircissement,
- La compétition y serait moins importante compte tenu des nombreuses espèces ne tolérant pas l'engorgement.

#### ➤ **Eperua falcata**

La carte de répartition met en évidence son indifférence vis à vis du facteur édaphique étudié. L'*Eperua falcata* étend son aire de répartition suivant un front de colonisation bien délimité. Le caractère localisé de la répartition de cette espèce nous a conduit à faire une deuxième analyse de la densité tenant compte des surfaces effectivement occupées par cette espèce.

Une des hypothèses est que cette espèce résisterait mieux à l'engorgement et s'implanterait donc dans un milieu défavorable aux autres espèces. La population gagnerait ensuite les zones hors bas-fond en s'appuyant sur les individus implantés en bas-fond.

#### ➤ **Eperua grandiflora**

Les juvéniles d'*Eperua grandiflora* semblent être héliophiles, ce qui va à l'encontre de l'hypothèse de départ. Par contre, le facteur engorgement limiterait son implantation en bas-fond, milieu pourtant supposé plus ouvert.

#### ➤ **Virola michelii**

L'analyse spatiale et notamment l'analyse de la densité des juvéniles par type milieu confirme que les stades précoces de cette espèce semblent sensibles à l'engorgement ; elle ne pourrait donc pas s'installer en bas-fond. Le *Virola michelii* ne se distingue pas de l'*Eperua grandiflora* par un tempérament plus héliophile comme l'hypothèse de départ le supposait.

Mais la prolifération de *Virola. michelii* dans les parcelles ouvertes pourrait résulter, en plus d'un éventuel tempérament héliophile, d'une meilleure dissémination des graines (il s'agit en effet d'une espèce zoochore, dont la dissémination est assurée par les oiseaux)

## **3.2. Discussion**

La cartographie des bas-fonds dans les zones tampon permet à présent de raisonner sur une parcelle de 36 hectares d'un seul tenant plutôt que sur quatre parcelles indépendantes. Nous avons maintenant une connaissance relativement précise de la topographie et des conditions d'engorgement de ces zones tampons.

L'analyse des données de l'inventaire des juvéniles dans les zones tampons nous a permis de mieux connaître le comportement des quatre espèces. L'analyse croisée de la cartographie des bas-fonds et des densités nous donne des informations sur le tempérament de ces essences.

Comme nous pouvions l'imaginer la tolérance aux bas-fonds des juvéniles est comparable à celle des adultes, bien que les taux de mortalité y soient très importants.

Nous confirmons les hypothèses données au départ concernant ce caractère édaphique. En revanche, il est beaucoup plus incertain d'utiliser nos mesures de lumière pour caractériser les espèces.

Les conditions de mesure pour le LAI léger doivent être remises en question. L'échantillonnage réalisé pour les études de lumière comporte une quarantaine d'individus pour chaque espèce. Si cet échantillon paraît correct pour les peuplements à faibles effectifs (*Carapa procera* : 35 individus choisis parmi 300 environ) il semble insuffisant pour des peuplements plus importants (entre 1400 et 2200 individus pour les autres espèces). Les conditions de mesure du LAI limitent la qualité de son estimation : cette mesure ne paraît pas toujours représentative de l'intensité lumineuse reçue par l'individu (elle devrait être effectuée au-dessus du houppier).

L'indice de Dawkins donne une meilleure évaluation qualitative de la luminosité reçue par l'individu bien que subjective. L'analyse des photos hémisphériques donneront des résultats plus fiables sur la mesure de la luminosité. Malheureusement cette analyse n'a pu être faite à temps, elle nous aurait permis de conforter nos résultats sur le caractère sciaphile/héliophile des juvéniles.

## CONCLUSION

Il a été réellement enrichissant de découvrir quelques aspects de la dynamique forestière en milieu tropical au côté d'une équipe de jeunes chercheurs motivés. Cela nous a permis d'appréhender la réalité des études de terrain, les limites des protocoles utilisés, ainsi que le processus d'analyse des résultats et de réflexion mis en œuvre dans un travail de recherche.

Bien que les résultats liés à la lumière n'aient pas été suffisants, nous avons été encouragés par des résultats « édaphiques » très intéressants, qui affinent la connaissance du tempérament de quelques espèces forestières.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**Barthes B.** 1988 - Où pousse cet arbre ? Premier résultat à l'étude des Relations Sol-végétation en forêt de Paracou ; Cas du Wapa et du Gonfolo ORSTOM. Cayenne, 33p.

**Barthes B.** 1990 - Etude des relations sol-plantes : le cas de la forêt primaire sur socle de Guyane : Atelier MAB/UNESCO/IUFRO- FAO sur l'Aménagement et la conservation de l'écosystème forestier tropical humide, Cayenne, 10p.

**Collinet F.** 1997 - Essai de regroupement des principales espèces structurantes d'une forêt dense humide d'après l'analyse de leur répartition spatiale. Forêt de Paracou, Guyane. Thèse de Doctorat de l'Université Claude Bernard Lyon I , 313p.

**Dawkins H.C.** 1958 - The management of the natural tropical high forest with special reference to Uganda . University of oxford, Institute, paper 34, 155p.

**Durrieu de Madron L.** 1993 - Mortalité, chablis et rôle des trouées dans la sylvigénèse avant et après exploitation sur le dispositif d'étude sylvicole de Paracou, Guyane française . Thèse de Doctorat, ENGREF, Nancy, 204p.

**Favrichon V.** 1994 - Classification des espèces arborées en groupe fonctionnels en vue de la réalisation d'un model de dynamique de peuplement en forêt guyanaise ; revue écologique (terre vie n0 49/ p :379-403.

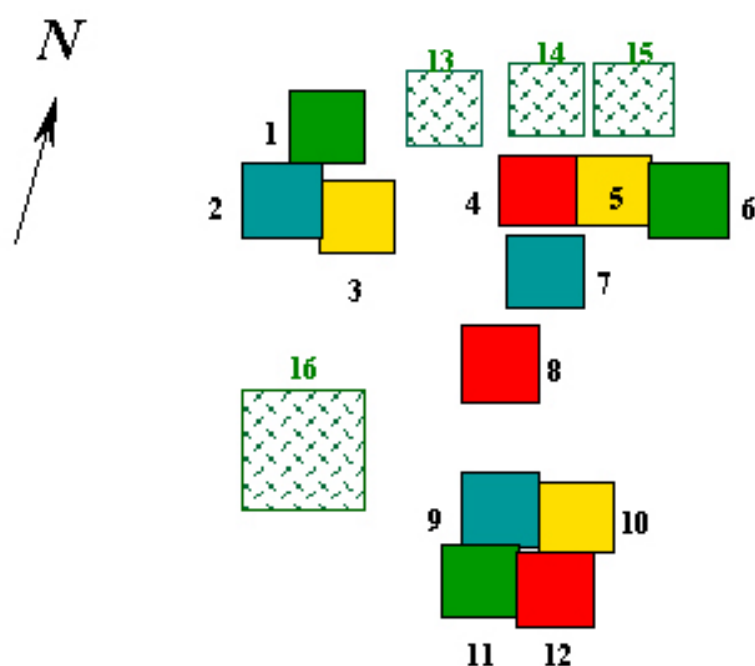
**Ferry B., Laborde H. et al,** 1999-2000 - Les bas fonds de la forêt de Paracou. Cartographie des sols et relations station-essence ; Rapport module FTH, 17p.






**Salvado A.** 2002 - Etude des relations entre sol et végétation en Forêt tropicale humide : comparaison de la dynamique forestière selon les profondeurs de nappe en saison sèche ( bas fond vs sol drainé) et étude de comportement de la nappe en saison humide . Mémoire de DEA de Biologie Forestière, 39p.

## TABLE DES ANNEXES

- Annexe 1** : Plan du dispositif expérimental de Paracou
- Annexe 2** : Planches botaniques des quatre espèces étudiées
- Annexe 3** : Cartographie des bas-fonds et courbes de niveau dans les zones tampon
- Annexe 4** : Carte de répartition de *Carapa procera*
- Annexe 5** : Carte de répartition d' *Eperua falcata*
- Annexe 6** : Carte de répartition d' *Eperua grandiflora*
- Annexe 7** : Carte de répartition de *Virola micheli*
- Annexe 8** : Diagrammes de répartition des individus par classe de diamètre et par milieu
- Annexe 9** : Cas d'Eperua grandiflora et de Virola michelii dans la parcelle 11

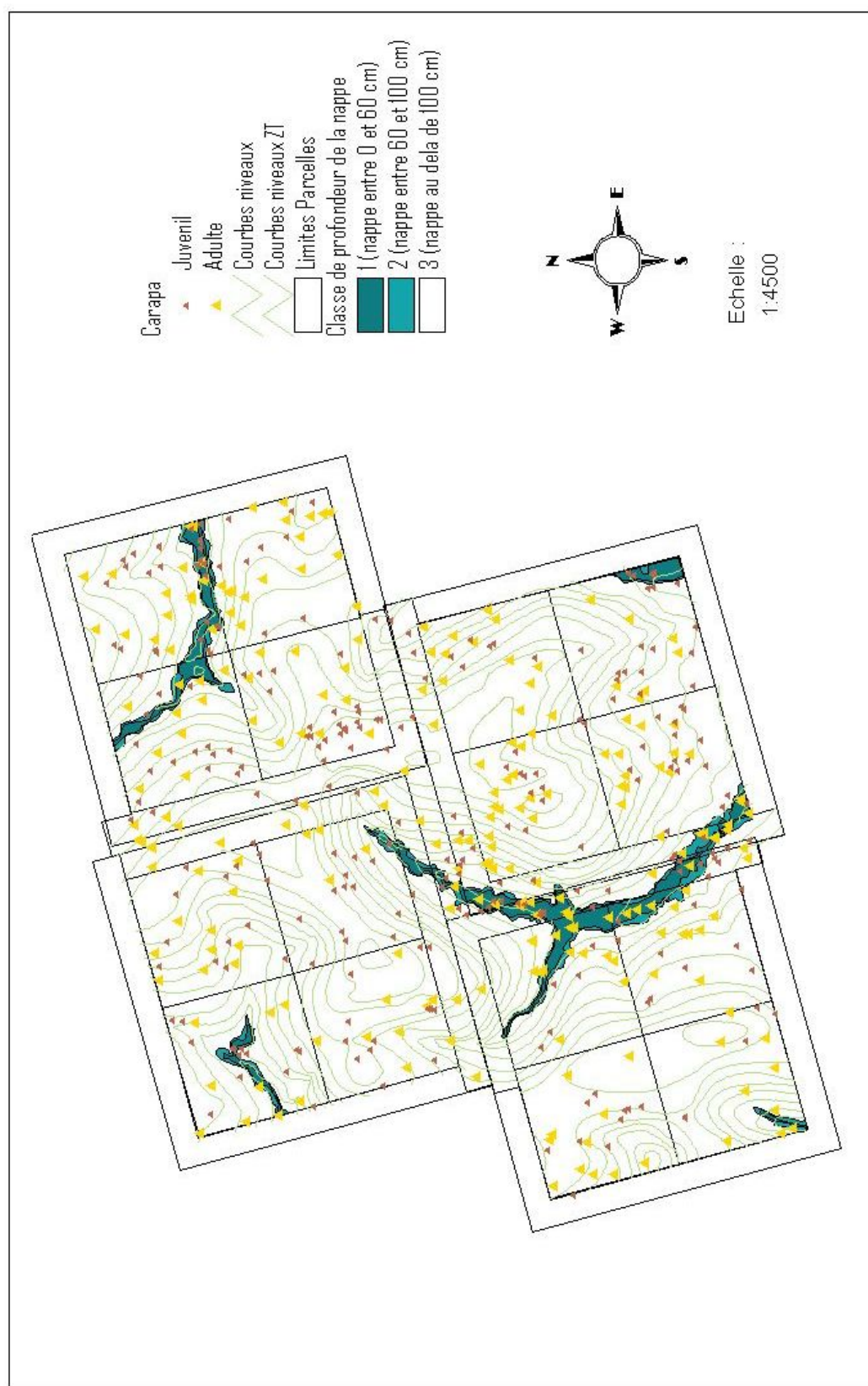
## Annexe 1 : Plan du dispositif de Paracou



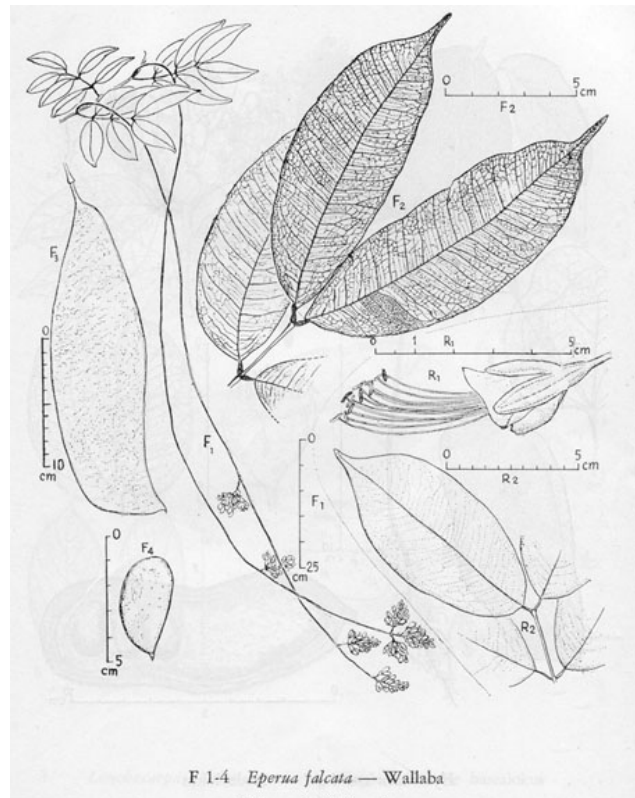
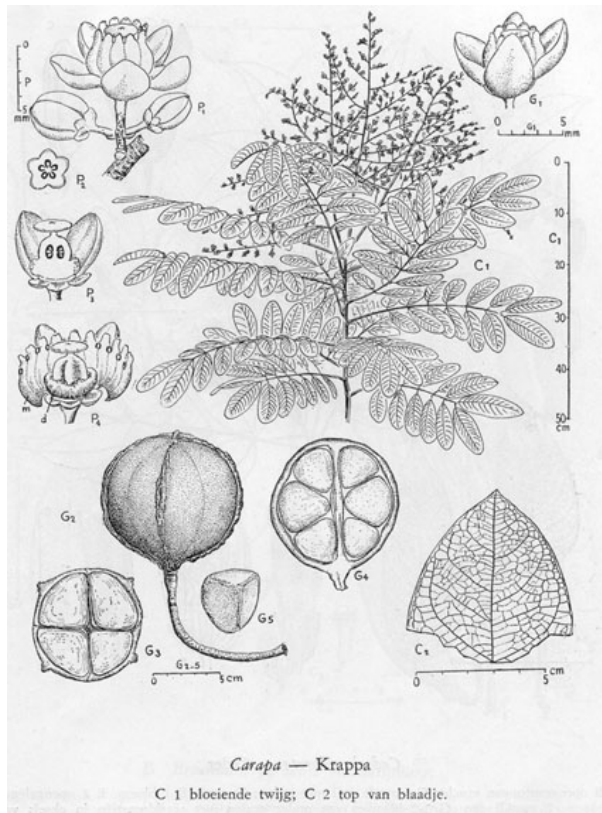
- 
-  **Parcelles témoin**
  -  **Traitement 1** : exploitation pour le bois d'œuvre
  -  **Traitement 2** : exploitation pour le bois-d'œuvre + éclaircie par dévitalisation
  -  **Traitement 3** : exploitation pour le bois-d'œuvre + exploitation pour le bois énergie + éclaircie par dévitalisation
  -  **Nouvelles parcelles**

## Annexe 2 : Cartographie des bas-fonds

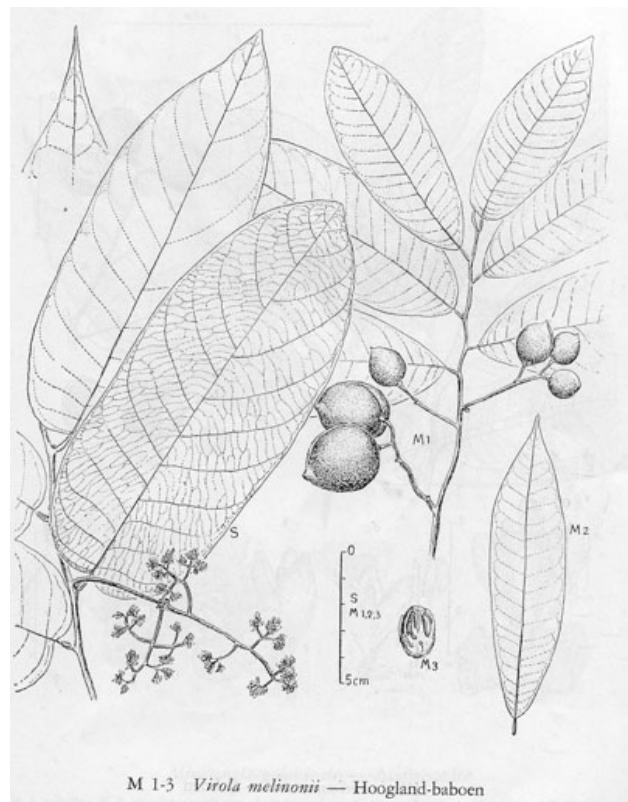
### Répartition de l'espèce Carapa dans le bloc sud



### Annexe 3 : Planches botaniques

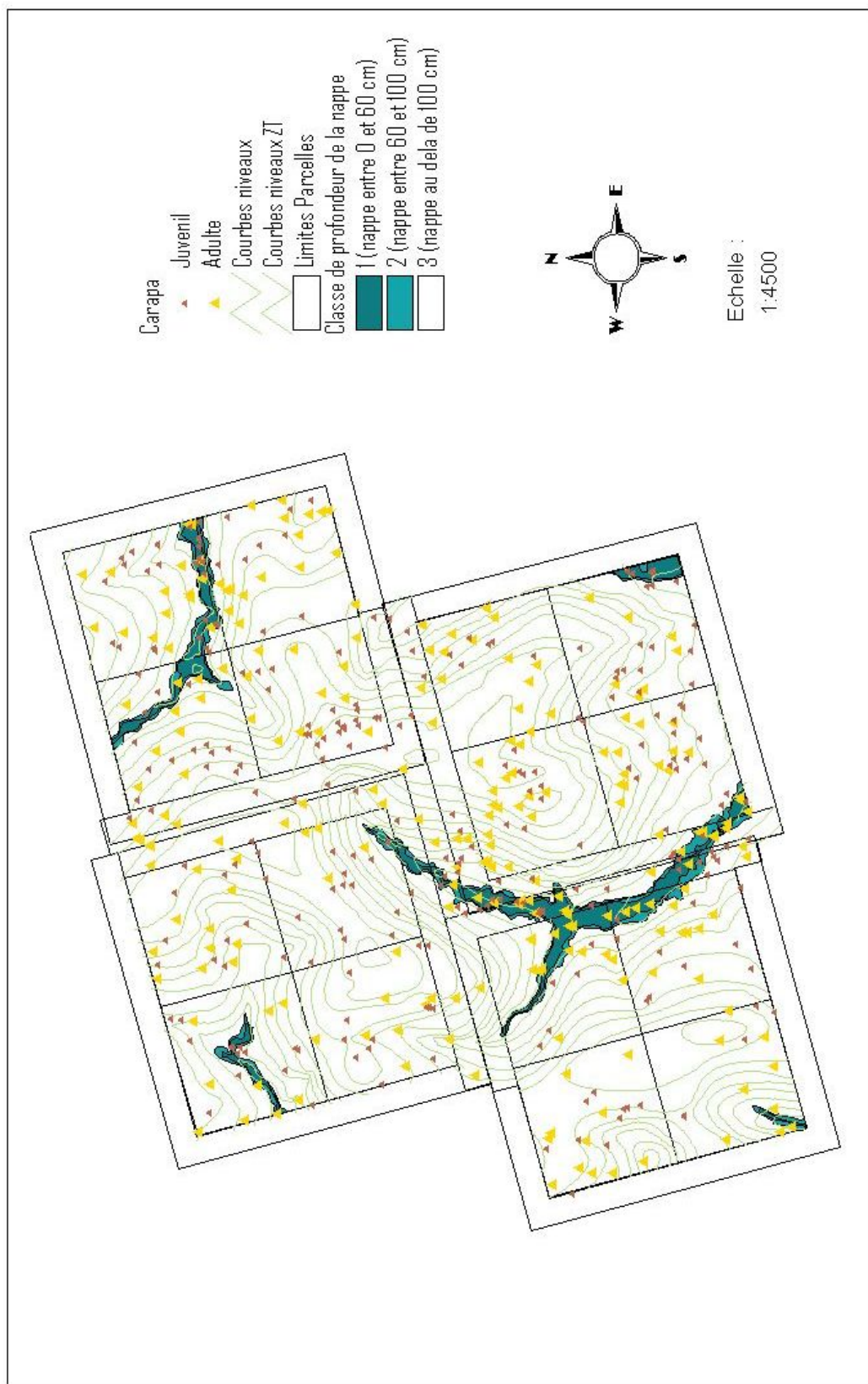


*Eperua grandiflora*



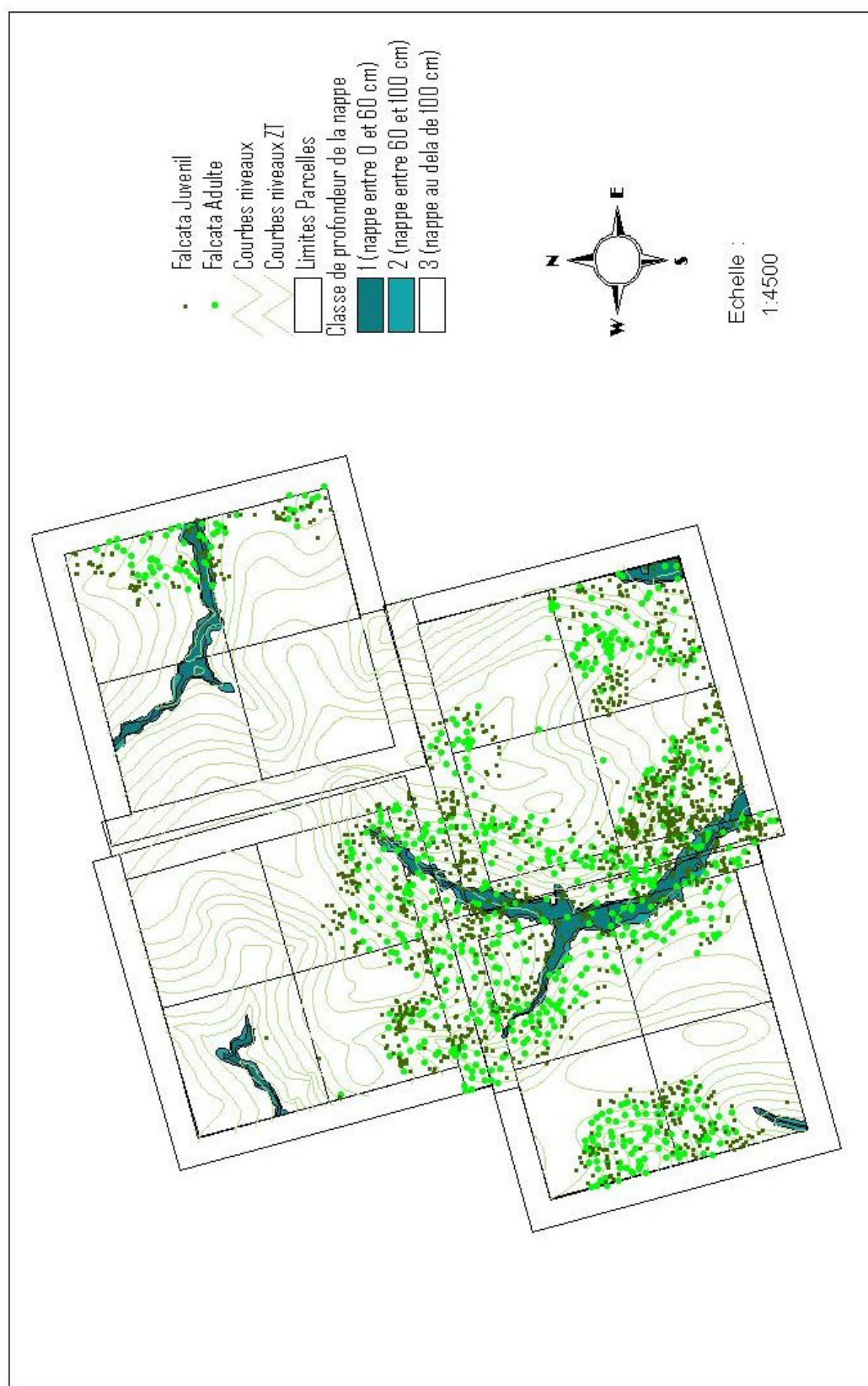
## Répartition de l'espèce *Carapa procera* dans le bloc sud

### Annexe 4 : Répartition de l'espèce *Carapa procera*



## Annexe 5 : Répartition de l'espèce *Eperua falcata*

### Répartition de l'espèce *Eperua falcata* dans le bloc sud



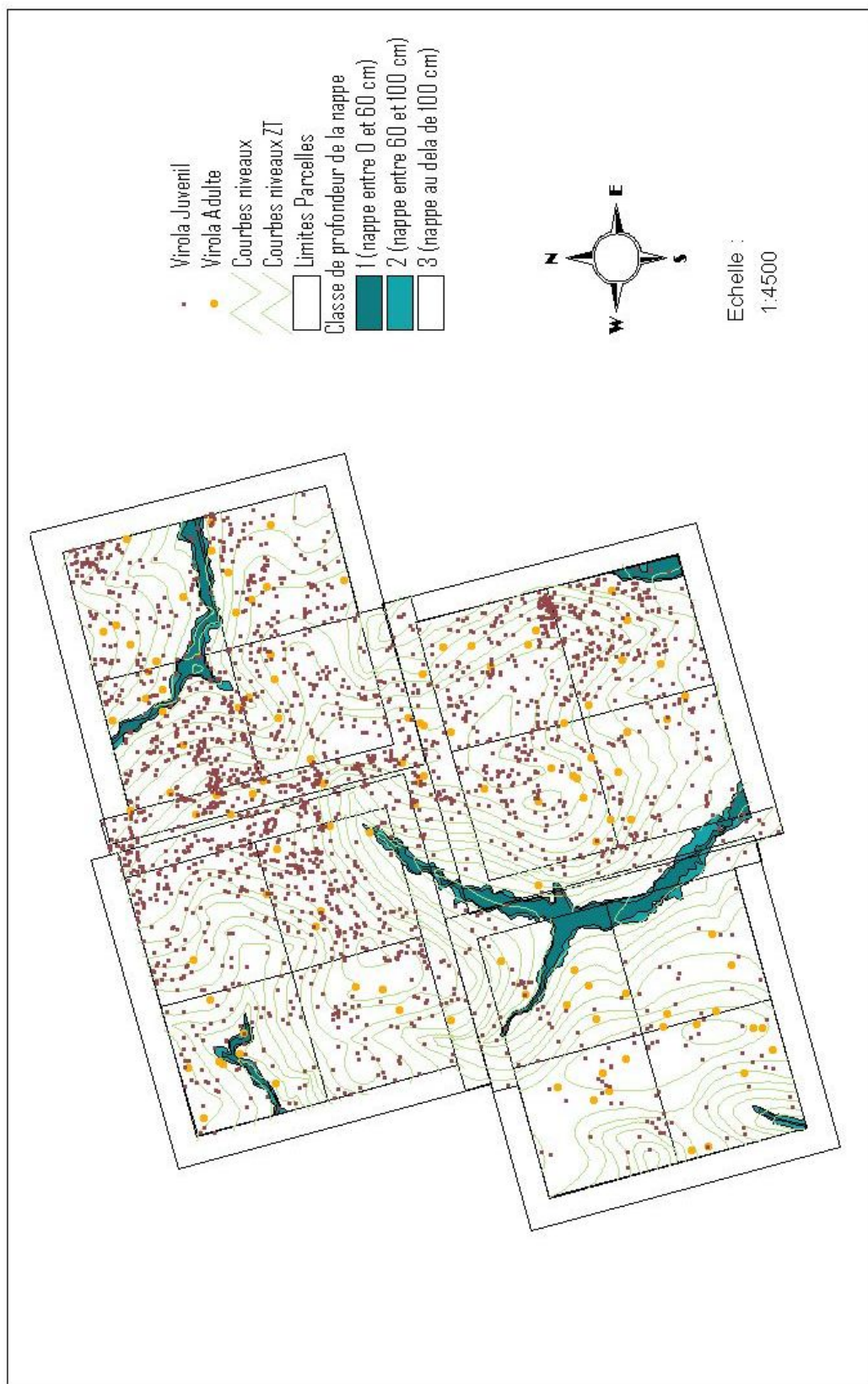
## Annexe 6 : Répartition de l'espèce *Eperua grandiflora*

### Répartition de l'espèce *Eperua grandiflora* dans le bloc sud



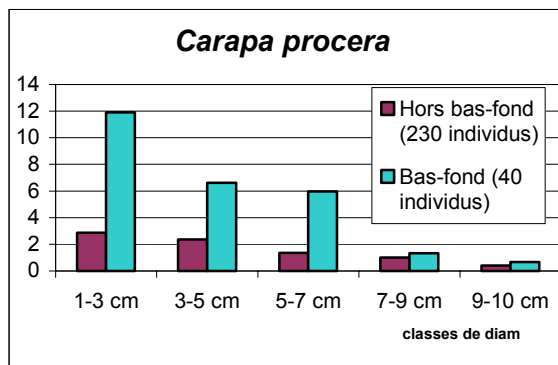
## Répartition de l'espèce *Viola michelii* dans le bloc sud

### Annexe 7 : Répartition de l'espèce *Viola michelii*

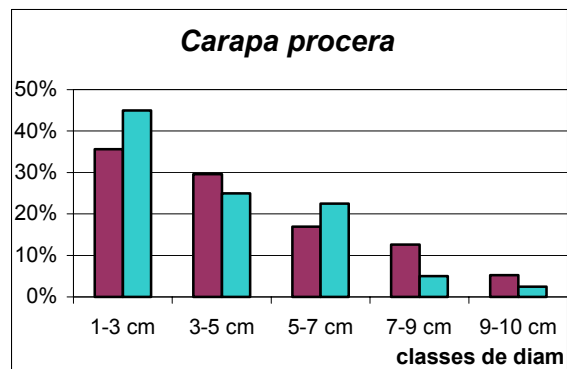


## **Annexe 8 : Diagrammes de répartition des individus par classe de diamètre et par milieu**

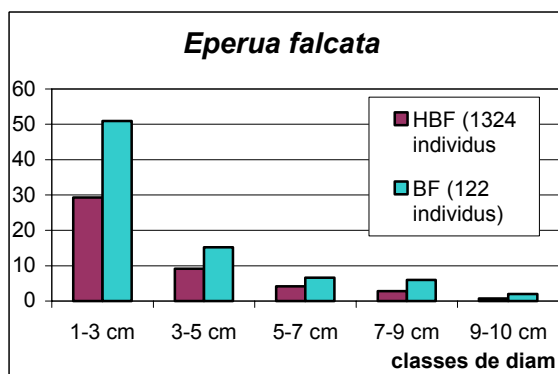
Densités d'individus à l'hectare par milieu et par classe de diamètre en cm



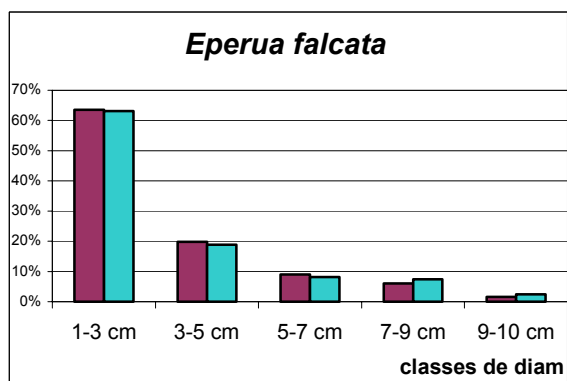
**1a**



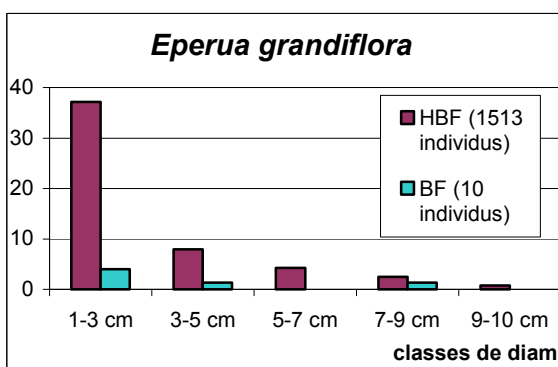
**1b**



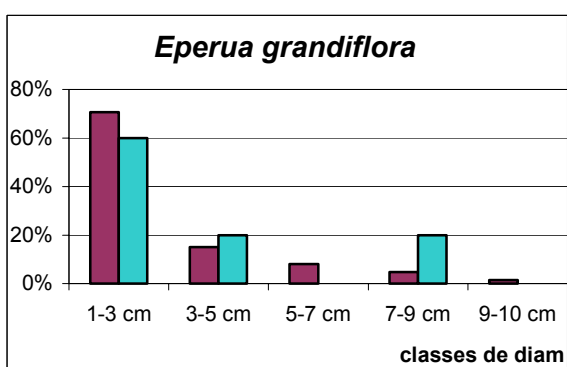
**2a**



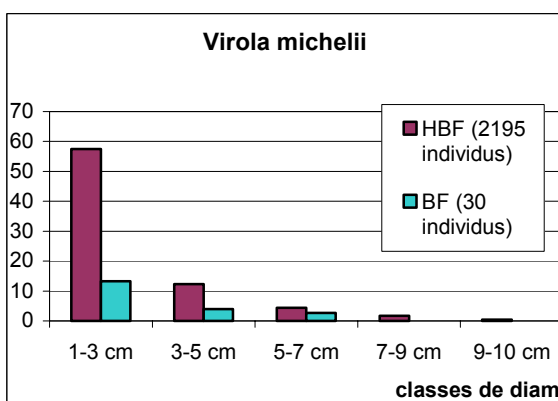
**2b**



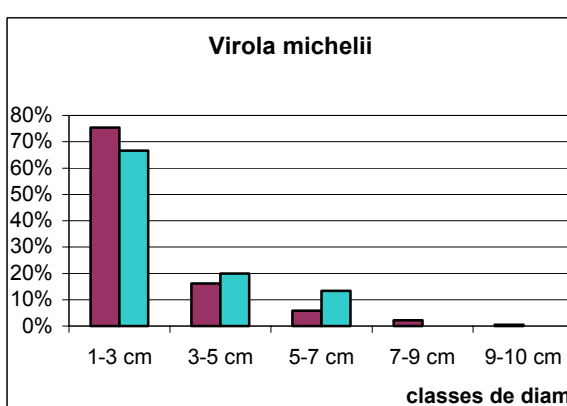
**3a**



**3b**



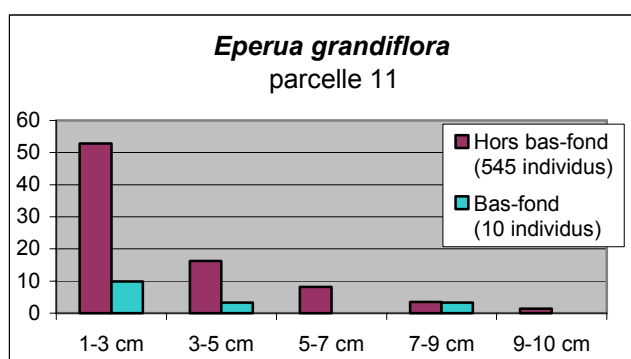
**4a**



**4b**

## Annexe 9 : Cas d'*Eperua grandiflora* et de *Viola michelii* dans la parcelle 11

Densités d'individus par hectare selon le milieu, par classe de diamètre



Répartition des classes de diamètres par type de milieu

